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

令和3年度実施事業

報告書

令和4年3月

パシフィックコンサルタンツ株式会社

【取扱注意】
※本資料は、検討段階のものであり、未確定なデータも含まれています。

目　次

１．業務の概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　2

２．砂防堰堤関連業務・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　6

３．ダム関連業務・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　34

４．地域における水力発電の活用促進可能性調査・・・・　69

５．河川付近のバイオマス利活用関連業務・・・・・・・・・・　126

６．水力発電の普及啓発業務・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　224

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、国土強靭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２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】

（1）実施計画等策定

（2）砂防堰堤関連業務

1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤のポテンシャル調査・評価
- 地形、立地を考慮した、より現実的な発電ポテンシャル調査
- 全国のポテンシャル評価と公表に向けての課題整理

2） 砂防堰堤への発電設備導入に係る課題の整理・検討
- 発電事業における許可申請のポイントの作成
- 砂防堰堤を活用した水力発電事業化ロードマップの作成

（3）ダム関連業務

1）省エネルギー化手法とりまとめ
- 過年度成果を踏まえ、ダム関連設備の省エネルギー化手法をまとめる。

2）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出
- 省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出

3）水力発電導入課題事例調査
- バックアロケ等、水力発電導入の事例調査を実施

4）水力発電導入推進方策検討
- 水力発電導入事例集の作成

（4）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
- 水力発電の柔軟な運用方策の最新動向に関する調査
- 地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査

2）地方公営企業等が有する水力発電の活用による地域付加価値の増大方策の検討
- 地方公営企業等の収益拡大につながる事業スキームの検討
- 地域付加価値の増加可能性調査
- 事業実現方策の整理

3）水力発電を活用した災害に強い分散型エネルギーシステムに関する事業モデル検討
- 事業モデル検討の方向性整理
- 事業モデルの検討
- 成立要件の整理

（5）バイオマス関連業務

1）伐採処理状況等に係る実態調査
- ダム流木の成分品質調査、河道内樹木・ダム流木の発生量・処理状況等の実態調査

2） バイオマス受入先にかかる実態調査
- 発電所、チップ工場などの受入可否・受入条件を把握

3） 一般廃棄物処理施設における利用可能性調査
- 一般廃棄物処理施設の受入条件・受入時のコスト等把握

4）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討
- 品質向上にかかる既存事例調査、バイオマス利用にかかるコスト把握、現場チップ化による利用可能性の検討

5）都道府県等自治体管理河川のバイオマス利活用に関する実証のモニタリング
- 都道府県管理河川におけるバイオマス利用の検討

6）河道内樹木・ダム流木以外のバイオマス利用可能性の検討
- 堤防除草、街路樹剪定枝、公園剪定枝等の利用可能性検討

7）河道内樹木・ダム流木の利用に係る普及啓発資料の作成
- 河川・ダム管理者、バイオマス利用者向けの資料作成

（6）普及啓発業務

1）活用促進に資するWebサイトの拡充・普及促進セミナー運営
- 水力発電の活用促進に資するWEBサイトの内容拡充
- 水力発電事業の普及促進を目的としたセミナーの運営（2回）

（8）報告書作成

1．業務の概要

【検討会の議題等】

（1）実施計画等策定

- ➢ 本業務の概要、作業項目ごとの実施方針・作業計画
- ➢ 本検討会の進め方、今後のスケジュール

（2）砂防堰堤関連業務

- ➢発電ポテンシャルの高い砂防堰堤の抽出、スクリーニング
- ➢水力発電導入による影響項目整理と課題抽出
- ➢発電ポテンシャル調査
- ➢課題解決事例の整理
- ➢発電事業実施上のポイント
- ➢全国のポテンシャル評価と公表に向けての課題整理
- ➢発電事業における許可申請のポイント整理
- ➢事業化に向けたロードマップ作成

（3）ダム関連業務

- ➢省エネ化手法のとりまとめ
- ➢検討ダムの概要整理
- ➢水力発電導入事例調査項目の提示
- ➢省エネ効果・水力発電量の算出と考察
- ➢水力発電導入事例調査結果の報告
- ➢水力発電導入事例集の作成

（4）活用促進可能性調査

- ➢最新動向に関する報告書等の整理状況の報告（IEA報告書等）
- ➢公営電気事業経営者会議事務局へのヒアリング結果等
- ➢事業スキーム（案）などの報告
- ➢文献・ヒアリング調査の中間報告
- ➢地方公営企業、地域新電力へのヒアリング結果
- ➢国外調査のとりまとめ報告
- ➢事業スキーム及び課題と方策のとりまとめ報告

（5）バイオマス関連業務

- ➢調査計画の詳細及び調査地等の報告
- ➢アンケート設計等の詳細報告
- ➢既存事例調査結果報告
- ➢伐採処理状況等にかかる実態調査結果報告
- ➢一般廃棄物処理施設における利用可能性調査結果報告
- ➢作業内容別コスト把握結果報告
- ➢アンケート結果報告
- ➢現場チップ化調査結果報告
- ➢実証モニタリング結果報告
- ➢河道内樹木・ダム流木以外のバイオマス利活用検討結果報告
- ➢普及啓発資料の報告

（7）有識者検討会の開催及び運営

第1回検討会（R3.9）
- ➢ 調査・検討方針の確認

第2回検討会（R3. 11.16）
- ➢ 検討・手法・条件等の確認

第3回検討会（R4.1.13）
- ➢ 各調査・検討結果報告

第4回検討会（R4.3.3）
- ➢ 報告書案の確認

（8）報告書作成

2. 砂防堰堤関連業務

A. 砂防堰堤の水力発電ポテンシャル把握

H30

1.ポテンシャルマップ作成(直轄)

1)直轄砂防堰堤資料収集整理（約4,500基）

↓

2)一覧表、個別表、位置情報作成

2.ポテンシャルマップ作成(県)

1)県管理砂防堰堤資料収集整理（約57,000基）

↓

2)一覧表、個別表、位置情報作成

↓

全国約6万基を対象としたポテンシャルマップ作成

3.発電事業化有望地点抽出と事業化検討

1)規模の異なる砂防堰堤を対象に経済性の検討

↓

概ね最大出力200kW以上が得られる場合は、FITにより全量売電することで採算性が確保できる場合が多い

↓

採算性が得られない小規模の発電候補地では、コスト削減、経済的な支援が必要

↑

最大出力200kWを下回る砂防堰堤が多くを占める

R1

R2

R3

4.発電ポテンシャルの高い砂防堰堤のポテンシャル評価

1)発電ポテンシャルの高い砂防堰堤の抽出(堰堤落差方式100kW以上)

↓

2)スクリーニング

↓

3)発電ポテンシャル調査(配置検討により導水路方式のポテンシャル調査)

↓

4)全国のポテンシャルの評価と公表に向けての課題整理

↓

堰堤落差方式に比べ、導水路方式の賦存量は2～4倍程度得られる

B. 発電事業実施上の課題

1. 事例収集

1)全国約50基の既設水力発電所を対象に資料収集

↓

2)技術的課題・工夫した点について、アンケートおよびヒアリング・現地調査を実施

2. 掃流区間を対象にした概略設計

1)掃流区間を対象に概略設計を実施し、技術的課題を検討

掃流区間の砂防堰堤では、取水施設を設置した場合の砂防堰堤の安定性(満砂時)の低下量はわずか

発電ポテンシャルの高い砂防堰堤は、土石流区間に多く存在するが、基準見直しにより安定性確保に課題がある

チロル式の取水設備を設置した場合、所定の本副堤間距離が満足しないことが判明

土砂流下時における取水施設への影響が不明確

3. 土石流区間を対象にした概略設計

1)土石流区間を対象に概略設計を実施し、技術的課題を検討

↓

土石流区間の砂防堰堤は、既存不適格となる場合が多く、安定性確保を目的とした改築が必要

4. 水理模型実験

1) 水理模型実験により、取水施設設置による砂防堰堤の機能低下、取水施設への影響を把握

↓

満砂、非湛水状態の堰堤では、チロル方式が適当

5. 課題解決事例の整理、課題解決方法の検討

1)近年10ヵ年で運用開始した発電事業者に対しアンケート＆ヒアリング調査を実施

↓

2)発電事業実施上の課題点、留意点等を整理

↓

発電事業ロードマップの作成

発電事業実施上のポイント

2. 砂防堰堤関連業務

＜今年度のまとめと課題＞

1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤を対象としたポテンシャル調査・評価

■検討内容

(１)堰堤落差方式で100kW以上の施設の抽出、スクリーニング
(２)導水路方式の発電ポテンシャル調査、傾向分析
(３)全国のポテンシャル評価と公表に向けての課題整理

■検討結果

(１)堰堤落差方式で100kW以上の施設の抽出、スクリーニング

表　2次スクリーニング通過施設

	直轄	都道府県	合計
100～200kW	43基	158基	201基
200kW～	28基	51基	79基
合計	71基	209基	280基

(２)導水路方式の場合の発電ポテンシャル調査、傾向分析

- 2次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。
- 集水面積2km²以上100kW未満の堰堤約13,300基の導水路方式の賦存量は、堰堤落差方式の4倍程度見込まれる(概算値)
- 経済性の観点からは、収支と「流域面積×有効落差」の関係に一定の相関がみられ、「流域面積×流域面積」が500を超える場合に採算性が見込める堰堤が多くなる傾向がみられる。

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

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=2km²未満	約41,000	–	
CA=2km²～50kW未満	約12,000	約170	（680）
50kW～100kW未満	約1,300	約90	（330）
100kW～200kW未満	約600	約90	350
200kW～500kW未満	約300	約100	230
500kW以上	約100	約110	200
合計	約55,300	約560	780（1,790）

概算値

4倍　3.7倍　3.9倍　2.3倍　1.8倍

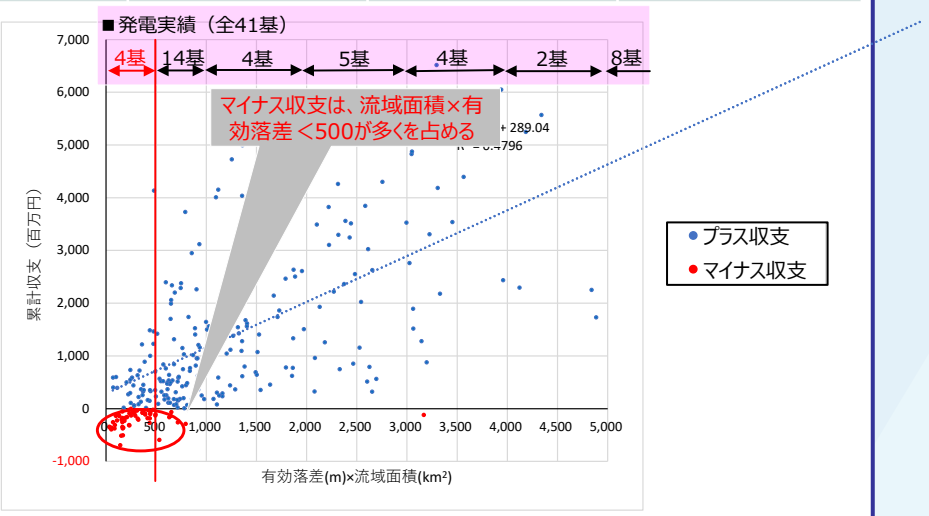


図　収支と流域面積×有効落差の関係

■今後の課題

➢堰堤落差方式で100kW以上の堰堤について、ポテンシャルの精度向上ができたが、多くの数を占める100kW未満の堰堤についても発電ポテンシャルの精度を向上させ、砂防管理者の理解を得ながら公表していく必要がある。

2. 砂防堰堤関連業務

＜今年度のまとめと課題＞

2）砂防堰堤への発電設備導入に係る課題の整理・検討】

■検討内容

・発電事業者向けのアンケート＆ヒアリング調査を実施し、水力発電導入時の課題点、留意点を整理した。
・発電事業者の理解促進を目的とし「発電事業における許可申請のポイント」、「事業化に向けたロードマップ」を作成した。

■検討結果

➢ 設計当時の資料の保管、担当者の在籍を考慮し、近年10ヵ年（2012年以降）に運転開始した発電所を対象にアンケート調査を実施した。アンケートを送付した17箇所のうち、9箇所から回答があり、そのうちヒアリングの許可が得られた5箇所について、詳細な聞き取り調査を実施しした。
➢ アンケートの回答結果をもとに、調査～施工に係る標準的なモデル期間を5年とし、「発電事業実施のロードマップ」を作成した。
➢ アンケート＆ヒアリング調査結果をもとに、①協議・申請、②計画・設計・施工、③運用の３つに着目した「発電事業実施上のポイント」を整理した。

表　発電事業実施のロードマップ

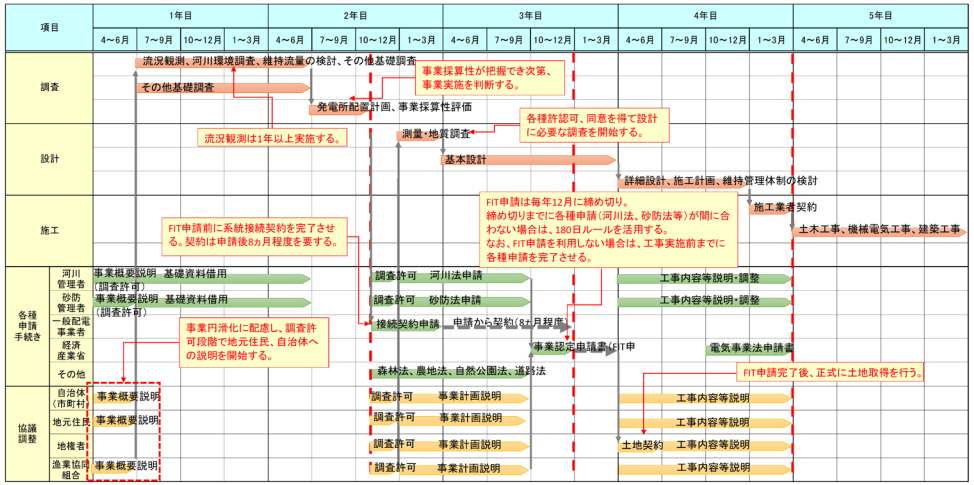


表　発電事業実施上のポイント

分類	ポイント
協議・申請上のポイント	• 事業の初期段階にて、各種関係機関への事業計画を周知し、関係性を構築する（例.地元住民、自治体との協議会の設立、事業初期段階の砂防＆河川管理者への説明、漁業協同組合への入会　等） • 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。 • 同じサイトで発電事業を計画している発電事業者の有無を河川管理者、自治体へ確認する。
計画・設計・施工上のポイント	• 自社にノウハウや経験がない場合は、既往事例等の情報収集により発電事業への理解を深める。（例.周辺での実績調査、既往発電所の見学会、全国小水力発電大会への参加　等） • 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。（例.共同事業体の設立、コンサルタントへの調査・設計委託、施工会社への発注） • 計画地点の流況観測を実施し、施設設計および事業採算性評価を適切に行う。 • 施設の配置計画は、土地利用状況を把握したうえで用地取得がしやすい箇所を選定する。（例. 公共用地、民地の場合は、地権者が見つかる土地） • 可能な限り既設砂防堰堤に影響を与えない構造を検討する。（例. 砂防堰堤の既設取水口の利用、施設影響範囲での軽量盛土の利用 等） • 取水時の土砂流入に配慮した構造を検討する。（例.スクリーンの二重化、沈砂池容量の確保、塵芥に強い水車の選定）
運用上のポイント	• 取水量を維持するため、取水設備に付着する落ち葉、ゴミ、土砂管理を適切に行う。（例.流量調整、堆砂検知装置、定期的な清掃、土砂撤去 等） • 維持管理の労力を低減するため、遠方監視装置等の導入を検討する。（例.監視カメラ、堆砂検知装置 等） • 積雪が予想される地域については、積雪対策を行う。（例.施設の高所化、流雪施設、監視カメラ 等）

■今後の課題

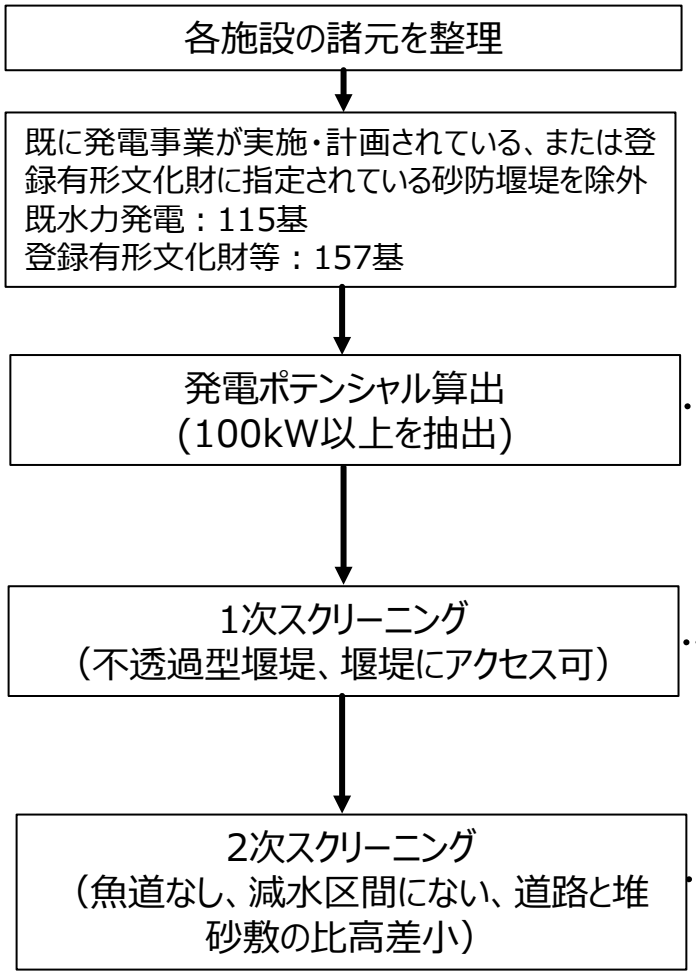
➢ 今年度業務により、発電事業者が認識する課題点、留意点及び解決方法（工夫）が整理された。今後、許認可側（砂防管理者、河川管理者）が認識する課題点を把握することが望ましい。

2．砂防堰堤関連業務

【1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤のポテンシャル調査・評価】

（1）スクリーニング

- 約6万基の砂防堰堤を対象に、2段階のスクリーニングを実施し、実現性の高い293基の砂防堰堤を抽出した。
- 以降、この293基を対象に、導水路方式での発電ポテンシャルの調査・評価を実施する。



	直轄	都道府県	合計
100～200kW	242	448	690
200kW～	265	261	526
合計	507	709	1216

	直轄	都道府県	合計
100～200kW	152	347	499
200kW～	124	212	336
合計	276	559	835

	直轄	都道府県	合計
100～200kW	47	161	208
200kW～	31	54	85
合計	78	215	293

図　スクリーニング結果

2．砂防堰堤関連業務

【1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤のポテンシャル調査・評価】

（2）発電ポテンシャル調査

- スクリーニングで抽出した施設に対し、机上で発電所の配置検討を行い、有効落差、最大出力を算出した。
- 最大出力は、事業者が発電所配置、最大使用水量を選択することを前提に、それぞれ複数設定する。

1．配置検討

1)発電所設置限界位置の設定
以下のいずれかの条件に該当する地点を選定
①既設取水設備、②貯水池、③地形勾配が極端に緩くなる、④下流に集落・田畑
⑤急傾斜で平場が確保できない、⑥平場が商業施設で利用され発電所の適地が無い

2)発電所候補地選定（平場が100m^{2}程度確保でき、道路アクセスが良い地点）
・堰堤落差方式で1ヶ所、導水路方式で2ヶ所程度

2．有効落差設定

1)総落差の設定
総落差＝砂防堰堤の水通し高　－　発電所候補地の地盤高

2)有効落差
有効落差＝総落差×90%
（「R2　水力発電の開発・導入賦存量調査事業報告書　経済産業省」を参考に損失水頭を10%）

3.最大使用水量の設定

1)流況の設定
・近傍ダム流況の比流量換算による取水地点の流況設定
(環境省REPOSとの整合より豊水流量と平水流量2種類設定)

2)維持流量設定
地域別維持流量比流量の設定
（「H25小水力発電設置に伴う河川環境に対する影響度調査報告書　国土交通省」を参考に右表の維持流量を設定）

3)最大使用水量の設定（2通り設定）
最大使用水量＝（豊水流量と平水流量）－維持流量

4．最大出力の算定

最大出力＝有効落差×最大使用水量×発電効率×9.8
（発電効率は、環境省REPOS(**リーポス**)との整合を図り0.72）

表　砂防堰堤を活用した導水方式

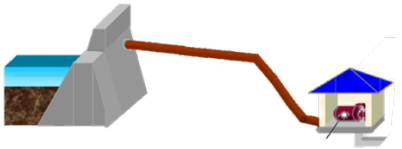
堰堤落差方式	導水路方式
	
【概要】砂防堰堤とその直下に位置する発電施設との落差を利用して発電する方式	【概要】砂防堰堤本堤や副堤から取水し、導水路にて下流まで導水することで、その間の勾配から得られる落差を利用して発電する方式。比較的高い発電が期待できる。

表　地域別維持流量

地域区分	施設数	平均渇水比流量 (m^3/s/km^2)	維持流量比流量 (m^3/s/100km^2)				平均渇水流量維持流量比率			
			中間値	80%値	90%値	平均値	中間値	80%値	90%値	平均値
北海道	30	0.92	0.27	0.54	0.67	0.57	29%	58%	73%	62%
東北日本海側	53	1.8	0.30	0.58	0.71	0.36	17%	32%	39%	20%
東北太平洋側	26	1.19	0.29	0.51	0.54	0.34	25%	43%	46%	28%
北陸	147	2.88	0.30	0.52	0.82	0.40	10%	18%	28%	14%
関東・東海	96	1.16	0.31	0.54	0.70	0.26	27%	46%	61%	22%
西日本日本海側	70	1.09	0.29	0.54	0.81	0.40	27%	50%	74%	36%
瀬戸内	47	0.62	0.30	0.48	0.48	0.37	48%	77%	77%	59%
西日本太平洋側	90	1.24	0.29	0.45	0.59	0.36	24%	36%	48%	29%
全国	559	1.33	0.29	0.52	0.67	0.36	22%	39%	50%	27%

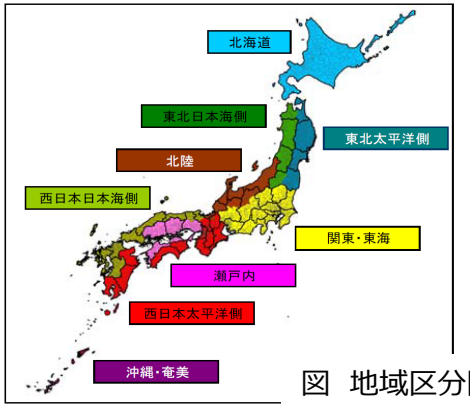
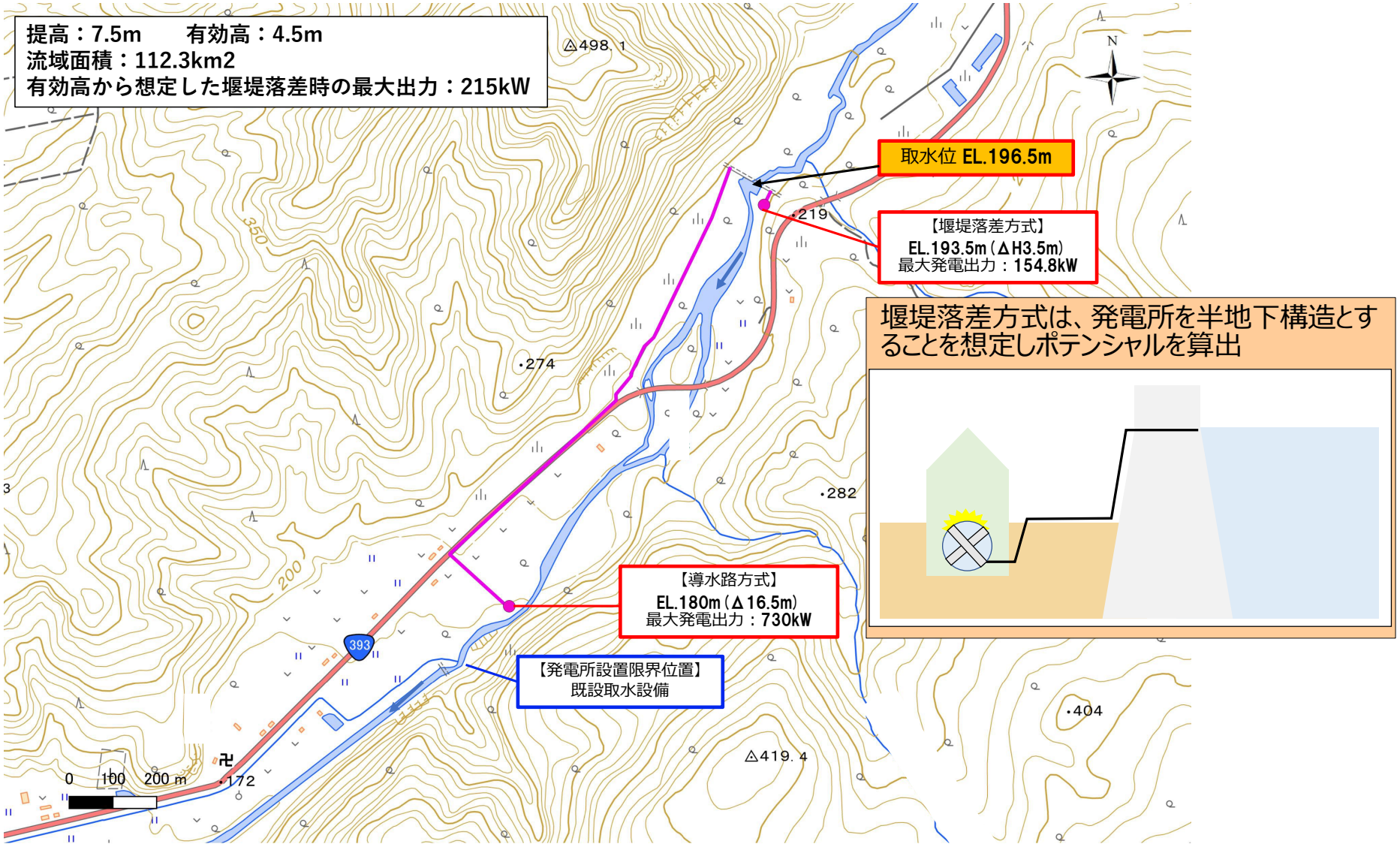


図　地域区分図

2．砂防堰堤関連業務

【1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤のポテンシャル調査・評価】

（2）発電ポテンシャル調査

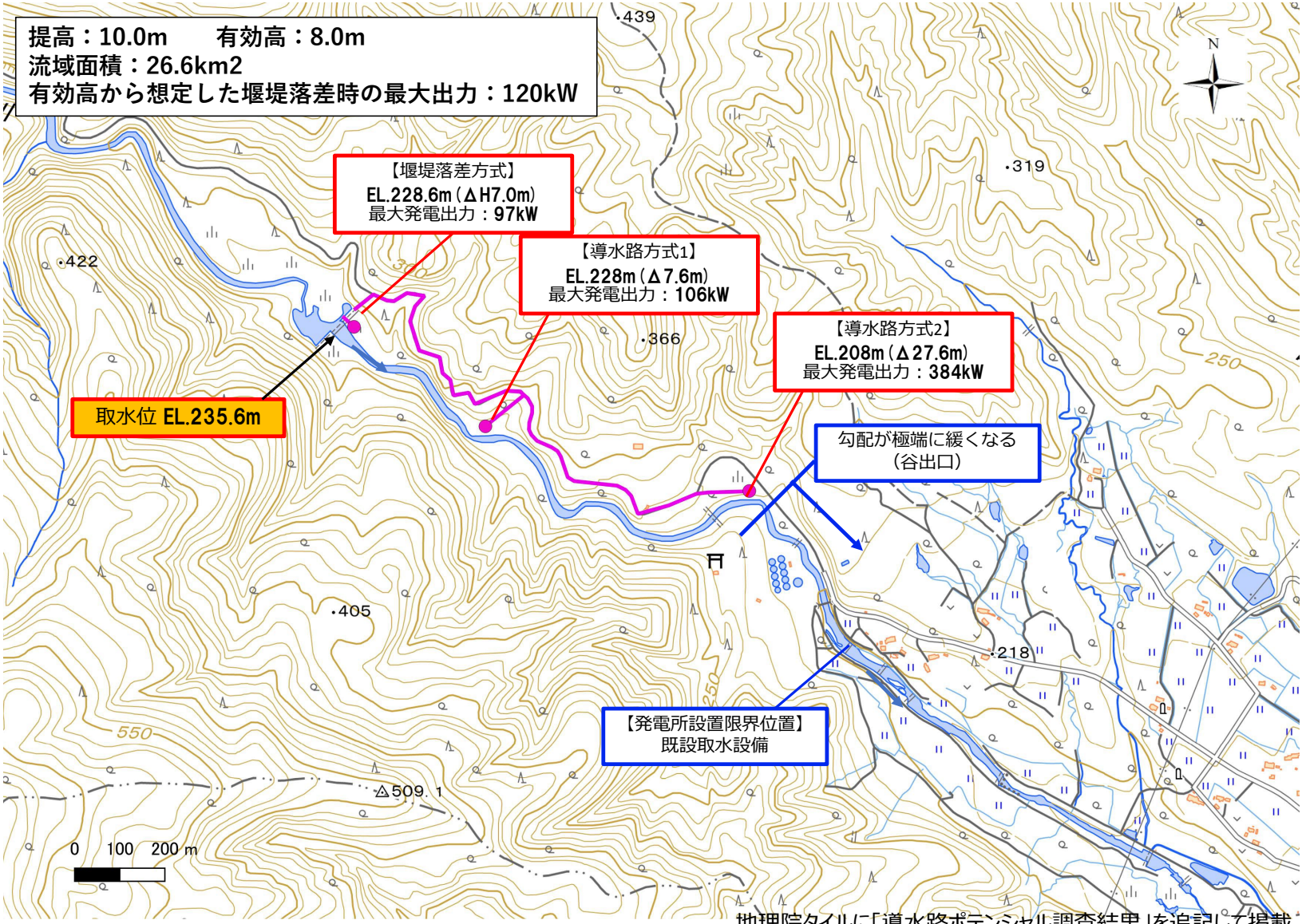


地理院タイルに「導水路ポテンシャル調査結果」を追記して掲載

2．砂防堰堤関連業務

【1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤のポテンシャル調査・評価】

（2）発電ポテンシャル調査

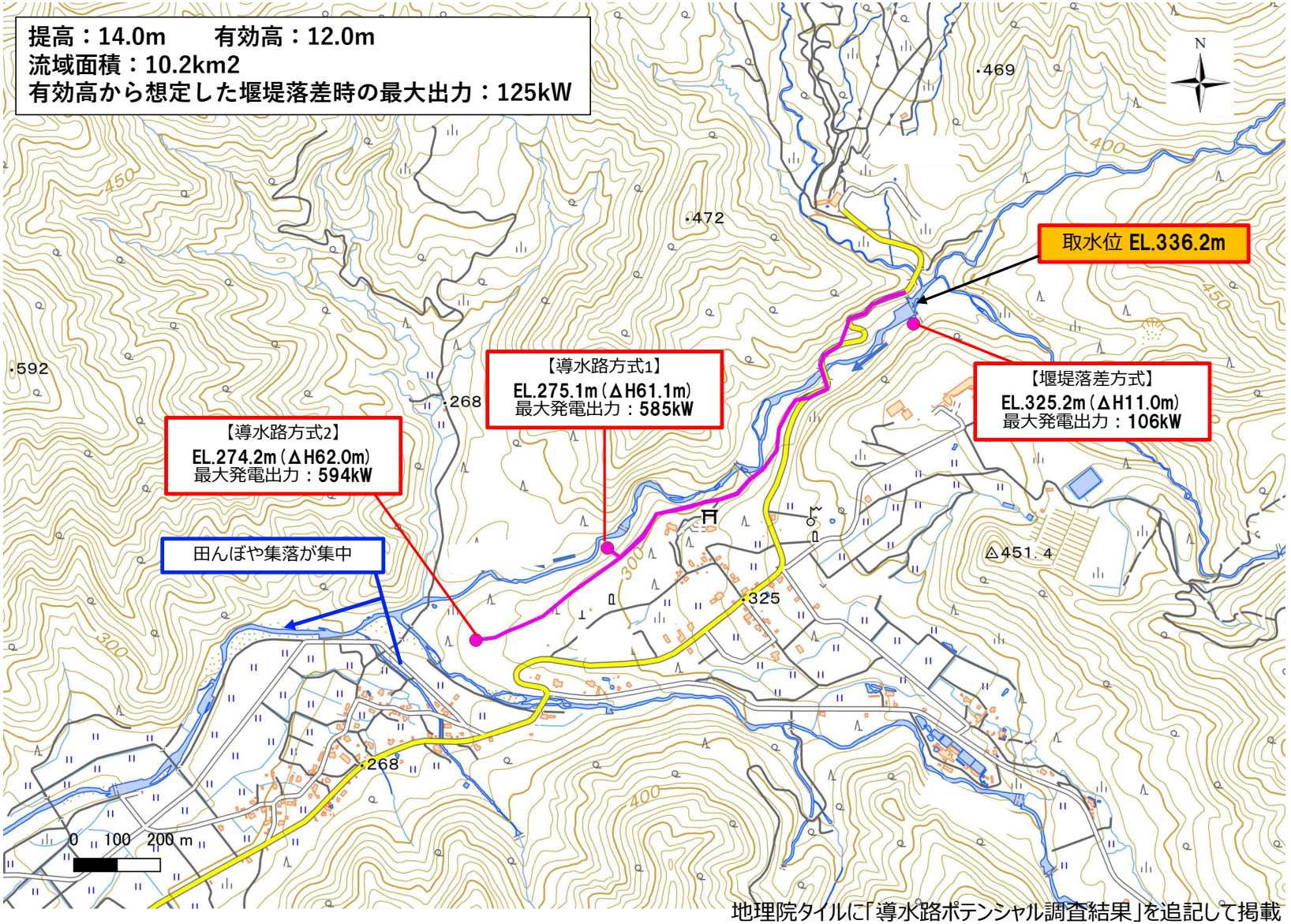


地理院タイルに「導水路ポテンシャル調査結果」を追記して掲載

2．砂防堰堤関連業務

【1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤のポテンシャル調査・評価】

（2）発電ポテンシャル調査

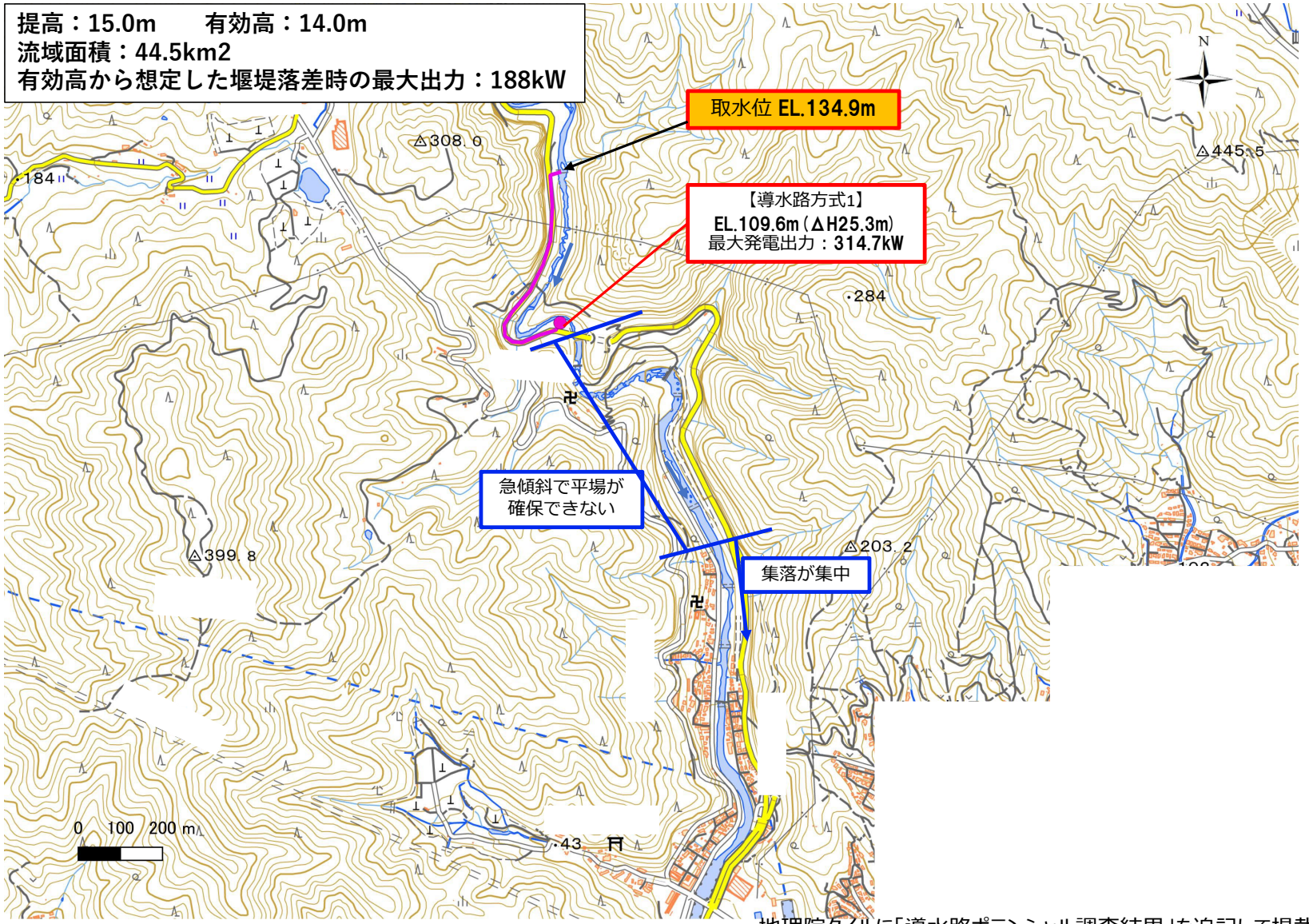


地理院タイルに「導水路ポテンシャル調査結果」を追記して掲載

2．砂防堰堤関連業務

【1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤のポテンシャル調査・評価】

（2）発電ポテンシャル調査



地理院タイルに「導水路ポテンシャル調査結果」を追記して掲載

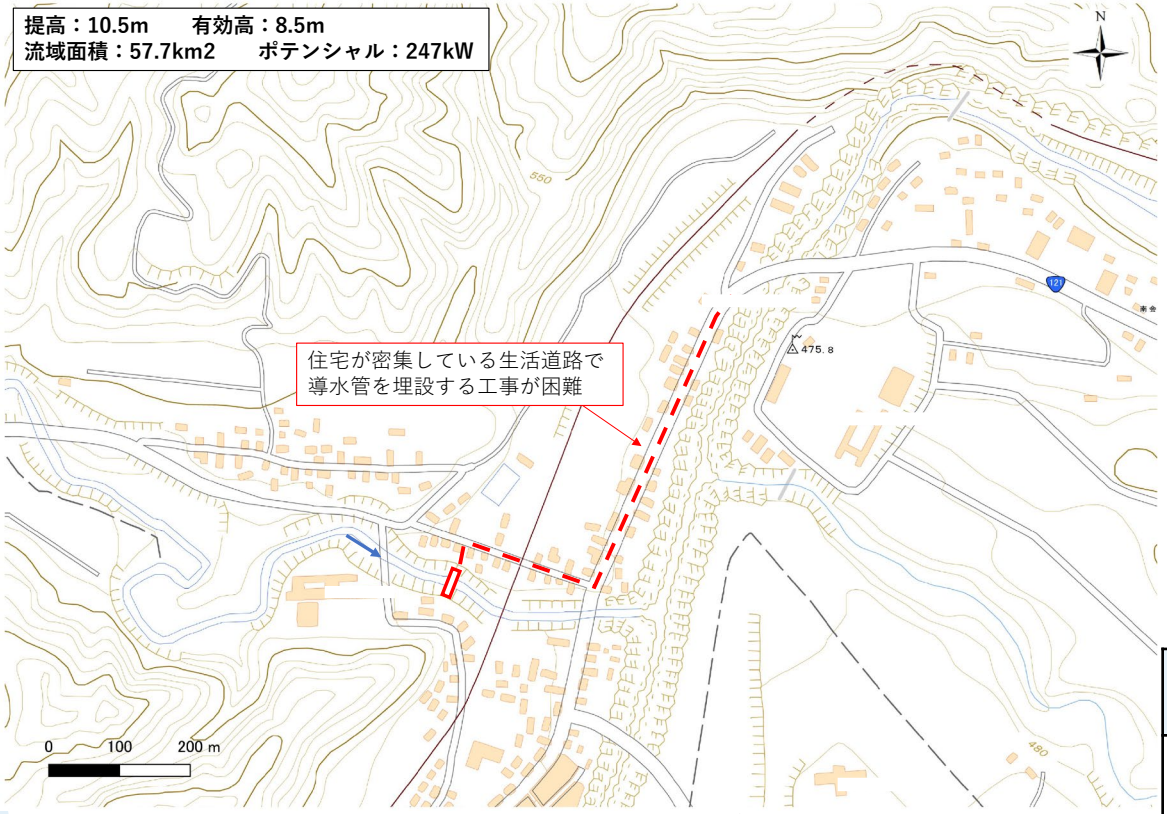
2．砂防堰堤関連業務

【1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤のポテンシャル調査・評価】

（2）発電ポテンシャル調査

- スクリーニングでこれまで考慮していなかった地図情報より、堰堤の下流に集落が広がるなど、発電所の設置により社会的影響が大きな堰堤は、2次スクリーニングの項目として追加し、再度スクリーニングを実施した。
- 本スクリーニングでは、冬季のアクセス、改築予定等については考慮していないため、事業化する際は、個別での確認が必要である。

■ スクリーニング内容の見直し



地理院タイルに「導水路ポテンシャル調査結果」を追記して掲載

図　堰堤周辺に住宅が集中している例

1次スクリーニング

指標	目的
不透過型堰堤	水落差確保のため
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

2次スクリーニング

指標	目的
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
魚道の有無	発電取水に問題ないか確認するため
道路との比高差	施工性、維持管理上のアクセス性の精査
減水区間にない	事業に必要な流量が確保できるか確認するため
発電所候補地の有無	発電所設置に伴う社会的影響（集落、周辺施設等への影響）を確認するため

	直轄（基）	都道府県（基）	合計（基）
100～200kW	~~47~~ 43（-4）	~~161~~ 158（-3）	~~208~~ 201（-7）
200kW～	~~31~~ 28（-3）	~~54~~ 51（-3）	~~85~~ 79（-6）
合計	~~78~~ 71（-7）	~~215~~ 209（-6）	~~293~~ 280（-13）

2．砂防堰堤関連業務

【1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤のポテンシャル調査・評価】

（2）発電ポテンシャル調査

- 各施設の「堰堤落差での出力」と「導水路方式での出力」の比較すると、導水路方式を採用した場合約3倍の出力が期待できる（相関係数0.68）
- 「北海道」、「関東」、「北陸」、「中部」のポテンシャル比は、全国平均を上回ることが確認できた。

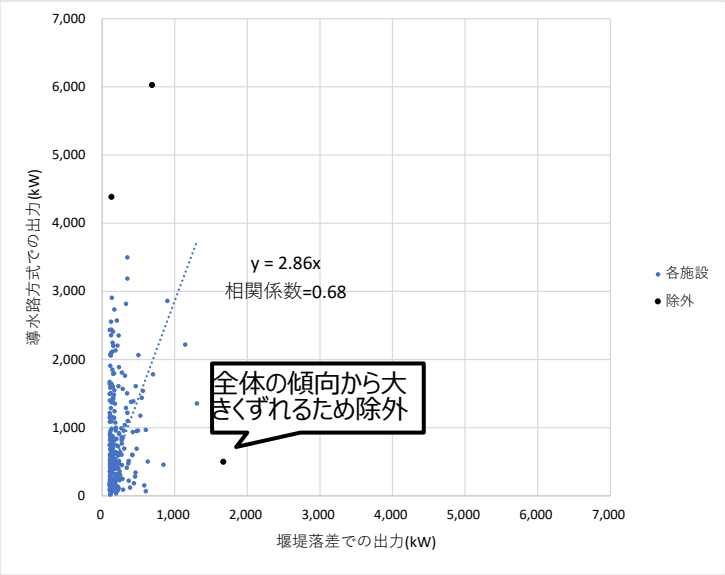


図　堰堤落差と導水路方式での出力の関係

表　10地方区分ごとのポテンシャル比

地方区分	基数	ポテンシャル比率（導水路/堰堤落差）
全国	280	2.9
北海道	12	3.3
東北	57	2.8
関東	57	3.0
北陸	95	4.4
中部	29	3.2
近畿	4	2.2
中国	4	2.5
四国	4	1.3
九州	18	2.9

※沖縄内で対象堰堤はないため除いた

■地方ごとのポテンシャル比について

・「北陸」は、全国平均に比べポテンシャル比が大きいことが確認できた。
・「近畿」～「四国」は、サンプル数が少ないが、全国平均を大きく下回るポテンシャル比であることが確認できた

■地方ごとの発電所限界位置について

・「北海道」、「東北」、「関東」は、**既設取水設備**や**貯水池**が限界位置の理由として多く挙げられる。
・「中部」、「九州」は、**下流に田畑・集落**があることや**急傾斜**が限界位置の理由として多く挙げられる。

表　地方ごとの発電所限界位置の理由

近畿～四国は基数が少ないため傾向分析は参考程度

項目	全国	北海道	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州
	割合(%)	割合(%)	割合(%)	割合(%)	割合(%)	割合(%)	割合(%)	割合(%)	割合(%)	割合(%)
既設取水設備	23	13	18	45	29	6	20	0	0	6
貯水池	11	0	12	4	14	15	20	25	0	6
地形勾配が極端に緩くなる	15	50	27	4	13	9	0	0	25	0
下流に田畑・集落	44	38	43	35	42	59	20	50	75	61
急傾斜で平場が確保できない	13	0	10	27	18	3	0	0	0	0
平場が商業で活用され、下流で適している平場が確保できない	7	0	0	12	1	12	40	25	0	28

※全国平均より＋5%以上を赤ハッチで示している

2．砂防堰堤関連業務

【1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤のポテンシャル調査･評価】

（2）発電ポテンシャル調査

- 砂防堰堤280基を対象にポテンシャルに対して影響が大きいと考えられる因子を分析した。
- 最大出力算出の変数である「有効落差」と「最大使用水量（流域面積）」に関して、最大出力との相関性を確認した。
- 最大出力と有効落差は高い相関性を確認できた（R=0.88）
- 一方、最大出力と流域面積に関しては、負の相関性を確認することができた。

最大出力＝有効落差×最大使用水量×発電効率×9.8

- 有効落差：元河床勾配×導水路延長
- 最大使用水量：地域ごとの比流量×流域面積

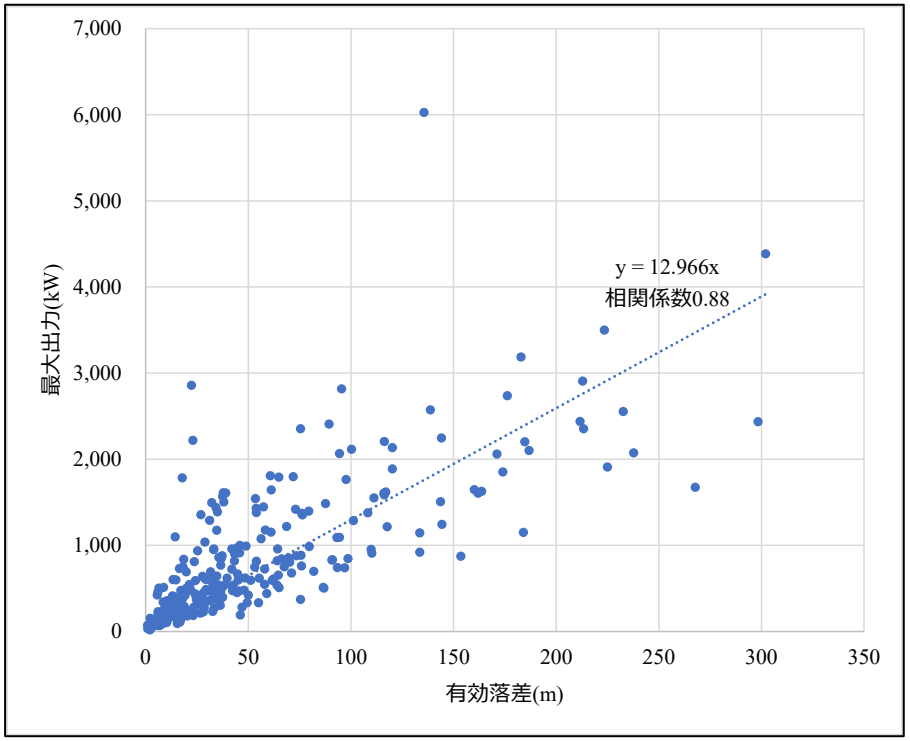


図　有効落差と最大出力の関係

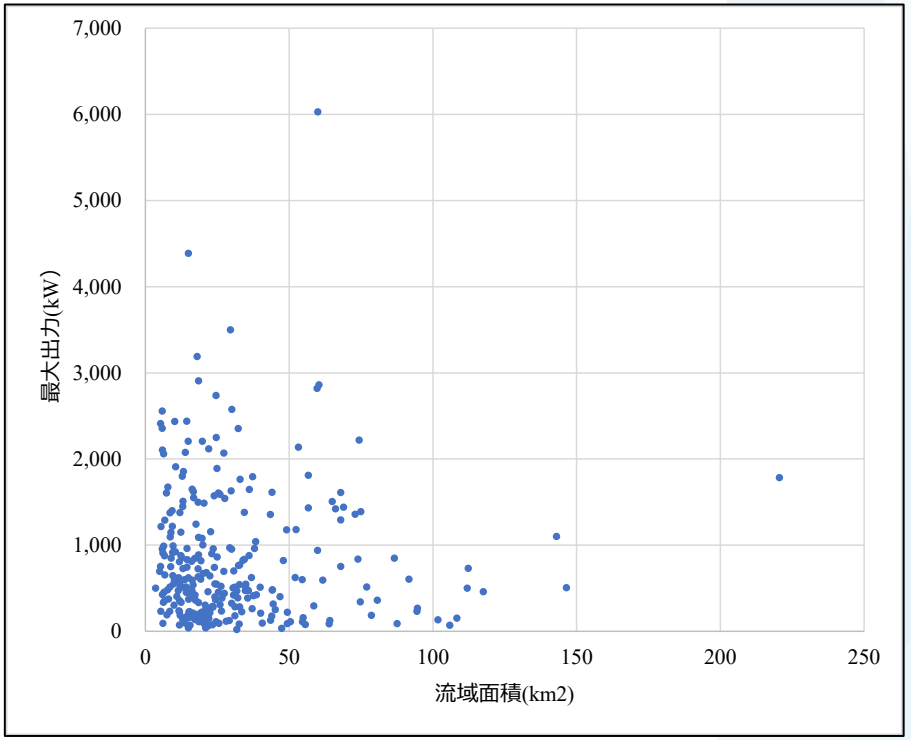


図　流域面積と最大出力の関係

2．砂防堰堤関連業務

【1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤のポテンシャル調査・評価】

（2）発電ポテンシャル調査

- 「有効落差」は、元河床勾配と導水路延長の要素に分解することができる。
- 最大出力と元河床勾配、最大出力と導水路延長の相関性を確認した結果、双方ともに正の相関性を確認することができた。

最大出力＝有効落差×最大使用水量×発電効率×9.8

- 地域ごとの比流量×流域面積
- 元河床勾配×導水路延長

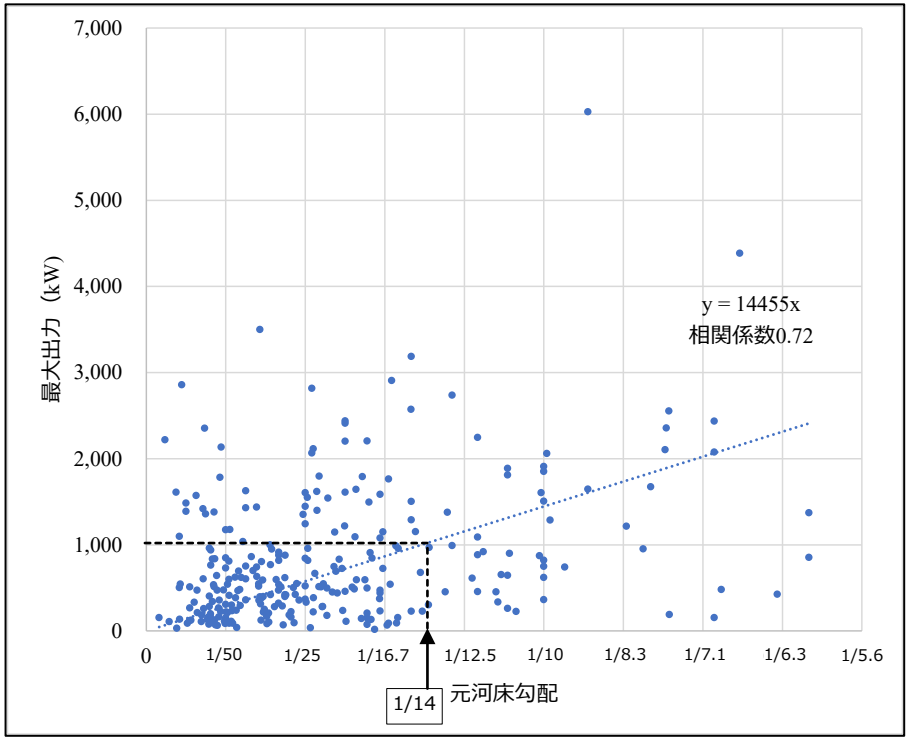


図　元河床勾配と最大出力の関係

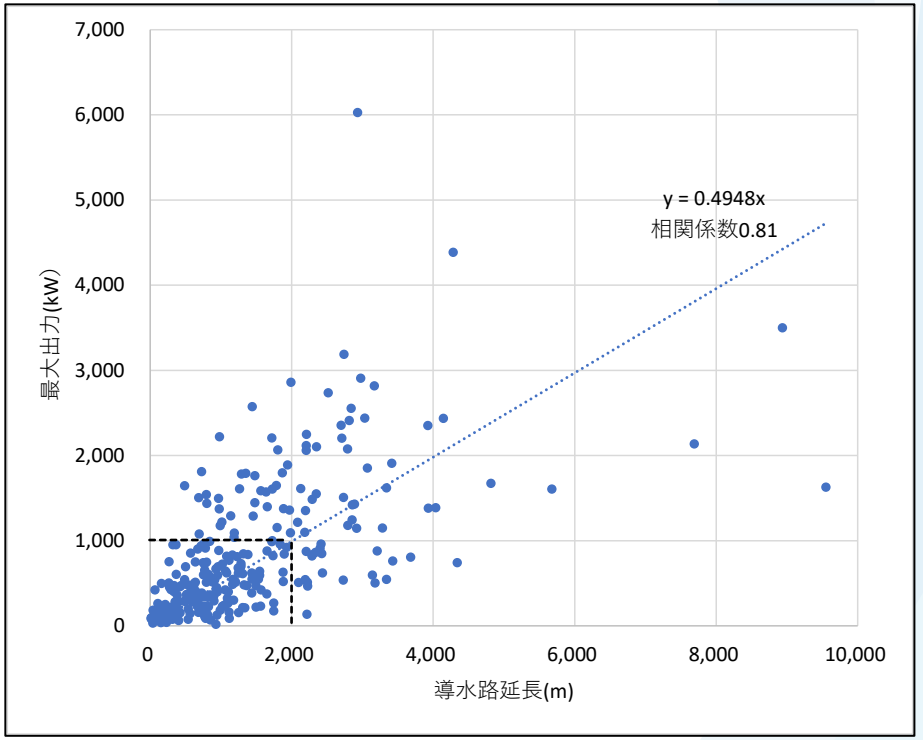


図　導水路延長と最大出力の関係

2．砂防堰堤関連業務

【1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤のポテンシャル調査・評価】

（2）発電ポテンシャル調査

- 最大出力算出の変数である「流域面積×有効落差」と累計収支（20年間FIT全量売電）との関係について分析した。
- 「流域面積×有効落差」は累計収支との関係に一定の相関性を確認することができた。
- 「流域面積×有効落差」が500未満の範囲で累計収支がマイナスになることが多く、採算性の指標として、「流域面積×有効落差」≦500が損益分岐点になると考えられる。また、500未満でマイナス収支となるのは、勾配元河床勾配が概ね1/25を下回るような地形が緩い堰堤である。

■ 累計収支の算出について

- 累計収支は20年間の売電収入と概算工事費をもとに算出した。
- 年平均売電収入は、最大出力×1年(＝24時間×365日)×設備利用率60%）で算出した年平均有効発電電力量にFIT売電単価※を適用することで算出した。工事費については、使用水量・出力・落差・水圧管管径・延長は各堰堤ごとに設定し、「中小水力発電計画導入の手引き資料編　（H26.2）」を参考に概算で算出を行った。
- なお、「中小水力発電計画導入の手引き（H26.2）」を参考に工事費を算出しているが、策定当時から現在に至るまで労務単価や設備費用等が高騰していること、2022年以降のFITの適用は1,000kW未満であることから、採算性が見込めない施設は検討結果より多くなる可能性がある。

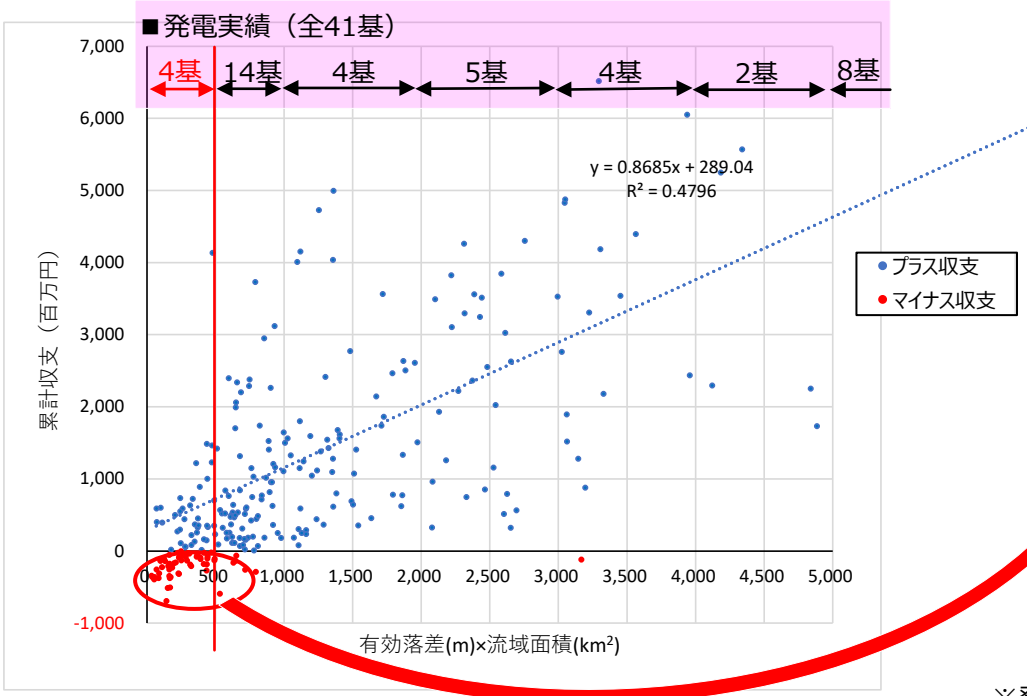


図 「流域面積×有効落差」と累計収支の関係

※1kWhあたりのFIT売電単価(2021年度)：
1~200kW未満は34円、200～1,000kW未満は29円、
1,000~5,000kW未満は27円、5000kW以上は20円
（経済産業省資源エネルギー庁HP参照）

表　マイナスの累計収支の割合

流域面積×有効落差		0~499	500~1000
累計収支	①プラス	43.6%	93.6%
	②マイナス	56.4%	6.4%

流域面積×有効落差が500を下回る場合、５割以上がマイナス収支になっている。

※発電実績は、砂防堰堤を活用した発電所が「発電中」となっている施設のうち、使用用途が自家発電や助成金の給付、堰堤落差などを除いた施設である

2．砂防堰堤関連業務

【1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤のポテンシャル調査・評価】

（3）全国のポテンシャル評価と公表に向けての課題整理

- 堰堤落差方式で100kW以上が期待される砂防堰堤において、導水方式を採用した場合の出力を算出すると約2～4倍の賦存量が期待できる。
- 集水面積2km^{2}以上の堰堤約13,300基の導水路方式の賦存量は、堰堤落差方式の約4倍程度見込まれる（概算値）
- 今後の公表においては、砂防管理者によって温度差があるため、個別施設の公表が困難な場合は、各県ごとの堰堤数や賦存量のリスト・グラフ等により公表するなどの対策が必要である。
- また、個別で判断しなければならない改築予定や漁協関係者との調整などについては、個別で協議していく必要がある旨を説明する必要がある。

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	4倍	（680）
50kW～100kW未満	約1,300	約90	3.7倍	（330）
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	1.8倍	200
合計	約55,300	約560		780（1,790）

概算値

表　公表に向けての課題

No.	課題	解決方法
1	堰堤落差100kW未満の施設に関して、導水路方式を採用した場合の賦存量が、堰堤落差100kW以上の施設と比較しデータ精度が低い	100kW未満の施設についても、本検討で実施したポテンシャル調査を実施
2	規模の小さなポテンシャルが集中する地域においては、水車発電機の標準化によるコストダウンが必要なため、水車・発電機メーカー向けに市場規模が把握できるような情報を提供するようなことが考えられる。	地域ごとのポテンシャルリストやマップの公表
3	自治体によって公表可能な場所や内容に温度差がある	個別施設の公表は困難な場合は、各県ごとの堰堤数や賦存量のリスト・グラフ等で整理して公表
4	長寿命化計画において改築予定を考慮していない	発電事業者が改築予定を砂防管理者に個別で確認する
5	ポテンシャル評価に関して、アクセス性は考慮しているものの、国立公園内や冬季積雪による通行止め等は考慮しておらず、維持管理面への配慮が不十分である	発電事業者が個別で協議
6	減水区間は考慮しポテンシャル評価を行っているが、その箇所の漁協関係者への配慮が不十分である	発電事業者が個別で協議

2．砂防堰堤関連業務

【1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤のポテンシャル調査・評価】

（3）全国のポテンシャル評価と公表に向けての課題整理

都道府県ごとの堰堤数や賦存量のグラフのイメージ

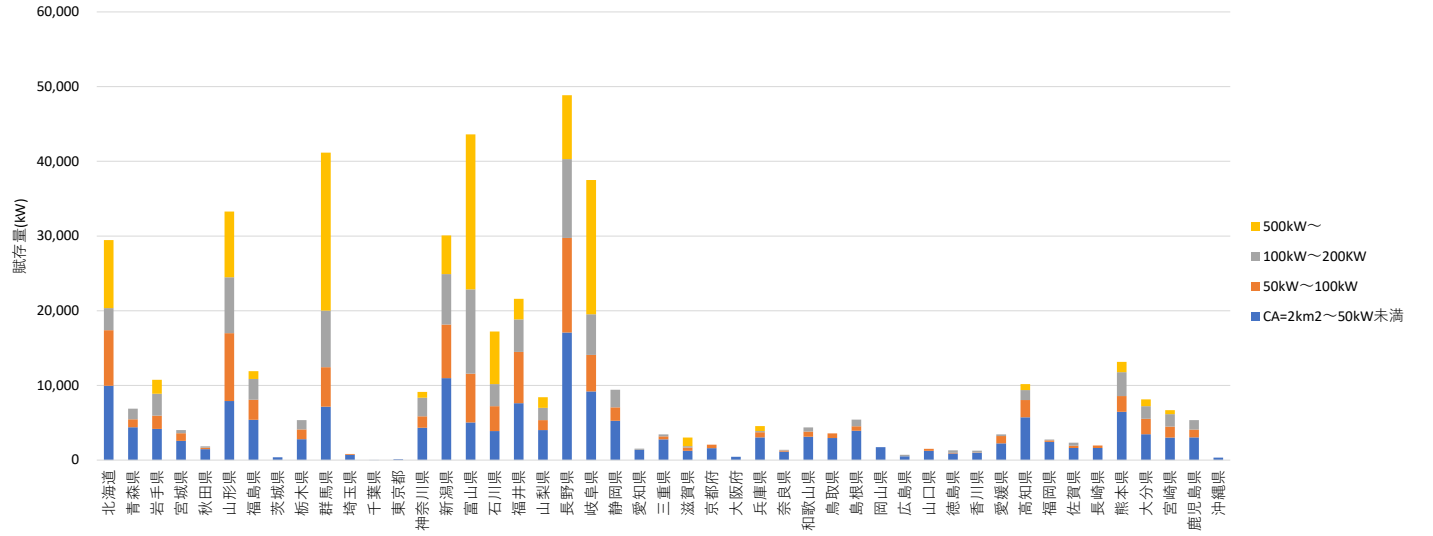


図　都道府県の出力ランクの賦存量

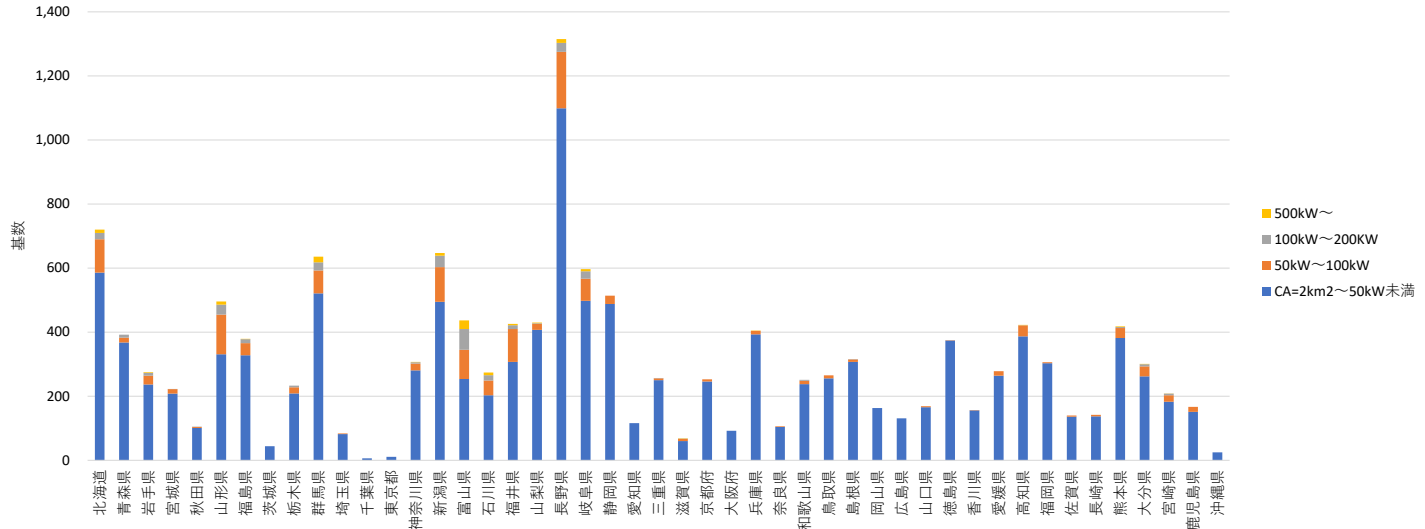


図　都道府県の出力ランクの基数

2．砂防堰堤関連業務

【2）砂防堰堤への発電設備導入に係る課題の整理・検討】

（1）既往アンケート調査のまとめ

➢ 過年度の業務にて、砂防堰堤を活用した水力発電事業者に対して実施したアンケート調査の概要を以下に整理する。

■H30年度実施のアンケート

目的

- 砂防堰堤を活用した水力発電の事例集作成の基礎情報収集
- 水力発電事業化に関する**構造的な課題**や**工夫**等の抽出

表　H30アンケート調査設問項目

大項目	設問項目
発電所諸元	発電所名（堰堤名）、発電開始日
	最大出力、常時出力、有効落差、最大使用水量
	水車形式、発電機形式、導水方式、取水方式
	売電先、使用用途、補助金利用の有無、補助金名
	調査から工事着手までに要した時間　等
計画段階	対象砂防堰堤の選定理由、流量調査手法
	各種許認可の手続き・協議項目、指摘事項
	計画段階における課題・工夫点
施工段階	施工時の課題や工夫点
運用段階	取水効率低下、施設維持管理等の課題・工夫点
その他	経済面での課題、補助金制度への改善・要望
	その他意見　等

配布数：40事業者47施設
回収数：32事業者39施設（回収率：83.0%）（施設数ベース）

■H30年度実施のヒアリング

- アンケートの回答において、ヒアリング等のお願いに対して「可」と回答頂いた事業所にヒアリングを実施。（地方公共団体3機関、民間2機関）

■R1年度実施のアンケート

目的

- 水力発電事業化に向けた**制度面及び経済面における課題**や**留意点**等の抽出

表　R1年度アンケート調査設問項目

大項目	設問項目
発電所諸元	事業者名、発電所名
	組織形態、主たる業種
計画段階	時間を要した項目・その要因
事業採算性	計画検討及び設計の方法
	発電事業の採算性（発電単価、投資回収年数、内部収益率、借入金利率）
	事業費用（イニシャルコスト、ランニングコスト）
	事業費用における計画段階からの増減とその理由
補助金制度の活用	補助金の活用有無、補助金制度名
	活用した補助金の対象範囲
申請・許認可	対象となる許認可や手続き、要した期間
	系統接続に関する協議、FIT制度に関する協議
その他	その他意見　等

配布数：39事業者46施設
回収数：24事業者27施設（回収率：58.7%）（施設数ベース）

■R1年度実施のヒアリング

- 対応事例収集、モデル砂防堰堤選定、概略設計に資する情報収集の観点からヒアリング対象を抽出し、9事業者10施設に対してヒアリングを実施。

2．砂防堰堤関連業務

【2）砂防堰堤への発電設備導入に係る課題の整理・検討】

（２）水力発電導入による影響項目整理と課題抽出

- 既往アンケート調査を踏まえ、発電事業実施上の課題を以下に整理する。既往アンケート調査によって、発電事業者が事業実施するうえでの問題となるポイントが整理された。
- 本年度の検討については、具体的な検討項目、設計事例、申請内容等についてアンケート＆ヒアリング調査を実施する。

表　既往アンケート結果

分類	既往アンケート結果	発電事業者の課題
計画 協議 設計	• 調査～運用まで要した期間は平均4年6ヵ月、そのうち調査～工事着工まで平均3年2ヵ月、工事着工～運用まで平均1年6ヵ月であった。 • 計画段階で時間を要した事項としては、水利権、占用料等の申請書類作成、砂防堰堤の構造計算書の作成等の意見が挙げられた。	⇒ 必要な協議先、検討項目、順序、協議期間、設計手法、法令等が十分に把握されていない。
施工	• 災害等の発生により工事に期間を要したとの回答が多く挙げられた。（台風、増水、湧水と地山の崩落、融雪出水による県道の通行止め）	⇒ 現地特性及び施工時の留意点が十分に把握されていない。
運用 維持管理	• 土砂、落ち葉、流木、雪塊などによる取水効率の低下が発生しており、定期的な清掃、排砂に労力を費やしている意見が挙げられた。 • 経年劣化のための補強工事を実施しているとの回答が多く挙げられた。	⇒ 運用・維持管理上の留意点を踏まえた設計、申請が必要となる。

- 既往アンケート調査によって、発電事業者が事業実施するうえでの問題となるポイントが整理された。
- 本年度の検討については、具体的な検討項目、設計事例、申請内容等についてアンケート＆ヒアリング調査を実施する。

対応策として、発電事業者に対する理解の促進を目的とし、下記の資料を作成する。
①発電事業実施上の許可申請のポイント（水力発電事業の申請内容、配慮すべき事項等）
②砂防堰堤を活用した水力発電事業化ロードマップ（必要な調査・検討事項・各種申請等を時系列に整理）

2．砂防堰堤関連業務

【2）砂防堰堤への発電設備導入に係る課題の整理・検討】

（3）本年度アンケート調査項目（案）

- 本年度のアンケートの実施項目（案）を以下に整理する。
- アンケート及びヒアリング調査は近年10ヵ年で運用開始した発電所（約10箇所）を対象に実施する。

表　アンケート&ヒアリング項目／資料収集（案）

分類	発電事業者の課題	アンケート&ヒアリング項目／収集資料
計画 設計 協議	必要な協議先、検討項目、順序、協議期間、設計手法、法令等が十分に把握されていない。	【事業実施期間の内訳】 ⇒事業フェーズ毎の実施期間 【設計手法】 ⇒既往設計事例の収集（設計報告書、竣工図、構造計算書の収集） 【協議・申請】 ⇒関係機関との協議事例の収集（協議資料、申請書類の収集） ⇒関係機関との協議内容、交渉の際の留意点 ⇒構造協議での課題、指摘事項、改良・工夫した内容
施工	現地特性及び施工時の留意点が十分に把握されていない。	⇒施工事例の収集（仮設図面、施工計画図の収集） ⇒施工時の特殊条件、工夫・改良した内容、苦労した内容 ⇒関係者と調整した内容等
運用 維持管理	運用・維持管理上の留意点を踏まえた設計、申請が必要となる。	⇒維持管理の課題、工夫点、成功事例 ⇒劣化対策、更新履歴事例（補修図面の収集） ⇒砂防管理者との共有施設（管理用道路等）の管理上の取り決め（協定内容）

2．砂防堰堤関連業務

【2）砂防堰堤への発電設備導入に係る課題の整理・検討】

（4）本年度アンケート調査結果

■アンケート送付先・回収状況

・設計当時の資料の保管、担当者の在籍を考慮し、近年10ヵ年（2012年以降）に運転開始した発電所を対象にアンケート調査を実施した。（19箇所中、連絡先の把握できた17箇所にアンケートを送付）

・アンケートを送付した17箇所のうち、9箇所から回答があり、そのうちヒアリングの許可が得られた5箇所について、詳細な聞き取り調査を実施しした。

表 アンケート回収状況一覧

	発電所名	発電所管理者名	砂防堰堤名	発電開始	所在地	アンケート回収	ヒアリング	主な回答の内容
1	[redacted]発電所	[redacted]	[redacted]	2014.9月	山梨県	○	○	沈砂池・土砂混入、堆砂検知システム
2	[redacted]発電所	[redacted]	[redacted]	2017.11月	島根県	×	×	
3	[redacted]発電所		[redacted]	2015.7月		×	×	
4	[redacted]小水力発電所	[redacted]	[redacted]	2014.4月	岡山県	○	×	ゴミ除去作業、耐久性、採算性
5	[redacted]水力発電所	[redacted]	[redacted]	2015.4月	福島県	×	×	
6	[redacted]発電所	[redacted]	[redacted]	2012.4月	富山県	○	×	遠方監視、積雪対策
7	[redacted]小水力発電所	[redacted]	[redacted]	2015.5月	石川県	○	○	遠方監視、落ち葉対策、採算性
8	[redacted]発電所	[redacted]	[redacted]	2015.10月	長野県	○	×	酸性河川、落ち葉対策、取水口の濡筋維持
9	[redacted]小水力発電所	[redacted]	[redacted]	2019.4月	岐阜県	×	×	
10	[redacted]小水力発電所		[redacted]	2019.8月	岐阜県	×	×	
11	[redacted]発電所	[redacted]	[redacted]	2018.8月	長野県	○	○	廃棄物処理場跡地への建設、サイフォン式酸性河川、落ち葉対策
12	[redacted]小水力発電所	[redacted]	[redacted]	2019.1月	福井県	○	○	官地内の建設、積雪対策、落ち葉対策
13	[redacted]水力発電所	[redacted]	[redacted]	2020.5月	新潟県	×	×	
14	[redacted]発電所	[redacted]	[redacted]	2021.1月	栃木県	○	×	施工の遅延、落ち葉対策、流量観測
15	[redacted]水力発電所	[redacted]	[redacted]	2015	福井県	×	×	
16	[redacted]発電所	[redacted]	[redacted]	2014	奈良県・	×	×	
17	[redacted]小水力発電所	[redacted]	[redacted]	2019.6月	福岡県	○	○	ゴミ対策、今後の土砂対策
	合　計					9発電所	5発電所	

2．砂防堰堤関連業務

【2）砂防堰堤への発電設備導入に係る課題の整理・検討】

■発電所諸元＆事業期間の整理

下記の点を踏まえ、作成するロードマップのモデル工程表を作成した。

・調査～施工に係る期間は、３年以下が40%、４～６年が50%、７年以上が１０%であり、特殊な条件を除けば５年程度が標準的と考えられる。

・NO.7及びNO.12は、行政の支援事業のため、工期が短くなったと考えられる。

・法令関係の許認可手続き、利害関係者との調整等の関係機関協議は、事業期間を通じて実施している場合が多い。

表　発電所諸元＆事業期間の整理

	発電所名	発電開始	所在地	発電所諸元						事業期間				
				最大出力（kw）	有効落差（m）	最大使用水量（m3/s）	導水方式	取水方式	使用用途	調査	設計	施工	関係機関協議	全体
1	[redacted]発電所	2014.9月	山梨県	49	13	0.56	導水路	チロル式	売電	1年1ヶ月	2年10ヶ月	1年0ヶ月	5年2ヶ月	5年2ヶ月
4	[redacted]小水力.発電所	2014.4月	岡山県	16.9	15.0	0.16	落差	チロル式	売電	4年3ヶ月	1年3ヶ月	0年9ヶ月	5年0ヶ月	5年0ヶ月
6	[redacted]発電所	2012.4月	富山県	990	101.7	1.25	導水路	直接取水	売電	－	0年3ヶ月	1年6ヶ月	－	2年6ヶ月
7	[redacted]小水力発電所	2015.5月	石川県	198	17.2	1.5	導水路	直接取水	売電	0年2ヶ月	0年5ヶ月	0年9ヶ月	0年6ヶ月	1年6ヶ月
8	[redacted]発電所	2015.10月	長野県	420	35.9	1.4	落差	直接取水	売電	－	－	－	－	－
11	[redacted]発電所	2018.8月	長野県	198	34.6	0.8	導水路	サイホン	売電	1年1ヶ月	2年8ヶ月	0年11ヶ月	3年4ヶ月	4年6ヶ月
12	[redacted]小水力発電所	2019.1月	福井県	47.9	12.7	0.52	導水路	直接取水	自家消費売電	1年0ヶ月	0年7ヶ月	0年5ヶ月	0年7ヶ月	2年7ヶ月
14	[redacted]発電所	2021.1月	栃木県	190	102.1	0.26	導水路	直接取水	売電	6年4ヶ月	4年7ヶ月	4年5ヶ月	8年6箇月	10年4ヶ月
17	[redacted]小水力発電所	2019.6月	福岡県	19.9	25.6	0.09	落差	直接取水	売電	2年3ヶ月	2年7ヶ月	0年3ヶ月	2年7ヶ月	4年0ヶ月

表　モデル工程表と主な作業

年　次	1年度				2年度				3年度				4年度				5年度				主な作業内容
事業段階	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	
調　査	―	―	―	―	―	―	―	―													流量観測・事業性調査等
設　計									―	―	―	―	―	―	―	―					測量・地質調査、基本・実施設計等
施　工																	―	―	―	―	土木、建築、機械・電気等
関係機関協議			―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―		法令関係：河川法・砂防法、FIT法、電気事業法、電力協議等 調整先：地元地区、自治体、地権者、漁協等

【2）砂防堰堤への発電設備導入に係る課題の整理・検討】

■協議・申請実施状況

・各種申請協議のうち、砂防法、河川法の協議申請、及び自治体、地元住民との協議が長期間を要している。

表　協議・申請実施状況

○：実施しているが期間不明　　－：回答無し

	発電所名	発電開始	所在地	各種申請						協議・調整				その他申請の詳細
				砂防法	河川法	電気事業法	FIT法	電力協議	その他	自治体（市町村）	地元住民	地権者	漁協	
1	[redacted]発電所	2014.9月	山梨県	3年5ヶ月（16回）	3年6ヶ月（15回）	1ヶ月（1回）	1ヶ月（1回）	1年4ヶ月（3回）	1ヶ月*1（1回）	1ヶ月（2回）	1年2ヶ月（2回）	1ヶ月（1回）	2年3ヶ月（2回）	*1：景観法 下流事業者、砂利採取業者説明
4	[redacted]小水力.発電所	2014.4月	岡山県	1年（4回）	1年（4回）	○	○	○	－	○	○	○	－	
6	[redacted]発電所	2012.4月	富山県	1年4ヶ月（5回）	2年10ヶ月（5回）*1	3年（5回）	1年6ヶ月（3回）	約2年（随時）	3ヶ月*2（数回）	3年（10回）	約4年（20回）	約4年（20回）	－	*1：普通河川：法定外公共物管理 *2：道路占用関係
7	[redacted]小水力発電所	2015.5月	石川県	5ヶ月（4回）	6ヶ月（6回）	3ヶ月（3回）	3ヶ月（3回）	3ヶ月（5回）	1ヶ月*1（2回）	2ヶ月（3回）	－	2ヶ月（1回）	－	*1：ＮＴＴ回線申し込み
8	[redacted]発電所	2015.10月	長野県	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	当時の担当者不在のため不明
11	[redacted]発電所	2018.8月	長野県	2年11ヶ月（6回）	2年11ヶ月（6回）	1ヶ月（1回）	6ヶ月（5回）	6ヶ月（3回）	○*1	3年4ヶ月（20回）	2回（2ヶ月）	6ヶ月*2（3回）	1ヶ月（2回）	*1：森林法（1回・1ヶ月）、廃棄物処分場跡地関係（2回・2年）、保安林（3回・3ヶ月） *2：市有地、県有地 その他：農業水利者同意
12	[redacted]小水力発電所	2019.1月	福井県	6ヶ月（5回）	6ヶ月（3回）	1ヶ月（3回）	6ヶ月（5回）	6ヶ月（4回）	○*1	－*2	6ヶ月（5回）	2ヶ月（3回）	3ヶ月（3回）	*1：市道等占用（2回・1ヶ月） *2：自治体と協議会設立
14	[redacted]発電所	2021.1月	栃木県	10ヶ月（10回以上）	10ヶ月（20回以上）	3週間（1回）	2ヶ月（1回）	2年9ヶ月（10回以上）	○*1	6年4ヶ月（20回以上）	8年10ヶ月（10回以上）	8年10ヶ月（10回以上） 5年*2（10回以上）	4年5ヶ月（20回以上）	*1：道路占用（2回・3ヶ月）、森林法（30回以上・1年7ヶ月）、消防法（2回・1週間）、市管理施設許可（2回・2週間）、保安林解除（4年3ヶ月・20回以上） *2：不動産会社
17	[redacted]小水力発電所	2019.6月	福岡県	1ヶ月（4回）	1ヶ月*1（2回）	－	5ヶ月（1回）	4ヶ月（2回）	1ヶ月*2（2回）	－	3年（5回）	1年（5回）	－	*1:普通河川：法定外公共物管理 *2：農振除外

2．砂防堰堤関連業務

【2）砂防堰堤への発電設備導入に係る課題の整理・検討】

※（ ）内の数字は、p.16の発電所の整理番号を表す。

■アンケート&ヒアリング結果

・アンケート＆ヒアリング調査結果を、①協議・申請、②計画・設計・施工、③運用の３つに分類して整理した。

表　アンケート&ヒアリング結果の整理（1）

分類	項目	実施事項等	解決策・工夫点等
協議・申請	地元協議	■地元関係者との協議・調整 【主な協議先】 ➢ 地権者（相続・登記等）の確認 ➢ 漁業協同組合 ➢ 地元住民 ➢ 自治体	① 地元関係者との協議・連携体制の構築 ➢ 地元（自治体・地区）も絡めて事業の推進することが重要である。（地元が反対すれば、自治体は同意できない。）（11） ➢ 漁協、地元の意見を早期に確認した。（1） ➢ 地元住民が参加する発電推進協議会を立ち上げ、協議を行った。県の支援事業を活用した。（12） ➢ 漁協の会員になり、協力的な関係を構築した。（12） ➢ 漁協に対して、放流事業等に協賛助成をしている。（11） ➢ 既設の農業取水に影響を与えないように維持流量を設定した。(17)
	申請	■砂防法 【主な検討事項】 ➢ 複数の取水方法案 ➢ 同様の設置事例 ➢ 既設堰堤に対する安定計算、構造計算 ➢ 洪水時及び施工時の安全対策 ➢ 発電所のメンテナンス方法 ■河川法 【主な検討事項】 ➢ 流水占用許可のため環境調査 ➢ 維持流量の検討（流況観測） ■その他 ➢ ＦＩＴ申請 ➢ 農振除外申請 ➢ 森林法 ➢ 道路占用 ➢ 景観法　等	① 適切な経過報告 ➢ 初めての事例だったため、事業の工程経過も含め、管理者に報告した。（1） ➢ 設計に関する準拠基準等は特にない。管理者と協議して設計を実施した。（1、7、11、12、17） ② 先行事例の収集 ➢ 事例の提示を求められるので、事例集が重要である。（17） ➢ 設計を行うにあたり、色々な発電所の事例を見学に行った。堤体の削孔については、同県内の実績があったため、砂防管理者に了解された。（11） ③ 既設構造物への影響低減 ➢ 既設取水口を利用したため、堰堤の改造が不要であり、協議は1か月程度で済んだ。既設水抜き孔の閉塞は砂防管理者から許可されなかった。（17） ➢ 副堤の上に導水管、盛土を設置する際は、必要以上の荷重を与えないよう、軽量盛土を使用することで了解を得た。（11） ④ その他注意点 ➢ ＦＩＴ申請：地権者の印鑑証明が必要である。地権者の所在不明の場合、FIT申請を利用できない。 ➢ 農振除外申請：年2回と限定されている。（タイミングを逃すと事業の遅れにつながるため、申請期間が限定的なものは要注意）

2．砂防堰堤関連業務

【2）砂防堰堤への発電設備導入に係る課題の整理･検討】

※（ ）内の数字は、p.16の発電所の整理番号を表す。

表　アンケート&ヒアリング結果の整理（2）

分類	項目	実施事項等	解決策・工夫点等
計画 ・設計 ・施工	計画	■事業採算性 【主な検討項目】 ➢ 流況観測 ➢ 維持流量の検討 ➢ 発電量の検討 ➢ 事業採算性の把握 ■施設配置計画 【主な検討項目】 ➢ 地権者の把握 ➢ 関係法令の把握 ➢ その他特殊要件の把握 ➢ 発電所、導水路、取水施設の配置計画	①　適切な事業採算性の評価 ➢ 固定経費の見直しにより、ランニングコストを抑え事業収支の確保に努めた。（7） ➢ 河川の流量を正確に把握することが事業の中で一番重要であるため、可能な限り長期で流況の観測を行うことが望ましい。（1、14） ➢ 渇水や発電に使えない一過性の洪水が増えてきているため、適切な事業採算性評価が重要である。（1、4、7、14） ②　土地利用条件を考慮した施設配置計画 ➢ 県道の縦断占用が許可されないため、農地の永代借地権で、農地に埋設した。（6） ➢ 地権者の把握が困難であったため、民地を避けて、官地内に発電所を収めた。（12） ③　開発しやすい堰堤の選定 ➢ 県の公募事業であったため、アクセス性、地権者との交渉、法令関係も問題なかった。（7）
	設計	■施設設計 【主な検討項目】 ➢ 取水構造の検討（直接取水、チロル式取水、サイフォン式取水） ➢ 沈砂池の設計 ➢ 導水路ルートの検討、導水管の設計 ➢ 機械設備の設計（水車・発電機等） ➢ 建築設計（発電所上屋）	①　専門業者との連携 ➢ 技術的検討を専門の設計コンサルトに委託した。（1） ➢ 設計コンサルタントと連携して共同事業体として事業を行った。（7） ➢ 全国小水力発電大会に参加し、全国の水車メーカーと設備選定や工法を検討した。(12) ②　既設取水構造の利活用 ➢ 現在使用されていない既設取水口を利用したため、堰堤の改造が不要であった。（12、17） ③　土砂混入対策 ➢ 水車の設計は大学の先生と共同で実施し、塵芥に強い水車を設計した。（11） ➢ サイフォン式のため、土砂の吸い込みは殆どない。（11） ➢ 取水は湛水位の表流水を取水するため、土砂の流入は殆どない。（12） ➢ 現地設置可能なスペースを勘案し、沈砂池の容量を縮小しため、沈砂池部分に土砂、砂礫が堆積し取水停止した。また、施設を簡素化（入口弁、制御弁の省略）したため、土砂混入による水車へのダメージが大きい。設計時は、土砂混入に配慮し、沈砂池容量は可能な限り大きく確保することが重要である。（1）
	施工	■施工・仮設計画 【主な検討事項】 ➢ 仮設構造物の施工（工事用道路、仮締切、仮設架台、足場 等） ➢ 施設の施工 ➢ 既設堰堤の改造（堤体の削孔等）	① 施工の省力化 ➢ 堤体への穴あけ工法は、地質調査で使用するボーリングマシンを使用することで施工を省力化した。（仮設の軽量化）（11） ➢ 堰堤削孔時は、水位が低い時期に既設の放水管から放水し、水位を下げて施工した。（7）

2．砂防堰堤関連業務

【2）砂防堰堤への発電設備導入に係る課題の整理･検討】

※（ ）内の数字は、p.16の発電所の整理番号を表す。

表　アンケート&ヒアリング結果の整理（3）

分類	項目	実施事項等	解決策・工夫点等
運用	落ち葉・ゴミ・土砂対策	■落ち葉・ゴミの清掃（目詰まり対策） ➢ 落ち葉、ごみ除去作業作業の実施 ➢ 発電機の熱に集まる昆虫の駆除 ➢ 除塵スクリーンの清掃 ■土砂管理 ➢ 取水口前面の堆積土砂の掘削 ➢ 沈砂池に堆積した土砂の撤去 ■機械のメンテナンス ➢ 機械の点検、メンテナンスを実施 ■その他 ➢ 施設周辺の除草作業を実施	①　スクリーンの２重化による落ち葉・ゴミ対策 ➢ 取水口前のスクリーンを２重化した。（11、12、17） ②　流量調整等による落ち葉・ゴミ対策 ➢ 河川流量に合わせて、ガイドベン開度の調整等により流入量を調整することで、土砂の混入を防止している。（1、17） ➢ 流量を調整することで、堰堤の水通しに落ち葉、ゴミを越流させている。（11、12、17） ③　定期的な土砂撤去 ➢ 澪筋維持のために、毎年堰堤内堆積土砂の河道内移動を実施している。（8） ➢ 堰堤の土砂除去を計画している。（12） ➢ 沈砂池に砂礫が堆積しやすいため定期的に排砂を行っている（1）
	積雪対策	■積雪対策 ➢ 冬季は３～４m程度の積雪がある。（12）	①　積雪対策 ➢ 冬季積雪対策として、発電所の出入り口を２段にした。監視カメラは６mの高さとした。（12） ➢ 積雪によりアクセスが困難であるため、谷水による流雪施設の設置、機械除雪を実施している。（6） ➢ 現場に赴く回数を減らすため、ＷＥＢ監視カメラを設置した。（7）
	その他	■その他監視システム ➢ 発電所自動運転 ➢ 監視カメラ、遠方監視システムの導入 ➢ 電話線、通信線 ➢ LEDライトの設置 ➢ 望遠カメラ	①　監視カメラ、遠方監視システムの導入 ➢ 発電所は自働運転とし、異常停止時は現地で再起動している。（11） ➢ 監視カメラ、発電所遠方監視システムにより、24時間随時監視体制で運用している。取水地点では携帯電話の電波が不通のため、発電所から電話線及び通信線（光ケーブル）を敷設し、監視体制を構築した。（6） ➢ 遠隔制御できるＬＥＤライトを設置し、夜間の状況も把握できるようにした。（7） ➢ 職員が遠望カメラで常時監視している（12）

2．砂防堰堤関連業務

【2）砂防堰堤への発電設備導入に係る課題の整理･検討】

※（ ）内の数字は、p.16の発電所の整理番号を表す。

表　アンケート&ヒアリング結果の整理（4）

項目	現状・課題	解決策・工夫
地元貢献・還元	■地元への業務委託 ➢ 管路上の除草等、地元の方に簡単な労働を委託することで委託料を支払っている。（６） ➢ 草刈りなど簡単な管理や巡回程度の委託している。建設工事は地域の業者委託することにした。（１２） ■地元貢献、利益還元 ➢ 周辺の草刈・清掃（年2～3回）を区が実施。（11） ■地元への利益還元 ➢ 用水の管理を弊社が無償で行っている。（６） ➢ 発電所建設前は、ごみの不法投棄などがあったが、建設後は不法投棄がなくなり、また発電所周辺の定期的な草刈りなどを行うため、環境整備され、地元に喜ばれている。（７） ➢ 村主催のまつり等のイベント協賛している。（８） ➢ 漁協の放流事業、地区の行事に対し協賛助成を行っている。（１１） ➢ 補助金を活用し、地元の観光地までの遊歩道の整備を実施。また、地域のこどもたちに向けた環境学習会を、地元の協力団体が開催している。（１７）	―
自由意見（水力発電の普及拡大）	■制度への要望 ➢ 特定非営利活動法人での運営が大変であった。国、県の補助金を増額してもらい黒字経営ができるようにしてほしい（４） ➢ 手続きの簡素化、既設砂防堰堤の活用方法について柔軟な対応（６） ➢ ダム水路主任技術者の配置要件緩和が必要（保有者が少ない資格のため、人員確保が課題）（７） ➢ 既設砂防ダムの設計図書の入手が非常に困難な場合があり、スムーズな情報開示を希望（11） ➢ 地権者の状況確認が重要である。相続や陶器がきちんと行われていない土地については、印鑑証明が入手できずFIT申請が受理されない。地権者の代理承認を認めてもらえれば、普及につながると考える。（12） ■基準等の整備 ➢ 水抜き穴を施工時の閉鎖を認めてほしい（11） ➢ 既設堰堤の削孔、チロリアン取水を付帯については、事例がいくつもある一方で、工事による堰堤への影響、災害時で壊れた際の責任の所在を理由に難色をしめされるケースもある。許可が可能な条件、工法、責任分界などを整理したガイドライン等の作成、全国的な許認可の簡素化やルールの統一がされれば普及拡大が進んでいく。（17） ■事業の実現 ➢ 計画だけであれば民間事業者で検討可能であるが、事業を実行に移すにはハードルが高くなる。事業者は、河川水（公共物）を利用する責任を伴うことを十分理解すべきである。（1）	―

2．砂防堰堤関連業務

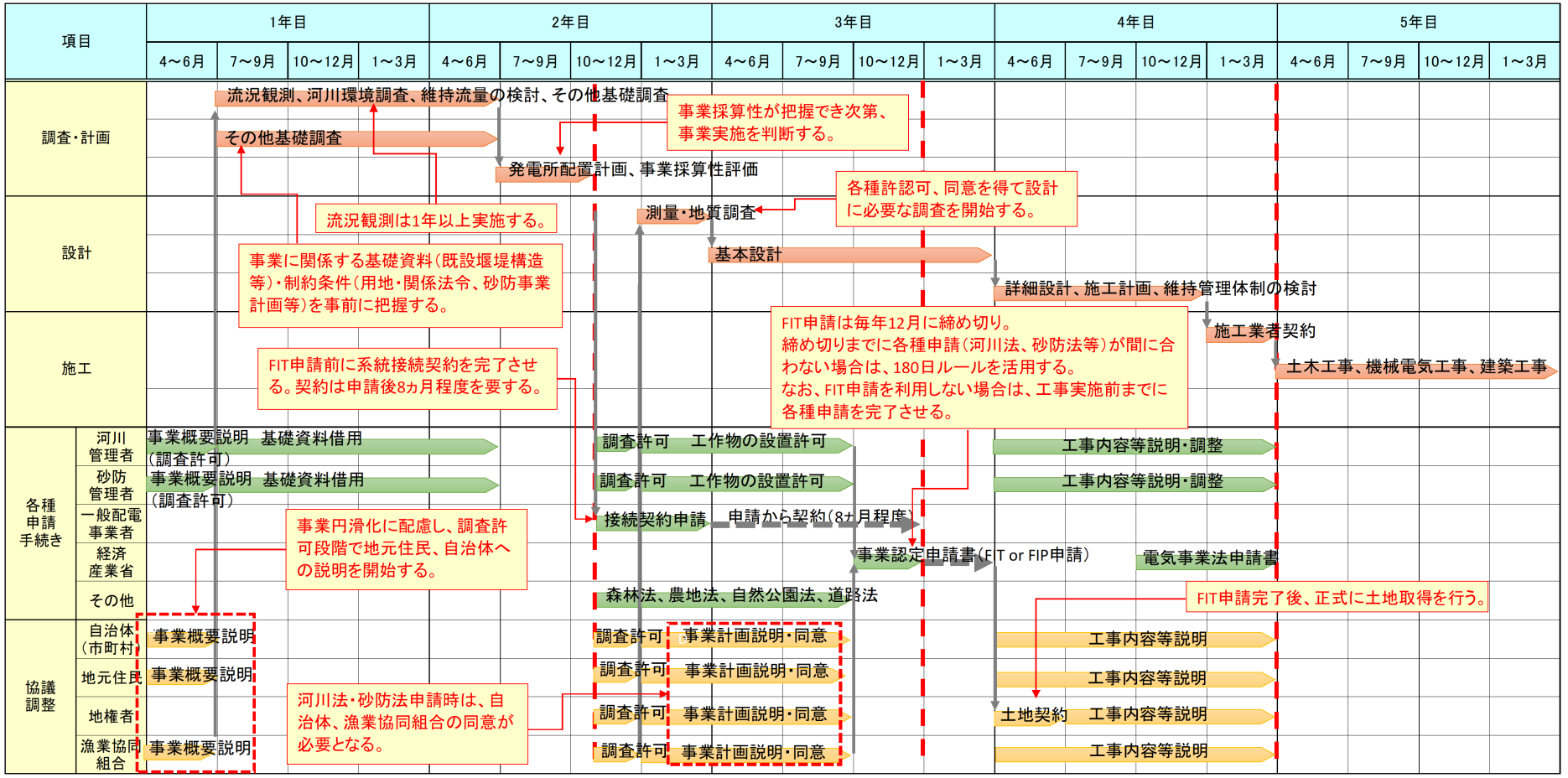
【2）砂防堰堤への発電設備導入に係る課題の整理・検討】

（5）発電事業実施のロードマップ

■発電事業実施のロードマップ

➢ アンケート＆ヒアリング結果を踏まえて、ロードマップ案を作成した。

表　発電事業実施のロードマップ



【ロードマップ作成条件】

※1　調査・設計・施工に係る期間は、アンケート調査結果を踏まえて、5年間とした。なお、本ロードマップは発電事業地決定後の作業を対象としており、事業地候補地の選定に係る調査・検討期間は含んでいない。

※2　各種申請手続きの流れについては、多くの発電事業者が利用しているFIT申請（or FIP申請）を利用するモデルを対象に作成した。

2．砂防堰堤関連業務

【2）砂防堰堤への発電設備導入に係る課題の整理・検討】

（6）事業実施上のポイント

■事業実施上のポイント

➢ アンケート＆ヒアリング結果を踏まえて、事業実施上のポイントを整理した。

表　発電事業実施上のポイント

分類	ポイント	備考
協議・申請上のポイント	• 事業の初期段階にて、各種関係機関への事業計画を周知し、関係性を構築する（例.地元住民、自治体との協議会の設立、事業初期段階の砂防＆河川管理者への説明、漁業協同組合への入会　等） • 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。 • 同じサイトで発電事業を計画している発電事業者の有無を河川管理者、自治体へ確認する。 • 周辺砂防工事との干渉、将来的な砂防堰堤の改修計画の有無を砂防管理者へ確認する。	
計画・設計・施工上のポイント	• 自社にノウハウや経験がない場合は、既往事例等の情報収集により発電事業への理解を深める。（例.周辺での実績調査、既往発電所の見学会、全国小水力発電大会への参加　等） • 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。（例.共同事業体の設立、コンサルタントへの調査・設計委託、施工会社への発注） • 計画地点の流況観測を実施し、施設設計および事業採算性評価を適切に行う。 • 施設の配置計画は、土地利用状況を把握したうえで用地取得がしやすい箇所を選定する。（例. 公共用地、民地の場合は、地権者が見つかる土地） • 可能な限り既設砂防堰堤に影響を与えない構造を検討する。（例.　砂防堰堤の既設取水口の利用、施設影響範囲での軽量盛土の利用 等） • 取水時の土砂流入に配慮した構造を検討する。（例.スクリーンの二重化、沈砂池容量の確保、塵芥に強い水車の選定）	
運用上のポイント	• 取水量を維持するため、取水設備に付着する落ち葉、ゴミ、土砂管理を適切に行う。（例.流量調整、堆砂検知装置、定期的な清掃、土砂撤去 等） • 維持管理の労力を低減するため、遠方監視装置等の導入を検討する。（例.監視カメラ、堆砂検知装置 等） • 積雪が予想される地域については、積雪対策を行う。（例.施設の高所化、流雪施設、 監視カメラ 等）	

3．ダム関連業務

A．ダム未利用水の活用

H30

1.発電実施要件の抽出

1)発電未利用水のあるダムの抽出

↓

2)発電実施要件の調査

↓

発電実施できない理由は以下の4点であることが判明
①事業採算性が低い
②発電所設置スペースが不足
③放流管設置が困難
④系統接続の制約がある

2.発電事業化有望地点における事業化検討

1)既存ダムポテンシャル調査

↓

2)モデルダムにおける発電事業化検討

↓

概ね最大出力100kW程度以上が得られる場合は、FITにより全量売電することで採算性が確保できる場合がある

R1

R2

3.ダム管理設備の省エネルギー化、水力発電導入によるCO_2削減効果の検討

1)ダム管理設備の省エネルギー化による電力削減と温室効果ガス削減量の検証

↓

2)小水力発電による発電電力量と温室効果ガス削減量の検証

↓

3)省エネ・小水力発電導入による経済性評価・効果・課題の整理

R3

4.ダム管理設備省エネルギー化手法とりまとめ、水力発電導入推進方策検討

1)省エネルギー化手法とりまとめ

↓

2)発電ポテンシャルの高いダムの抽出

↓

3)水力発電導入課題事例調査

↓

4)水力発電導入推進方策の検討

B．既存発電所の運用見直しによる増電

1．ダム運用見直しによるポテンシャル向上に関する検討

1)既存ダムの発電阻害要因調査方法の検討

↓

2)ダム運用見直しによるポテンシャル向上検討（AIを活用）

↓

融雪出水のあるダム、ドローダウンのあるダムは、一定の時期に無効放流が発生するため、計画的に年間増電計画が立案できる

2．水系全体でのポテンシャル向上に関する検討

1)ダム運用見直し方法の検討（弾力的管理、運用水位引き下げ、洪水調節後の貯留水活用）

↓

2)ダム運用見直しによる水系全体でのポテンシャル向上検討

↓

ダムおよびその下流にある既設発電所では、無効放流の多いダムにおいて、需要期（夏、冬）の増電が可能

3．ダム関連業務
＜今年度のまとめと課題＞

■検討内容（ダム管理者の取り組み）

・過年度業務で整理したダム関連設備の省エネ手法を効果の大きさによる分類した。

・水力発電ポテンシャルの高いダムについて、省エネ効果、発電量を推計し、経済性、CO_2削減量によりグルーピングすることで可視化した。

■検討結果

（1）省エネルギー化手法とりまとめ

➢ 常用系設備である曝気設備、受電設備や空調を対象に省エネ化手法を適用すると省エネ効果が大きくなる。一方で、ポンプ・ゲートなどの待機設備の省エネ効果が小さい。

省エネ効果	対象施設	省エネ化手法	① 省エネ対策前の消費電力量（MWh/年）	② 省エネ対策後の消費電力量（MWh/年）	③=②−① 省エネ対策による消費電力の削減量（MWh/年）	④=③/① 省エネ対策による消費電力の削減比率	⑤=③の合計 ダム全体の省エネ対策による消費電力の削減量（MWh/年）	⑥=③/⑤ ダム全体の省エネ対策による消費電力の削減量のうち該当対策の占める割合
大（30%以上）	空調	設定温度の変更	24～27	22～24	2.7～2.9	11.0%	4.7～8.1	約30～60%
	受電設備	高効率変圧器への更新	96～165	93～162	1.9～3.4	2.0%		約30～50%
中（10～30%）	曝気設備	高効率モータの採用	45	43	1.9	4.2%		約20～30%
小（10%以下）	ポンプ・ゲート	高効率モータの採用	0.01～13.45	0.01～12.68	0.001～0.77	5.7～8.4%		約10%以下
	照明（監査廊）	LED照明の採用	0.09～2.06	0.04～1.03	0.04～1.03	50.0%		約10%以下

■今後の課題

➢ 省エネ手法をダム管理者に普及啓発していく必要がある。

（2）発電ポテンシャルの高いダムの抽出

➢ 国交省所管ダムのうち、発電ポテンシャルの高い25ダムを対象に、FIT全量売電した場合の費用対効果(B/C)とCO_2削減量の関係を整理した。

➢ 従属発電の場合、B/Cが1を下回るダムもあるが、無効放流を活用した場合は、B/CおよびCO_2削減量が向上するとともに、全てのダムにおいてB/Cが1.0以上となった。

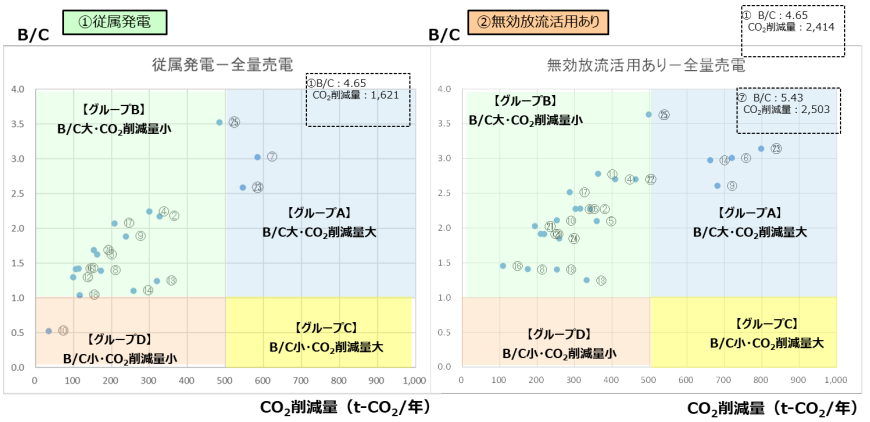


図　FIT全量売電における費用対効果とCO_2削減量

3．ダム関連業務
＜今年度のまとめと課題＞

■検討内容（許可工作物としての発電事業者の取り組み）

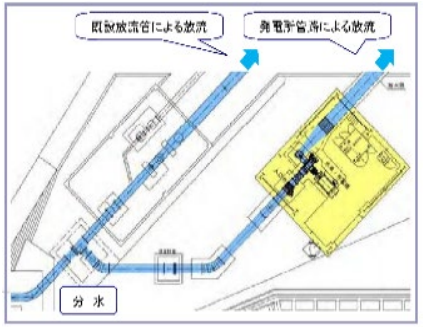
・後のり水力発電事業の導入における工夫点等について、アンケート・ヒアリングによる事例調査を実施した。

■検討結果

（３）水力発電導入課題事例調査

- 後のりの水力発電事業者に対して、導入時の課題、工夫等の事例調査（アンケート調査、ヒアリング）を実施した。
- アンケート調査の結果、直近30年間で後のり発電を実施していることが把握できた27箇所中、22箇所より回答を得た。
- 発電所設置や運転方法において工夫した点など、今後、後のり発電導入検討の際に参考となる情報を整理した。







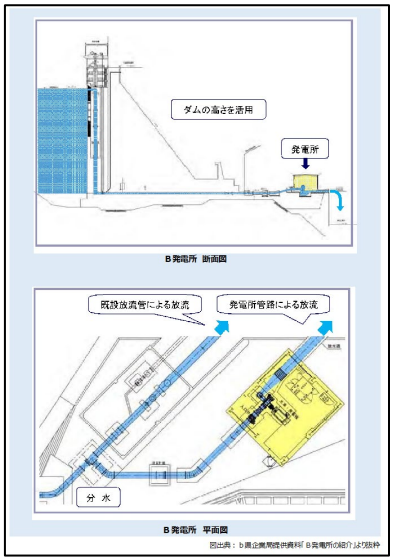
収集事例（図面・写真）

■検討結果

（４）導入推進方策検討

- ダム管理者以外の発電事業者（自治体、民間）を対象とした水力発電導入の推進方策として、事例集を作成した。





3．ダム関連業務

【目的】・ダムの発電量、省エネ効果の試算、水力発電導入推進方策の整理
【検討/調査内容】・昨年度までに代表４ダムについて、省エネ化手法や水力発電の導入による発電電力量および温室効果ガス削減量を試算し、経済性評価等を実施。今年度は省エネルギー化手法をとりまとめ、発電ポテンシャルの高い他の25ダムを対象に発電電力量および温室効果ガス削減量を整理するとともに、後のり水力発電の導入にあたっての工夫点等を整理した水力発電の事例集を作成した。

■実施方針

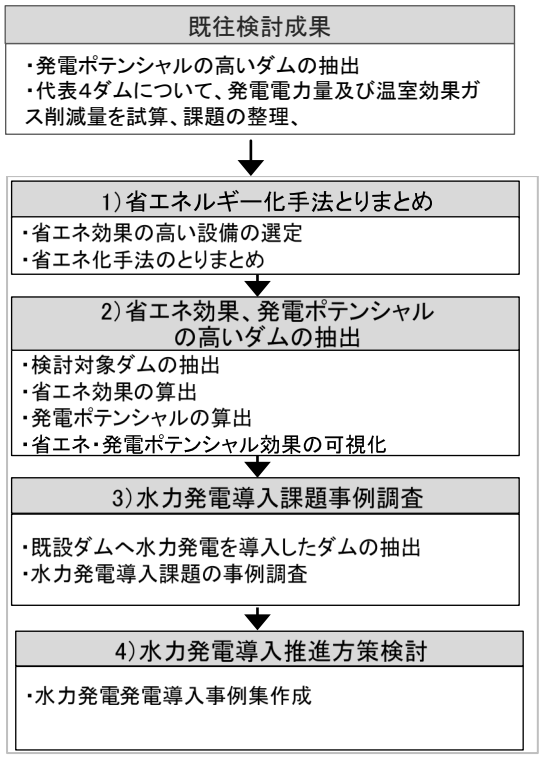


図　検討/調査フロー

■実施内容

1)省エネルギー化手法とりまとめ

- 過年度業務で整理したダム関連設備の省エネ手法を効果の大きさによる分類
- 導入にあたっての障壁となる事項を管理者やメーカーヒアリングにより整理

2)省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出

- 水力発電ポテンシャルの高いダムを抽出し、省エネ効果、発電量を推計
- 経済性、CO_2削減量によるグループ化、課題整理

3)水力発電導入課題事例調査

- 水力発電の導入における課題事項の事例調査を実施
- バックアロケについては、事業者が参考となるような事例を収集

4)水力発電導入推進方策検討

- 水力発電導入事例集の作成

表　省エネ手法とりまとめイメージ

省エネ効果	対象設備	省エネ化手法と更新の手法
大 （○％以上）	受変電設備 空調設備	高効率変圧器への更新 設定温度の調整
中 （△％以上～○％未満）	曝気設備	高効率電動機への更新
小 （△％以上～○％未満）	ゲート設備 ポンプ設備 照明設備	高効率電動機への更新 LED灯具の採用

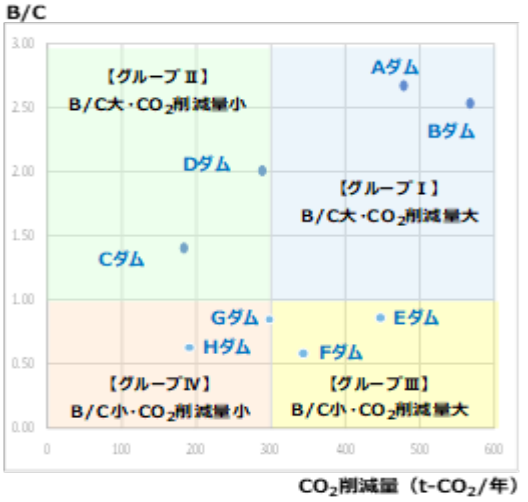


図　効果整理イメージ

【期待される成果イメージ】

【ダム管理者の取り組み】
- **ダム管理設備の省エネ発電手法**
- **発電ポテンシャルの高い25ダムを対象にした発電電力量、CO_2削減量の可視化**

【許可工作物としての発電事業者の取り組み】
- **水力発電導入事例集（導入にあたっての工夫点等）**

3．ダム関連業務

【1）省エネルギー化手法とりまとめ】

（1）省エネ化手法の整理

➢ 過年度業務で整理したダム関連設備の省エネ化手法一覧を以下に示す。

● ダム機械設備（**ポンプ・ゲート、曝気設備 除塵機等**）の省エネ対策一覧を下表に示す。

表 省エネ化手法一覧（機械設備） ：過年度業務の対象ダムで適用された省エネ化手法

No	種別	関連設備	省エネ対策	概 要	適用条件	算出方法 等
1	ダム機械設備	ポンプ・ゲート曝気設備等	高効率モータの採用	● 消費電力の損失が少なく、出力される駆動性能が高い高効率モータの採用により電力量料金を削減。	電動機がある	● 現状の電動機は標準効率（IE1）型とし、トップランナー電動機（IE3）に更新するものとする。 ● 対象は出力が0.5kW以上375kW以下のもの。 ● 効率は（一社）日本電機工業会の資料を参照し、消費電力量の削減量は下式で算出。 $\text{出力（kW）} \times \text{運転時間（時間／年）} \times \left(\frac{100}{\text{標準効率モータの効率（\%）}} - \frac{100}{\text{トップランナーモータの効率（\%）}} \right)$
2		ポンプ	バルブ損失の低減	● バタフライ弁から損失の少ない仕切弁に変更し、電力量料金を削減。	バタフライ弁がある	● 現状がバタフライ弁で流量調整を伴わない場合、仕切弁に変更する。
3		ゲート	中塗り上塗り兼用塗装の採用	● 中塗・上塗兼用塗料の採用により、塗装回数の低減、工期短縮を図る。 ※【参考】CO_2低減にはならないが、揮発性有機化合物（VOC）の低減が期待できる	ゲートに塗装がされている	● 現状の塗装仕様の発生VOC量を198g/m3、中塗り上塗り兼用塗装の発生VOC量を150g/m3とする（メーカーHPより）。 ● 1回塗替えあたりのVOC削減量を、塗装面積×発生VOC量差で算出。
4			太陽光パネルを電源とした開閉装置の採用	● ゲートの開閉装置を太陽光パネルを電源にした自動開閉装置にすることによる電力量料金の削除。 ● 小規模なゲートでのみ適用可能。天候に左右されるため、安定的な電力の供給が難しい。	開閉装置の電動機の出力が0.4kW以下である	● 適用したゲートに必要な電力がゼロとなる。
5		除塵機	複数のレーキを取付けた除塵機の採用	● 複数のレーキを取り付けることで、従来のシングル型と同等の処理能力の場合、運転速度を1/2に低減	除塵機がある	● 電動機容量を1/3～1/4に低減可能（メーカーHPより）。

3．ダム関連業務

【1）省エネルギー化手法とりまとめ】

（1）省エネ化手法の整理

- ダム電気通信施設（**受電設備**）及び建築設備（**空調と照明設備**）の省エネ対策一覧を下表に示す。

表　省エネ対策一覧（電気通信施設、建築設備）　　：過年度業務の対象ダムで適用された省エネ化手法

No	種別	関連設備	省エネ対策	概　要	適用条件	適用・算出方法　等
6	ダム電気通信施設	受電設備	力率の改善	● 力率改善用機器（進相コンデンサ）の設置による力率の改善。	力率改善用機器が設置されていない	● コンデンサ設置により、力率を5%改善と想定。 （当初から設置または改良により設置済）
7			高効率変圧器への更新	● 変圧器は稼働時に電気の損失が生じているが、より損失の少ないトップランナー変圧器等への更新により、損失を減らすことで消費電力量を削減。	2014年以前に設置されている	● トップランナー変圧器2014へ更新することにより損失を減らし、変圧器の効率を96%⇒98%に改善すると想定する。 ● 消費電力量の削減量は、事務所の年間消費電力量×2%とする
8	建築設備他	空調	最適な運転制御方式の適用設定温度を2℃変更	● 設備の運転状況を踏まえた、運転制御方式に変更することで使用電力量を削減。 ● 設置温度を2℃変更し、使用電力量を削減。	空調設備がある	● 従来のOn-Off制御方式からインバータ制御方式に更新して、消費電力量を60%低減とする（メーカーHPより） ● 設定温度を2℃変更し、消費電力を11%低減。空調出力×所要動力50%×運転時間×0.11で試算。
9		照明（監査廊内）	LED照明の採用	● 一般電球やミニクリプトン電球の照明器具と比べて消費電力が約1/2～1/8程度のLED照明を採用する。	LED以外の照明がある	● 監査廊内の従来の蛍光灯をLED蛍光灯に更新して、消費電力を1/2とする。 ● 監査廊の照明の資料がない場合は、現状は5m間隔で0.2kWの蛍光灯が設置されているものとする。 ● 消費電力削減量は、蛍光灯数×0.2kW×点灯時間×1/2で試算。

- CO2排出量は、**CO2排出量＝エネルギー消費量（電力使用量）×CO2排出係数**で算出する。
- CO2排出係数は、環境省が公表している電気事業者別排出係数（R元年度版）を使用する。

3．ダム関連業務

【1）省エネルギー化手法とりまとめ】

（２）省エネ化手法のとりまとめ

- 過年度業務の対象４ダムの検討結果を踏まえ、省エネ化手法のとりまとめを行った。
- 常用系の設備である曝気設備、受電設備や空調を対象に省エネ化手法を適用すると、省エネ効果が大きくなる傾向となった。一方で、ポンプ・ゲートなどの待機設備を対象とした場合には、省エネ効果が小さくなっている。

表　各ダムの省エネ対策の効果

ダム名	ダム全体の消費電力量（MWh／年）	ダム全体のCO_2排出量（t-CO_2／年）	既存設備の省エネ対策	
			消費電力削減量（MWh／年）	年CO_2削減量（t-CO_2／年）
○○ダム	141	64	6.2	2.8
△△ダム	104	55	6.8	3.6
□□ダム	95	33	4.7	1.6
●●ダム	165	57	8.1	2.8

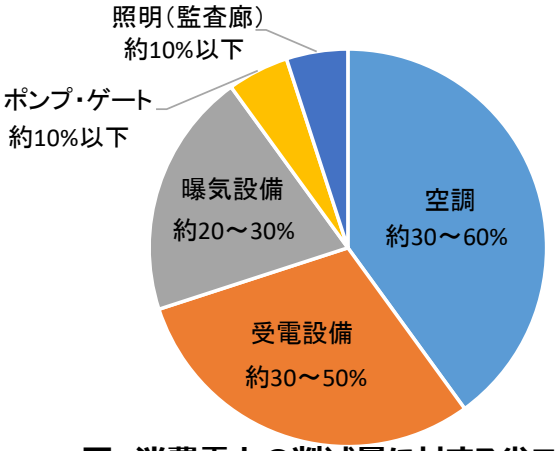


図　消費電力の削減量に対する省エネ化手法（対象施設）の内訳イメージ

表　省エネ化手法のとりまとめ（過年度業務に基づく）

省エネ効果	対象施設	省エネ化手法	①	②	③＝②－①	④＝③／①	⑤＝③の合計	⑥＝③／⑤
			省エネ対策前の消費電力量（MWh／年）	省エネ対策後の消費電力量（MWh／年）	省エネ対策による消費電力の削減量（MWh／年）	省エネ対策による消費電力の削減比率	ダム全体の省エネ対策による消費電力の削減量（MWh／年）	ダム全体の省エネ対策による消費電力の削減量のうち該当対策の占める割合
大（30%以上）	空調	設定温度の変更	24～27	22～24	2.7～2.9	11.0%	4.7～8.1	約30～60%
	受電設備	高効率変圧器への更新	96～165	93～162	1.9～3.4	2.0%		約30～50%
中（10～30%）	曝気設備	高効率モータの採用	45	43	1.9	4.2%		約20～30%
小（10%以下）	ポンプ・ゲート	高効率モータの採用	0.01～13.45	0.01～12.68	0.001～0.77	5.7～8.4%		約10%以下
	照明（監査廊）	LED照明の採用	0.09～2.06	0.04～1.03	0.04～1.03	50.0%		約10%以下

3．ダム関連業務

【2）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（１）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムおよび設備の抽出

- 既往検討において整理された発電ポテンシャルの高い25基のダムを対象に、省エネ効果および発電電力量を算出した。
- 省エネ効果の算出にあたっては、対象ダムの既存設備より省エネ化手法が適用可能な設備を抽出した。

表　検討対象ダム、省エネ化手法が適用可能な設備一覧

No.	ダム名	竣工	ダム型式	機械設備							電気通信施設		建築設備他	
				洪水吐	取水	除塵機	曝気設備	昇降設備	ポンプ設備	その他	受電設備		空調	照明LED化
											設備の有無	設置年度		
1	Aダム	2012	台形CSG	-	○	-	-	-	○	○	○	2012	○	-
2	Bダム	1982	重力式	○	○	-	-	-	-	○	○	1981	○	-
3	Cダム	1995	重力式	-	○	-	○	-	○	○	○	1993	○	-
4	Dダム	2010	重力式	-	○	-	-	○	○	○	○	2010	○	-
5	Eダム	2005	ロックフィル	○	○	-	-	-	○	○	○	2004	○	-
6	Fダム	2000	ロックフィル	-	○	-	-	-	-	○	○	1999	○	-
7	Gダム	1996	重力式	-	○	-	-	○	-	○	○	1994	○	-
8	Hダム	1973	重力式	○	○	-	-	-	-	○	○	2009	○	-
9	Iダム	2003	ロックフィル	-	○	-	-	-	○	○	○	2001	○	-
10	Jダム	2012	重力式	-	○	-	-	-	-	○	○	2012	○	-
11	Kダム	2011	重力式	-	○	-	-	-	○	○	○	2010	○	-
12	Lダム	1994	重力式	-	○	-	-	-	○	○	○	1995	○	-
13	Mダム	2009	重力式	○	○	-	-	-	○	○	○	2003	○	-
14	Nダム	1986	ロックフィル	○	○	○	-	-	-	○	○	1990	○	-
15	Oダム	1990	重力式	○	○	-	-	-	○	○	○	2009	○	-
16	Pダム	1971	重力式	○	○	-	-	-	-	○	○	2006	○	○
17	Qダム	1987	重力式	○	○	-	-	○	-	○	○	2009	○	-
18	Rダム	2014	重力式	○	○	-	-	-	○	○	○	2013	○	-
19	Sダム	1974	重力式	○	○	-	-	-	○	○	○	2013	○	-
20	Tダム	1988	重力式	-	○	-	-	-	○	○	○	1987	○	-
21	Uダム	1969	重力式	-	○	-	-	-	-	○	○	2010	○	-
22	Vダム	1980	重力式	○	○	-	-	○	-	○	○	2000	○	-
23	Wダム	1965	重力式	○	○	-	-	-	○	○	○	1993	○	-
24	Xダム	1974	重力式	○	○	-	-	-	-	○	○	2011	○	-
25	Yダム	1969	重力式	○	○	-	-	-	○	○	○	2007	○	-

3．ダム関連業務

【2）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（２）省エネ効果　高効率モータの採用による省エネ効果

- 既存の各設備に高効率モータを採用した場合の消費電力削減量及びCO2削減量を以下に示す。
- CO2削減量は0.3kg-CO2/年（10.Jダム）～679.2kg-CO2/年（3.Cダム）とダムによって差異が大きくなっている。
- 強制排水ポンプや水質保全設備（曝気設備）といった常時稼働している設備のあるダム（1.Aダム、3.Cダムなど）の消費電力削減量及びCO2削減量が大きくなっている。

No	ダム名	設備名		設備形式（ゲート形式）	門数	設置年度	数量	出力（kW）	更新前力率（%）	更新後力率（%）	開閉速度（m/min）	揚程（m）	使用頻度	使用時間（hr/年）	更新前消費電力（kW）	更新後消費電力（kW）	使用電力差（kWh/年）	CO2排出係数（t-CO2/kWh）	CO2削減量（kg-CO2/年）
1	Aダム	取水設備	取水ゲート	傾斜直線多段式ゲート	1	2012	2	5.5	84.7	89.6	0.3	13.7	1回以上/月	54.8	6.5	6.1	39	0.000656	25.5
		取水設備	底部取水ゲート	ローラーゲート	1	2012	1	2.2	79.7	86.7	0.3	4.994	1回未満/月	0.6	2.8	2.5	0	0.000656	0.1
		取水設備	修理用ゲート	サーニットゲート	1	2012	1	2.2	79.7	86.7	0.3	4.162	1回未満/月	0.5	2.8	2.5	0	0.000656	0.1
		放流設備	利水放流主ゲート	ジェットフローゲート	1	2012	1	2.2	79.7	86.7	0.1	0.6	1回以上/日	72.0	2.8	2.5	16	0.000656	10.5
		放流設備	利水放流副ゲート	高圧スライドゲート	1	2012	1	2.2	79.7	86.7	0.1	0.6	1回未満/月	0.2	2.8	2.5	0	0.000656	0.0
		放流設備	水位低下用主ゲート	ジェットフローゲート	1	2012	1	5.5	84.7	89.6	0.2	2.4	1回未満/月	0.4	6.5	6.1	0	0.000656	0.1
		放流設備	水位低下用副ゲート	高圧スライドゲート	1	2012	1	5.5	84.7	89.6	0.2	2.4	1回未満/月	0.4	6.5	6.1	0	0.000656	0.1
		放流設備	当別幹線流水遮断バルブ	高圧スライドゲート	1	2012	1	5.5	84.7	89.6	0.2	2	1回未満/月	0.3	6.5	6.1	0	0.000656	0.1
		強制排水ポンプ			2	2012	2	11	87.6	91.4	-	-	常時	200	12.6	12.0	209	0.000656	137.0
		合計															264		173.5
2	Bダム	貯水位低下用放流設備	主ゲート	ジェットフローゲート	1	1981	1	5.5	84.7	89.6	0.2	1.7	1回未満/月	0.3	6.5	6.1	0	0.000656	0.1
			副ゲート	高圧スライドゲート	1	1981	1	5.5	84.7	89.6	0.2	1.7	1回未満/月	0.3	6.5	6.1	0	0.000656	0.1
		選択取水設備	取水ゲート	円形多段式ゲート	1	1981	1	1.5	77.2	85.3	0.3	14.7	1回以上/月	58.8	1.9	1.8	11	0.000656	7.1
		小容量放流設備	主ゲート	ジェットフローゲート	1	1981	1	1.5	77.2	85.3	0.05	0.4	1回以上/月	9.6	1.9	1.8	2	0.000656	1.2
			副ゲート	スルースバルブ	1	1981	1	1.5	77.2	85.3	0.1	0.6	1回未満/月	0.2	1.9	1.8	0	0.000656	0.0
			水道用バルブ	スルースバルブ	1	1981	1	1.5	77.2	85.3	0.1	0.8	1回以上/日	96.0	1.9	1.8	18	0.000656	11.6
		合計															31		20.1
3	Cダム	選択取水設備（不特定・鍋倉用水）	取水ゲート	直線多段式ローラゲート	1	1993	1	2.2	79.7	86.7	0.3	11.1	15～30回未満/月	325.6	2.8	2.5	73	0.000528	38.3
			制水ゲート	ローラゲート	1	1993	1	1.5	77.2	85.3	0.3	1.1	1回未満/月	0.1	1.9	1.8	0	0.000528	0.0
			低水取水ゲート	ローラゲート	1	1993	1	1.5	77.2	85.3	0.3	1.2	1回未満/月	0.1	1.9	1.8	0	0.000528	0.0
		選択取水設備（水道用水）	上段主バルブ	スルースバルブ	1	1991	1	1.5	77.2	85.3	0.2	0.4	15～30回未満/月	17.6	1.9	1.8	3	0.000528	1.7
			上段副バルブ	スルースバルブ	1	1991	1	1.5	77.2	85.3	0.2	0.4	1回未満/月	0.1	1.9	1.8	0	0.000528	0.0
			下段主バルブ	スルースバルブ	1	1991	1	1.5	77.2	85.3	0.2	0.4	5～15回未満/月	8.0	1.9	1.8	1	0.000528	0.8
			下段副バルブ	スルースバルブ	1	1991	1	1.5	77.2	85.3	0.2	0.4	1回未満/月	0.1	1.9	1.8	0	0.000528	0.0
		利水放流設備（不特定）	主バルブ	ジェットフローゲート	1	1991	1	1.5	77.2	85.3	0.05	0.58	15～30回未満/月	102.1	1.9	1.8	19	0.000528	9.9
			副バルブ	高圧スライドゲート	1	1991	1	2.2	79.7	86.7	0.1	0.6	1回未満/月	0.2	2.8	2.5	0	0.000528	0.0
		利水放流設備（鍋倉用水）	主バルブ	ジェットフローゲート	1	1991	1	0.75	72.1	82.5	0.05	0.36	15～30回未満/月	63.4	1.0	0.9	8	0.000528	4.4
			副バルブ	高圧スライドゲート	1	1991	1	0.75	72.1	82.5	0.1	0.3	1回未満/月	0.1	1.0	0.9	0	0.000528	0.0
		利水放流設備（水道用水）	副バルブ	スルースバルブ	1	1991	1	1.5	77.2	85.3	0.2	0.4	1回未満/月	0.1	1.9	1.8	0	0.000528	0.0
		係船設備		インクライン式	1	1993	1	5.5	84.7	89.6	10	48	1～5回未満/月	5.8	6.5	6.1	2	0.000528	1.1
		監査廊排水設備		水中ポンプ式	1	1991	1	3	81.5	87.7	-	-	常時	200	3.7	3.4	52	0.000528	27.5
		水質保全設備（循環流発生装置）		プロペラ式	1	2007	1	11	87.6	91.4	-	-	常時（出水期のみ）	2,160.0	12.6	12.0	1,128	0.000528	595.4
		合計															1,286		679.2

3．ダム関連業務

【2）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（２）省エネ効果　高効率モータの採用による省エネ効果

No	ダム名	設備名		設備形式（ゲート形式）	門数	設置年度	数量	出力（kW）	更新前力率（%）	更新後力率（%）	開閉速度（m/min）	揚程（m）	使用頻度	使用時間（hr/年）	更新前消費電力（kW）	更新後消費電力（kW）	使用電力差（kWh/年）	CO2排出係数（t-CO2/kWh）	CO2削減量（kg-CO2/年）
4	Dダム	取水設備	取水ゲート	側壁付円形多段式シリンダゲート	1	不明	1	5.5	84.7	89.6	0.3	37.55	1回以上/月	150.2	6.5	6.1	53	0.000528	28.2
		利水設備	利水放流主ゲート	ジェットフローゲート	1	不明	1	0.75	72.1	82.5	0.05	0.425	1回以上/日	102.0	1.0	0.9	13	0.000528	7.1
			利水放流副ゲート	高圧スライドゲート	1	不明	1	0.75	72.1	82.5	0.1	0.34	1回未満/月	0.1	1.0	0.9	0	0.000528	0.0
		水位低下設備	水位低下放流主ゲート	ジェットフローゲート	1	不明	1	1.5	77.2	85.3	0.1	0.65	1回未満/月	0.2	1.9	1.8	0	0.000528	0.0
			水位低下放流副ゲート	高圧スライドゲート	1	不明	1	2.2	79.7	86.7	0.1	0.54	1回未満/月	0.2	2.8	2.5	0	0.000528	0.0
		場内排水ポンプ			2	不明	1	3.7	85.0	89.5	-	-	常時	200	4.4	4.1	44	0.000528	23.1
		エレベータ			1	不明	1	7.5	86.0	90.4	60	68.7	1回/月	0.5	8.7	8.3	0	0.000528	0.1
		合計															111		58.5
5	Eダム	洪水吐設備		鋼製ローラゲート	2	2004	2	3.7	85.0	89.5	0.3	6.12	少：1回未満/月	0.7	4.4	4.1	0	0.000528	0.2
		取水設備	取水ゲート	下方漸拡型鋼製シリンダーゲート機械式（段数5段）	1	2003	1	3.7	85.0	89.5	0.3	15.9	多：30回以上/月	636.0	4.4	4.1	139	0.000528	73.5
			低水取水ゲート	スライドゲート	1	2003	1	3.7	85.0	89.5	0.5	28.5	少：1回未満/月	1.9	4.4	4.1	0	0.000528	0.2
			制水ゲート	スライドゲート	1	2003	1	1.5	77.2	85.3	0.5	32.5	少：1回未満/月	2.2	1.9	1.8	0	0.000528	0.2
		放流設備	放流主バルブ（1,2号）	ジェットフローゲート	2	2004	2	5.5	84.7	89.6	0.1	0.95	多少：1~30回未満/月	57.0	6.5	6.1	40	0.000528	21.4
			放流副バルブ（1,2号）	片テーパースルースバルブ	2	2004	2	5.5	85.0	89.5	0.1	0.75	少：1回未満/月	0.3	6.5	6.1	0	0.000528	0.1
		監査廊排水ポンプ			2	2006	2	3.7	85.0	89.5	–	–	多：30回以上/月	200.0	4.4	4.1	88	0.000528	46.2
		合計															269		141.8
6	Fダム	制水設備	緊急放流用制水ゲート	スルースバルブ	1	1999	1	7.5	86.0	90.4	0.1	1	1回未満/月	0.3	8.7	8.3	0	0.000528	0.1
		制水設備	低水放流用制水ゲート	スルースバルブ	1	1999	1	3.7	85.0	89.5	0.1	0.7	1回未満/月	0.2	4.4	4.1	0	0.000528	0.0
		大放流設備	大放流主ゲート	ジェットフローゲート	1	1999	1	5.5	84.7	89.6	0.1	0.98	1回以上/月	11.8	6.5	6.1	4	0.000528	2.2
		大放流設備	大放流副ゲート	スルースバルブ	1	1999	1	5.5	84.7	89.6	0.1	1.055	1回未満/月	0.4	6.5	6.1	0	0.000528	0.1
		小放流設備	小放流副ゲート	スルースバルブ	1	1999	1	0.75	72.1	82.5	0.1	0.37	1回未満/月	0.1	1.0	0.9	0	0.000528	0.0
		合計															5		2.4
7	Gダム	取水設備	取水ゲート	直線形ローラゲート	1	1994	1	2.2	79.7	86.7	0.3	17.5	1回以上/月	70.0	2.8	2.5	16	0.000528	8.2
			制水ゲート	スライドゲート	1	1994	1	1.5	77.2	85.3	0.5	1.8	1回未満/月	0.1	1.9	1.8	0	0.000528	0.0
			水位低下用ゲート	スライドゲート	1	1994	1	1.5	77.2	85.3	0.3	1.8	1回未満/月	0.2	1.9	1.8	0	0.000528	0.0
		放流設備	φ1200バタフライバルブ	バタフライバルブ	1	1991	1	2.2	79.7	86.7	開閉時間1.3min	-	1回以上/月	1.6	2.8	2.5	0	0.000528	0.2
			φ600主ゲート	ジェットフローゲート	1	1991	1	2.2	79.7	86.7	0.1	0.6	1回以上/月	7.2	2.8	2.5	2	0.000528	0.8
			φ600副ゲート	仕切弁	1	1991	1	1.5	77.2	85.3	0.1	0.6	1回未満/月	0.2	1.9	1.8	0	0.000528	0.0
			φ200主ゲート	ジェットフローゲート	1	1991	1	0.75	72.1	82.5	0.05	0.2	1回以上/月	4.8	1.0	0.9	1	0.000528	0.3
			φ200副ゲート	仕切弁	1	1991	1	0.75	72.1	82.5	0.05	0.2	1回未満/月	0.1	1.0	0.9	0	0.000528	0.0
		係船設備		インクライン	1	1994	1	5.5	84.7	89.6	10	68	1回/月	2.7	6.5	6.1	1	0.000528	0.5
		昇降設備			1	1995	1	7.5	86.0	90.4	60	93	1回/月	0.6	8.7	8.3	0	0.000528	0.1
		合計															20		10.3
8	Hダム	クレスト		ラジアルゲート	1	1973	1	15	89.5	93.0	0.3	10.25	1回/月	13.7	16.8	16.1	9	0.000526	4.5
		小容量放流（左岸側）	主ゲート	ホロージェットバルブ	1	不明	1	11	88.5	92.4	開閉時間7.0min	–	1回以上/日	42.0	12.4	11.9	22	0.000526	11.6
			副ゲート	ゲートバルブ	1	不明	1	15	89.5	93.0	開閉時間9.5min	–	1回未満/月	0.5	16.8	16.1	0	0.000526	0.2
		小容量放流（右岸側）	主ゲート	ホロージェットバルブ	1	不明	1	11	88.5	92.4	開閉時間7.0min	–	1回以上/日	42.0	12.4	11.9	22	0.000526	11.6
			副ゲート	ゲートバルブ	1	不明	1	15	89.5	93.0	開閉時間9.5min	–	1回未満/月	0.5	16.8	16.1	0	0.000526	0.2
		小容量放流（非常用）	主ゲート	バタフライバルブ	1	不明	1	11	88.5	92.4	開閉時間1.3min	–	1回未満/月	0.1	12.4	11.9	0	0.000526	0.0
		小放流バルブ		ジェットフローゲート	1	2009	1	0.75	78.0	85.5	0.1	0.5	1回以上/月	6.0	1.0	0.9	1	0.000526	0.3
		合計															54		28.3

3．ダム関連業務

【２）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（２）省エネ効果　高効率モータの採用による省エネ効果

No	ダム名	設備名		設備形式（ゲート形式）	門数	設置年度	数量	出力（kW）	更新前力率（%）	更新後力率（%）	開閉速度（m/min）	揚程（m）	使用頻度	使用時間（hr/年）	更新前消費電力（kW）	更新後消費電力（kW）	使用電力差（kWh/年）	CO2排出係数（t-CO2/kWh）	CO2削減量（kg-CO2/年）
9	Iダム	取水設備	取水ゲート	多段型ローラゲート（2段）	2	不明	2	1.5	81.5	86.5	0.3	10	1回以上/月	40.0	1.8	1.7	9	0.000526	4.5
			取水口制水ゲート(点検・維持管理用)	充水バルブ内臓鋼製ローラゲート	1	不明	1	5.5	87.0	91.7	0.5	1.333	1回未満/月	0.1	6.3	6.0	0	0.000526	0.0
			保安ゲート	フラップ内臓鋼製ローラゲート	1	不明	1	5.5	87.0	91.7	0.5	0.7	1回未満/月	0.0	6.3	6.0	0	0.000526	0.0
			水位低下用ゲート	鋼製ローラゲート	1	不明	1	1.5	81.5	86.5	0.5	1.5	1回未満/月	0.1	1.8	1.7	0	0.000526	0.0
		利水放流設備	右岸かんがい用水（主バルブ）	スルースバルブ	1	不明	1	0.75	78.0	85.5	0.1	0.2	1回未満/月	0.1	1.0	0.9	0	0.000526	0.0
			左岸かんがい用水（主バルブ）	スルースバルブ	1	不明	1	0.75	78.0	85.5	0.1	0.2	1回未満/月	0.1	1.0	0.9	0	0.000526	0.0
		低水放流設備	維持流量、不特定(2/2)（主バルブ）	ジェットフローゲート	1	不明	1	0.75	78.0	85.5	0.05	0.4	1回以上/月	9.6	1.0	0.9	1	0.000526	0.4
			維持流量、不特定(2/2)（副バルブ）	高圧スライドゲート	1	不明	1	2.2	83.0	89.5	0.1	0.4	1回未満/月	0.1	2.7	2.5	0	0.000526	0.0
		貯水位低下用放流設備	維持流量、不特定(1/2)（主バルブ）	ジェットフローゲート	1	不明	1	5.5	87.0	91.7	0.1	0.7	1回以上/月	8.4	6.3	6.0	3	0.000526	1.4
			維持流量、不特定(1/2)（副バルブ）	高圧スライドゲート	1	不明	1	3.7	85.0	89.5	0.1	0.7	1回未満/月	0.2	4.4	4.1	0	0.000526	0.0
		排水ポンプ		水中ポンプφ150	2	不明	2	15	89.5	93.0	－	－	常時	200	16.8	16.1	252	0.000526	132.7
		合計															264		139.1
10	Jダム	放流設備	副ゲート	スルースバルブ	1	2012	1	0.75	78.0	85.5	0.1	0.37	1回未満/月	0.1	1.0	0.9	0	0.000526	0.0
		取水設備	No.1取水ゲート	スライドゲート	1	2012	1	0.75	78.0	85.5	0.3	0.5	1回以上/月	2.0	1.0	0.9	0	0.000526	0.1
			No.2取水ゲート	スライドゲート	1	2012	1	0.75	78.0	85.5	0.3	0.5	1回以上/月	2.0	1.0	0.9	0	0.000526	0.1
			No.3取水ゲート	スライドゲート	1	2012	1	1.5	81.5	86.5	0.3	0.5	1回以上/月	2.0	1.8	1.7	0	0.000526	0.1
			水位低下用ゲート	スライドゲート	1	2012	1	7.5	87.5	91.7	0.3	1	1回未満/月	0.1	8.6	8.2	0	0.000526	0.0
		合計															1		0.3
11	Kダム	取水設備		円形多段式ゲート	1	2010	1	3.7	85.0	89.5	0.3	20	1回以上/月	80.0	4.4	4.1	18	0.000526	9.2
		常用放流設備	放流用主ゲート	ジェットフローゲート	1	2010	1	3.7	85.0	89.5	0.1	0.5	1回以上/月	6.0	4.4	4.1	1	0.000526	0.7
			放流用副ゲート	高圧スライドゲート	1	2010	1	2.2	83.0	89.5	0.1	0.5	1回未満/月	0.2	2.7	2.5	0	0.000526	0.0
			小放流用主ゲート	ジェットフローゲート	1	2010	1	1.5	81.5	86.5	0.05	0.15	1回以上/月	3.6	1.8	1.7	0	0.000526	0.2
			小放流用副ゲート	高圧スライドゲート	1	2010	1	1.5	81.5	86.5	0.1	0.15	1回未満/月	0.1	1.8	1.7	0	0.000526	0.0
		利水放流設備	農業用主ゲート	ジェットフローゲート	1	2010	1	1.1	79.0	86.5	0.05	0.15	1回以上/日	36.0	1.4	1.3	4	0.000526	2.3
			農業用副ゲート	高圧スライドゲート	1	2010	1	1.1	79.0	86.5	0.1	0.15	1回未満/月	0.1	1.4	1.3	0	0.000526	0.0
			水道用制水ゲート	スルースバルブ	1	2010	1	1.1	79.0	86.5	0.1	0.15	1回以上/月	1.8	1.4	1.3	0	0.000526	0.1
		水位低下用放流設備等	水位低下用ゲート	スライドゲート	1	2010	1	3.7	85.0	89.5	0.1	0.6	1回未満/月	0.2	4.4	4.1	0	0.000526	0.0
		堤内排水設備			1	2010	1	11	88.5	92.4	-	-	常時	200	12.4	11.9	105	0.000526	55.2
		合計															111		58.5
12	Lダム	利水放流設備	取水設備	連結多孔式スライドゲート	6	不明	3	5.5	87.0	91.7	0.3	5.2	1回以上/月	20.8	6.3	6.0	20	0.000526	10.6
			不特定利水用主ゲート	ジェットフローゲート	1	不明	1	1.5	81.5	86.5	0.1	0.6	1回以上/月	7.2	1.8	1.7	1	0.000526	0.4
			不特定利水用副ゲート	高圧スライドゲート	1	不明	1	2.2	83.0	89.5	0.1	0.6	1回未満/月	0.2	2.7	2.5	0	0.000526	0.0
			新規利水用副ゲート	高圧スライドゲート	1	不明	1	1.5	81.5	86.5	0.1	0.4	1回未満/月	0.1	1.8	1.7	0	0.000526	0.0
		堤内排水ポンプ			1	不明	1	2.2	83.0	89.5	-	-	常時	200	2.7	2.5	39	0.000526	20.3
		合計															60		31.3

3．ダム関連業務

【２）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（２）省エネ効果　高効率モータの採用による省エネ効果

No	ダム名	設備名		設備形式（ゲート形式）	門数	設置年度	数量	出力（kW）	更新前力率（%）	更新後力率（%）	開閉速度（m/min）	揚程（m）	使用頻度	使用時間（hr/年）	更新前消費電力（kW）	更新後消費電力（kW）	使用電力差（kWh/年）	CO2排出係数（t-CO2/kWh）	CO2削減量（kg-CO2/年）
13	Mダム	非常用洪水吐設備	主ゲート	クレストラジアルゲート	3	1992	3	15	88.7	92.1	1	8.278	1回未満/月	0.3	16.9	16.3	1	0.000455	0.2
		常用洪水吐設備	主ゲート	摺動式高圧ラジアルゲート	1	1986	1	15	88.7	92.1	0.3	3.7	1回以上/月	14.8	16.9	16.3	9	0.000455	4.2
			予備ゲート	鋼製ｸﾞﾙｰﾌﾟﾚｽ型ﾛｰﾗｹﾞｰﾄ	1	1986	1	3.7	85.0	89.5	0.3	17	1回未満/月	1.9	4.4	4.1	0	0.000455	0.2
		利水放流設備	主バルブ	ホロージェットバルブ	1	2004	1	2.2	79.7	86.7	0.1	0.34	1回以上/月	4.1	2.8	2.5	1	0.000455	0.4
			副バルブ	スルースバルブ	1	1976	1	3.7	85.0	89.5	0.3	1	1回未満/月	0.1	4.4	4.1	0	0.000455	0.0
		取水設備取水ゲート		鋼製2段式ローラゲート	1	1986	1	1.5	77.2	85.3	0.3	8.2	1回以上/月	32.8	1.9	1.8	6	0.000455	2.8
		堤内排水設備				2004	2	1.5	77.2	85.3	－	－	常時	200	1.9	1.8	74	0.000455	33.6
		合計															91		41.4
14	Nダム	洪水吐設備	常用放流ゲート	ローラゲート	1	1984	1	3.7	85.0	89.5	0.265	23.2	1回以上/月	105.1	4.4	4.1	23	0.000455	10.5
		選択取水設備	常用ゲート	直線多孔式鋼製ローラゲート	6	1984	1	2.2	79.7	86.7	0.3	[illegible]	1回以上/月	105.6	2.8	2.5	24	0.000455	10.7
		選択取水設備	非常用ゲート	鋼製ローラゲート	1	1984	1	1.5	77.2	85.3	0.3	55	1回未満/月	6.1	1.9	1.8	1	0.000455	0.5
		放流設備	常用放流設備主ゲート	ジェットフローゲート	1	不明	1	1.5	77.2	85.3	0.1	0.6	1回以上/月	7.2	1.9	1.8	1	0.000455	0.6
		放流設備	常用放流設備副ゲート	高圧スライドゲート	1	不明	1	2.2	79.7	86.7	0.1	0.65	1回以上/月	7.8	2.8	2.5	2	0.000455	0.8
		放流設備	非常用放流設備主ゲート	ジェットフローゲート	1	不明	1	5.5	84.7	89.6	0.1	1.06	1回未満/月	0.4	6.5	6.1	0	0.000455	0.1
		放流設備	非常用放流設備副ゲート	高圧スライドゲート	1	不明	1	5.5	84.7	89.6	0.1	1	1回未満/月	0.3	6.5	6.1	0	0.000455	0.1
		合計															51		23.2
15	Oダム	洪水吐設備	主ゲート	鋼製ローラーゲート	4	1989	4	11	87.6	91.4	0.3	9.3	1回未満/月	1.0	12.6	12.0	2	0.000455	1.0
		小洪水放流設備	主ゲート	ローラゲート	1	1989	2	2.2	79.7	86.7	0.3	3.3	1回以上/月	13.2	2.8	2.5	6	0.000455	2.7
			副ゲート	ローラゲート	1	1989	1	3.7	85.0	89.5	0.3	8.9	1回未満/月	1.0	4.4	4.1	0	0.000455	0.1
		低水位放流設備	主バルブ	ホロージェットバルブ	1	1989	1	3.7	85.0	89.5	0.1	0.32	1回以上/日	38.4	4.4	4.1	8	0.000455	3.8
			副バルブ	スルースバルブ	1	1989	1	1.5	77.2	85.3	0.1	0.8	1回未満/月	0.3	1.9	1.8	0	0.000455	0.0
		選択取水設備	取水ゲート	半円形多段式シリンダーゲート	1	1989	2	1.5	77.2	85.3	0.3	3.82	1回以上/日	152.8	1.9	1.8	56	0.000455	25.7
			制水ゲート	ローラゲート	1	1989	1	0.75	72.1	82.5	0.3	10.5	1回未満/月	1.2	1.0	0.9	0	0.000455	0.1
		係船設備			1	1990	1	7.5	86.0	90.4	10	100	1回以上/月	12.0	8.7	8.3	5	0.000455	2.3
		排水ポンプ設備			2	1989	2	0.75	72.1	82.5	－	－	－	200	1.0	0.9	52	0.000455	23.9
		合計															131		59.5
16	Pダム	非常用洪水吐設備	ｸﾚｽﾄｹﾞｰﾄ	鋼性ラジアルゲート	2	1970	2	15	89.5	93.0	0.3	7.278	1回未満/月	0.8	16.8	16.1	1	0.000452	0.5
		常用洪水吐設備	ｵﾘﾌｨｽｹﾞｰﾄ	圧着式ハイプレッシャーラジアルゲート	2	1969	2	7.5	87.5	91.7	0.3	3.75	1回以上/月	15.0	8.6	8.2	12	0.000452	5.3
		予備ｹﾞｰﾄ	ｺｰｽﾀｰｹﾞｰﾄ	鋼製ローラゲート	2	1970	2	11	88.5	92.4	0.3	34.7	1回未満/月	3.9	12.4	11.9	4	0.000452	1.8
		小容量放流設備	主バルブ	ホロージェットバルブ	1	2011	1	2.2	83.0	89.5	0.04	0.1	1回以上/日	42.0	2.7	2.5	8	0.000452	3.7
		貯水池維持放流設備	主バルブ	ホロージェットバルブ	1	2009	1	3.7	85.0	89.5	0.1	0.36	1回未満/月	0.1	4.4	4.1	0	0.000452	0.0
			副ゲート	高圧スライドゲート	1	2009	1	5.5	87.0	91.7	0.12	0.95	1回未満/月	0.3	6.3	6.0	0	0.000452	0.0
		選択取水設備		ステンレス製スライドゲート	7	1983	1	2.2	83.0	89.5	0.35	0.3	1回以上/月	1.0	2.7	2.5	0	0.000452	0.1
		合計															25		11.4
17	Qダム	維持用水放流設備	取水ゲート	3段式シリンダーゲート	1	1987	1	1.5	81.5	86.5	0.3	18.6	1回以上/月	74.4	1.8	1.7	8	0.000334	2.6
			流量調節バルブ	鋼製ジェットフローゲート	1	1987	1	1.5	81.5	86.5	0.1	0.6	1回以上/月	7.2	1.8	1.7	1	0.000334	0.3
			予備ゲート	高圧スライドゲート	1	1987	1	5.5	87.0	91.7	0.3	0.85	1回未満/月	0.1	6.3	6.0	0	0.000334	0.0
		上水道用取水設備	取水バルブ	電動仕切弁	3	1987	3	1.5	81.5	86.5	0.3	0.3	1回以上/月	1.2	1.8	1.7	0	0.000334	0.1
		ダム管理用昇降設備			1	1987	1	5.5	87.0	91.7	60	41	1回/月	0.3	6.3	6.0	0	0.000334	0.0
		係船設備			1	1987	1	1.5	81.5	86.5	20	70	1回/月	1.4	1.8	1.7	0	0.000334	0.0
		合計															9		3.1

3．ダム関連業務

【２）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（２）省エネ効果　高効率モータの採用による省エネ効果

No	ダム名	設備名		設備形式（ゲート形式）	門数	設置年度	数量	出力(kW)	更新前力率(%)	更新後力率(%)	開閉速度(m/min)	揚程(m)	使用頻度	使用時間(hr/年)	更新前消費電力(kW)	更新後消費電力(kW)	使用電力差(kWh/年)	CO2排出係数(t-CO2/kWh)	CO2削減量(kg-CO2/年)
18	Rダム	放流設備	放流主ゲート	ジェットフローゲート	1	2013	1	1.5	81.5	86.5	0.05	0.63	1回以上/月	15.1	1.8	1.7	2	0.000334	0.5
			放流副ゲート	高圧スライドゲート	1	2013	1	2.2	83.0	89.5	0.1	0.65	1回未満/月	0.2	2.7	2.5	0	0.000334	0.0
		堤内排水設備			1	2013	1	1.5	81.5	86.5	-	-	常時	200	1.8	1.7	21	0.000334	7.1
		合計															23		7.7
19	Sダム	洪水調整用	クレストゲート	鋼製ラジアルゲート	2	1974	2	3.7	85.0	89.5	0.3	5.2	月1回	6.9	4.4	4.1	3	0.000334	1.0
			コンジットバルブ	鋼製ホロージェットバルブ	1	1974	2	7.5	87.5	91.7	0.05	0.97	月1回	7.8	8.6	8.2	6	0.000334	2.0
			コンジット予備ゲート	鋼製ローラゲート	1	1974	1	2.2	83.0	89.5	0.3	29.37	月1回	39.2	2.7	2.5	8	0.000334	2.5
		利水用	表面取水ゲート	鋼製スライドゲート	5	1974	1	1.5	81.5	86.5	0.3	0.7	年平均3,4回	0.2	1.8	1.7	0	0.000334	0.0
			コンジットバルブ	鋼製ホロージェットバルブ	1	1974	1	1.5	81.5	86.5	0.04	0.225	月数回	6.8	1.8	1.7	1	0.000334	0.2
			コンジット予備バルブ	鋼製スルースバルブ	1	1974	1	0.75	78.0	85.5	0.1	0.5	年数回	0.5	1.0	0.9	0	0.000334	0.0
		排水設備	ポンプ		2	不明	2	0.75	78.0	85.5	-	-	常時	200	1.0	0.9	34	0.000334	11.3
		合計															51		17.1
20	Tダム	選択取水設備	取水ゲート	4段式鋼製スライドゲート	4	1988	2	5.5	87.0	91.7	0.1	4	1回以上/月	48.0	6.3	6.0	31	0.000636	19.8
		利水放流設備	主ゲート	ジェットフローゲート	1	1988	1	1.5	81.5	86.5	0.1	0.55	1回以上/月	6.6	1.8	1.7	1	0.000636	0.4
			予備ゲート	スルースバルブ	1	1988	1	1.5	81.5	86.5	0.1	0.4	1回未満/月	0.1	1.8	1.7	0	0.000636	0.0
		堤内排水設備		渦巻ポンプ	1	1988	1	3.7	85.0	89.5	–	–	常時	200	4.4	4.1	44	0.000636	27.8
		係船設備			1	1988	1	5.5	87.0	91.7	10	68	月1回	2.7	6.3	6.0	1	0.000636	0.6
		合計															76		48.6
21	Uダム	放流設備	河川維持用副ゲート	スルースバルブ	1	不明	1	0.75	78.0	85.5	0.1	0.2	1回未満/月	0.1	1.0	0.9	0	0.000636	0.0
			既得かんがい用主ゲート	ジェットフローゲート	1	不明	1	0.4	78.0	85.5	0.05	0.2	1回以上/月	4.8	0.5	0.5	0	0.000636	0.1
			既得かんがい用副ゲート	スルースバルブ	1	不明	1	0.75	78.0	85.5	0.1	0.2	1回未満/月	0.1	1.0	0.9	0	0.000636	0.0
		合計															0		0.1
22	Vダム	主放流設備	コンジットゲート	高圧ラジアルゲート	1	1979	1	15	89.5	93.0	0.3	6.5	年9回	6.5	16.8	16.1	4	0.000528	2.2
		主放流設備	コンジット予備ゲート	高圧ローラゲート	1	1979	1	15	89.5	93.0	1	32.3	年3回	3.2	16.8	16.1	2	0.000528	1.1
		非常用放流設備	クレストゲート	ローラーゲート	2	1979	2	11	88.5	92.4	0.3	11.78	年3回	3.9	12.4	11.9	4	0.000528	2.2
		選択取水設備		シリンダーゲート	1	1979	1	5.5	87.0	91.7	0.3	31.61	年1回	3.5	6.3	6.0	1	0.000528	0.6
		放流設備	主放流管主ゲート	ホロージェットバルブ	1	1979	1	2.2	83.0	89.5	0.1	0.16	年3回	0.2	2.7	2.5	0	0.000528	0.0
			主放流管副ゲート	スルースバルブ	1	1979	1	3.7	85.0	89.5	0.16	0.9	年3回	0.6	4.4	4.1	0	0.000528	0.1
			副放流管ゲート	スルースバルブ	1	1979	1	2.2	83.0	89.5	0.16	0.6	年3回	0.4	2.7	2.5	0	0.000528	0.0
		係船設備			1	1979	1	3.7	85.0	89.5	10	57.1	年1回	0.2	4.4	4.1	0	0.000528	0.0
		昇降設備			1	1979	1	7.5	87.5	91.7	60	52.5	年12回	0.4	8.6	8.2	0	0.000528	0.1
		合計															12		6.2
23	Wダム	非常用洪水吐設備		クレストラジアルゲート	2	1965	2	1.5	81.5	86.5	0.3	8	1回未満/月	0.9	1.8	1.7	0	0.000347	0.1
		取水設備	表面取水ゲート	ステンレス鋼製スライドゲート	1	2000	1	0.75	78.0	85.5	0.3	23.1	1回未満/月	2.6	1.0	0.9	0	0.000347	0.1
			選択取水ゲート	バタフライバルブ	4	1965	4	0.75	78.0	85.5	開閉時間1.3min	-	1回以上/月	1.6	1.0	0.9	1	0.000347	0.2
		放流設備		ハウエルバンガーバルブ	1	1965	1	0.75	78.0	85.5	0.1	0.3	1回未満/月	0.1	1.0	0.9	0	0.000347	0.0
		堤内排水設備		ポンプ	1	2000	1	3.7	85.0	89.5	-	-	常時	200	4.4	4.1	44	0.000347	15.2
		合計															45		15.5

3．ダム関連業務

【 2）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（２）省エネ効果　高効率モータの採用による省エネ効果

No	ダム名	設備名		設備形式（ゲート形式）	門数	設置年度	数量	出力（kW）	更新前力率（%）	更新後力率（%）	開閉速度（m/min）	揚程（m）	使用頻度	使用時間（hr/年）	更新前消費電力（kW）	更新後消費電力（kW）	使用電力差（kWh/年）	CO2排出係数（t-CO2/kWh）	CO2削減量（kg-CO2/年）
24	Xダム	洪水吐設備	No.1　非常用洪水吐きゲート	ラジアルゲート	1	不明	1	3.7	85.0	89.5	0.3	9.62	月平均1回未満	1.1	4.4	4.1	0	0.000347	0.1
			No.2　非常用洪水吐きゲート	ラジアルゲート	1	不明	1	3.7	85.0	89.5	0.3	9.62	月平均1回未満	1.1	4.4	4.1	0	0.000347	0.1
			常用洪水吐きゲート（主ゲート）	ラジアルゲート	1	不明	1	15	89.5	93.0	0.3	2.5	月平均1回以上	10.0	16.8	16.1	6	0.000347	2.2
			常用洪水吐きゲート（予備ゲート）	鋼製グループレス型ローラゲート	1	不明	1	3.7	85.0	89.5	0.3	12	月平均1回以上	48.0	4.4	4.1	11	0.000347	3.6
		表面取水設備	表面取水ゲート	ステンレス鋼製ローラゲート	1	不明	1	2.2	83.0	89.5	0.3	26.57	月平均1回以上	106.3	2.7	2.5	20	0.000347	7.1
		選択取水設備	取水口ゲート	ステンレス鋼製スライドゲート	5	不明	1	2.2	83.0	89.5	0.3	0.8	月平均1回以上	3.2	2.7	2.5	1	0.000347	0.2
		小容量放流設備	No.1　維持放流用ゲート（大放流主ゲート）	ステンレス鋼製ジェットフローゲート	1	不明	1	5.5	87.0	91.7	0.1	0.98	月平均1回以上	11.8	6.3	6.0	4	0.000347	1.3
			No.1　維持放流用ゲート（大放流副ゲート）	ステンレス鋼製高圧スライドゲート	1	不明	1	3.7	85.0	89.5	0.1	0.94	月平均1回以上	11.3	4.4	4.1	2	0.000347	0.9
			No.2　維持放流用ゲート（小放流副ゲート）	ステンレス鋼製高圧スライドゲート	1	不明	1	0.75	78.0	85.5	0.1	0.37	月平均1回以上	4.4	1.0	0.9	0	0.000347	0.1
		係船設備			1	不明	1	3.7	85.0	89.5	10	55	月平均1回以上	6.6	4.4	4.1	1	0.000347	0.5
		合計															46		16.1
25	Yダム	洪水吐設備		ﾗｼﾞｱﾙｹﾞｰﾄ	2	1969	1	3.7	85.0	89.5	0.3	8.082	1回未満/月	0.9	4.4	4.1	0	0.000347	0.1
		利水放流設備	主ﾊﾞﾙﾌﾞ	ﾌｨｸｽﾄｺｰﾝﾊﾞﾙﾌﾞ	2	2007	1	0.75	78.0	85.5	0.1	0.345	1回以上/月	4.1	1.0	0.9	0	0.000347	0.1
			副ﾊﾞﾙﾌﾞ	電動仕切弁	2	2007	1	0.75	78.0	85.5	0.3	0.6	1回未満/月	0.1	1.0	0.9	0	0.000347	0.0
		非常用放流設備	主ﾊﾞﾙﾌﾞ	電動仕切弁	1	2007	1	1.5	81.5	86.5	0.3	0.4	1回未満/月	0.0	1.8	1.7	0	0.000347	0.0
		堤内排水設備		水中ポンプ	2	2011	2	1.5	81.5	86.5	-	-	常時	200	1.8	1.7	43	0.000347	14.8
		係船設備			1	2007	1	5.5	87.0	91.7	10	68	1回/月	2.7	6.3	6.0	1	0.000347	0.3
		合計															44		15.3

3．ダム関連業務

【２）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（２）省エネ効果　高効率変圧器への更新による省エネ効果

- 高効率変圧器へ更新した場合の消費電力削減量及びCO2削減量を以下に示す。
- CO2削減量は285kg-CO2/年（18.Rダム）～2,265kg-CO2/年（1.Aダム）とダムによって差異が大きくなっている。
- 高効率変圧器は受電設備の構成装置であり、受電した電力のロスを減らすものであるため、従来より使用電力量の多いダムの削減量が大きくなっている。

No	ダム名	設備名	設置年度	数量	高効率変圧器への更新				消費電力量(kWh/年)			CO2 排出係数 (t-CO2/kWh)	CO2 削減量 (kg-CO2/年)
					変圧器設置年度	JIS規格	効率改善		現行	更新後	削減量		
							現行	更新後					
1	Aダム	受変電設備	2012	1	2012	2014年以前	96%	98%	169,206	165,753	**3,453**	0.000656	**2,265**
2	Bダム	受変電設備	1981	1	1981	2014年以前	96%	98%	119,796	117,351	**2,445**	0.000656	**1,604**
3	Cダム	受変電設備	1993	1	1993	2014年以前	96%	98%	135,947	133,173	**2,774**	0.000528	**1,465**
4	Dダム	受変電設備	2010	1	2010	2014年以前	96%	98%	65,239	63,908	**1,331**	0.000528	**703**
5	Eダム	受変電設備	2004	1	2004	2014年以前	96%	98%	124,055	121,523	**2,532**	0.000528	**1,337**
6	Fダム	受変電設備	1999	1	1999	2014年以前	96%	98%	60,525	59,290	**1,235**	0.000528	**652**
7	Gダム	受変電設備	1994	1	1994	2014年以前	96%	98%	114,824	112,481	**2,343**	0.000528	**1,237**
8	Hダム	受変電設備	2009	1	2009	2014年以前	96%	98%	86,634	84,866	**1,768**	0.000526	**930**
9	Iダム	受変電設備	2001	1	2001	2014年以前	96%	98%	136,220	133,440	**2,780**	0.000526	**1,462**
10	Jダム	受変電設備	2012	1	2012	2014年以前	96%	98%	38,007	37,231	**776**	0.000526	**408**
11	Kダム	受変電設備	2010	1	2010	2014年以前	96%	98%	72,778	71,293	**1,485**	0.000526	**781**
12	Lダム	受変電設備	1995	1	1995	2014年以前	96%	98%	63,239	61,948	**1,291**	0.000526	**679**
13	Mダム	受変電設備	2003	1	2003	2014年以前	96%	98%	87,505	85,719	**1,786**	0.000455	**813**
14	Nダム	受変電設備	1990	1	1990	2014年以前	96%	98%	101,114	99,050	**2,064**	0.000455	**939**
15	Oダム	受変電設備	2009	1	2009	2014年以前	96%	98%	103,579	101,465	**2,114**	0.000455	**962**
16	Pダム	受変電設備	2006	1	2006	2014年以前	96%	98%	122,847	120,340	**2,507**	0.000452	**1,133**
17	Qダム	受変電設備	2009	1	2009	2014年以前	96%	98%	73,646	72,143	**1,503**	0.000334	**502**
18	Rダム	受変電設備	2013	1	2013	2014年以前	96%	98%	41,882	41,027	**855**	0.000334	**285**
19	Sダム	受変電設備	2013	1	2013	2014年以前	96%	98%	54,693	53,577	**1,116**	0.000334	**373**
20	Tダム	受変電設備	1987	1	1987	2014年以前	96%	98%	74,397	72,879	**1,518**	0.000636	**966**
21	Uダム	受変電設備	2010	1	2010	2014年以前	96%	98%	24,282	23,786	**496**	0.000636	**315**
22	Vダム	受変電設備	2000	1	2000	2014年以前	96%	98%	76,174	74,619	**1,555**	0.000528	**821**
23	Wダム	受変電設備	1993	1	1993	2014年以前	96%	98%	105,075	102,931	**2,144**	0.000347	**744**
24	Xダム	受変電設備	2011	1	2011	2014年以前	96%	98%	81,272	79,613	**1,659**	0.000347	**576**
25	Yダム	受変電設備	2007	1	2007	2014年以前	96%	98%	49,212	48,208	**1,004**	0.000347	**349**

3．ダム関連業務

【２）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（２）省エネ効果　最適な運転制御方式の適用（設定温度を2℃変更）による省エネ効果

- 空調の設定温度を２℃変更した場合の消費電力削減量及びCO2削減量を以下に示す。
- CO2削減量は398kg-CO2/年（23.Wダム）～3,142kg-CO2/年（13.Mダム）とダムによって差異が大きくなっている。
- 空調の出力の大きさによりCO2削減量が決まってくる。

No	ダム名	空調出力 (kW)	使用時間 (hr/年)	消費電力量		消費電力削減量 (kWh/年)	電力料金 (円/kWh)	電力料金差 (円/年)	CO2排出係数 (t-CO2/kWh)	CO2削減量 (kg-CO2/年)
				従来	設定温度 2℃変更					
1	Aダム	18.0	2,880	25,920	23,069	**2,851**	16.67	47,530	0.000656	**1,870**
2	Bダム	20.0	2,880	28,800	25,632	**3,168**	16.67	52,811	0.000656	**2,078**
3	Cダム	18.0	2,880	25,920	23,069	**2,851**	14.00	39,910	0.000528	**1,505**
4	Dダム	20.0	2,880	28,800	25,632	**3,168**	14.00	44,344	0.000528	**1,673**
5	Eダム	16.5	2,880	23,760	21,146	**2,614**	14.00	36,584	0.000528	**1,380**
6	Fダム	24.0	2,880	34,560	30,758	**3,802**	14.00	53,213	0.000528	**2,007**
7	Gダム	16.0	2,880	23,040	20,506	**2,534**	14.00	35,475	0.000528	**1,338**
8	Hダム	22.0	2,880	31,680	28,195	**3,485**	12.61	43,935	0.000526	**1,833**
9	Iダム	4.6	2,880	13,306	11,842	**1,464**	12.61	18,453	0.000526	**770**
10	Jダム	18.0	2,880	25,920	23,069	**2,851**	12.61	35,947	0.000526	**1,500**
11	Kダム	18.0	2,880	25,920	23,069	**2,851**	12.61	35,947	0.000526	**1,500**
12	Lダム	23.9	2,880	34,416	30,630	**3,786**	12.61	47,729	0.000526	**1,991**
13	Mダム	43.6	2,880	62,784	55,878	**6,906**	16.52	114,108	0.000455	**3,142**
14	Nダム	18.0	2,880	25,920	23,069	**2,851**	16.52	47,109	0.000455	**1,297**
15	Oダム	18.0	2,880	25,920	23,069	**2,851**	16.52	47,109	0.000455	**1,297**
16	Pダム	10.4	2,880	29,952	26,657	**3,295**	16.43	54,140	0.000452	**1,489**
17	Qダム	16.0	2,880	23,040	20,506	**2,534**	13.14	33,296	0.000334	**846**
18	Rダム	28.0	2,880	40,320	35,885	**4,435**	13.14	58,267	0.000334	**1,481**
19	Sダム	18.0	2,880	25,920	23,069	**2,851**	13.14	37,458	0.000334	**952**
20	Tダム	18.0	2,880	25,920	23,069	**2,851**	13.95	39,774	0.000636	**1,813**
21	Uダム	14.0	2,880	20,160	17,942	**2,218**	13.95	30,936	0.000636	**1,410**
22	Vダム	28.0	2,880	40,320	35,885	**4,435**	15.46	68,579	0.000528	**2,342**
23	Wダム	7.3	2,880	10,440	9,292	**1,148**	11.88	13,647	0.000347	**398**
24	Xダム	25.0	2,880	36,000	32,040	**3,960**	11.88	47,058	0.000347	**1,374**
25	Yダム	22.4	2,880	32,256	28,708	**3,548**	11.88	42,164	0.000347	**1,231**

3．ダム関連業務

【 2）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（２）省エネ効果　LED照明の採用による省エネ効果

- LED照明の採用した場合の消費電力削減量及びCO2削減量を以下に示す。
- CO2削減量は0kg-CO2/年（16.Pダム）～102kg-CO2/年（1.Aダム）とダムによって差異が大きくなっている。
- Pダムは既にLED照明が採用されているため、効果がなかった。Aダムは台形CSGダムであり、監査廊の延長が長く照明の数が多いため、CO2削減量は大きくなっている。

No	ダム名	設置場所	機器名	数量	出力（kW）	使用時間（hr/年）	消費電力削減量（kWh/年）	CO2排出係数（t-CO2/kWh）	CO2削減量（kg-CO2/年）
1	Aダム	監査廊	蛍光灯	130	0.2	12	156	0.000656	102
2	Bダム	監査廊	蛍光灯	42	0.2	12	50	0.000656	33
3	Cダム	監査廊	蛍光灯	-	3.6	12	22	0.000528	12
4	Dダム	監査廊	蛍光灯	97	0.2	12	116	0.000528	61
5	Eダム	監査廊	蛍光灯	40	0.2	12	48	0.000528	25
6	Fダム	監査廊	蛍光灯	112	0.2	12	134	0.000528	71
7	Gダム	監査廊	蛍光灯	60	0.2	12	72	0.000528	38
8	Hダム	監査廊	蛍光灯	66	0.2	12	79	0.000526	42
9	Iダム	監査廊	蛍光灯	-	4.2	12	25	0.000526	13
10	Jダム	監査廊	蛍光灯	25	0.2	12	30	0.000526	16
11	Kダム	監査廊	蛍光灯	26	0.2	12	31	0.000526	16
12	Lダム	監査廊	蛍光灯	-	2.5	12	15	0.000526	8
13	Mダム	監査廊	蛍光灯	21	0.2	12	25	0.000455	11
14	Nダム	監査廊	蛍光灯	80	0.2	12	96	0.000455	44
15	Oダム	監査廊	蛍光灯	-	1.4	12	8	0.000455	4
16	Pダム	監査廊	LED照明	0	0.2	12	0	0.000452	0
17	Qダム	監査廊	蛍光灯	-	1.6	12	10	0.000334	3
18	Rダム	監査廊	蛍光灯	-	3.4	12	21	0.000334	7
19	Sダム	監査廊	蛍光灯	40	0.2	12	48	0.000334	16
20	Tダム	監査廊	蛍光灯	40	0.2	12	48	0.000636	31
21	Uダム	監査廊	蛍光灯	50	0.2	12	60	0.000636	38
22	Vダム	監査廊	蛍光灯	57	0.2	12	68	0.000528	36
23	Wダム	監査廊	蛍光灯	27	0.2	12	32	0.000347	11
24	Xダム	監査廊	蛍光灯	42	0.2	12	50	0.000347	17
25	Yダム	監査廊	蛍光灯	51	0.2	12	61	0.000347	21

3．ダム関連業務

【 2）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（２）省エネ効果　まとめ

- 各省エネ手法による消費電力削減量及びCO2削減量の合計を以下に示す。
- ダム全体のCO_2削減量は、省エネ手法導入前と比較して平均で約5.8%減となっている。
- 各省エネ手法のCO_2削減量は、全削減量に対して、空調の設定温度変更が約61.0%、高効率変圧器への更新が約35.3%を占めており、常時稼働の設備に対する施策が有効である。

No	ダム名	ダム全体の消費電力量（MWｈ/年）	ダム全体の消費電力削減量（MWｈ/年）	①ダム全体のCO2排出量（t-CO2/年）	CO2削減量(t-CO2/年)					
					高効率モータの採用	高効率変圧器への更新	空調の設定温度変更	LED照明の採用	②合計	削減割合 ②／①
1	Aダム	169	6.7	111	0.17	2.3	1.9	0.10	4.4	4.0%
2	Bダム	120	5.7	79	0.02	1.6	2.1	0.03	3.7	4.8%
3	Cダム	136	6.9	72	0.68	1.5	1.5	0.01	3.7	5.1%
4	Dダム	65	4.7	34	0.06	0.7	1.7	0.06	2.5	7.2%
5	Eダム	124	5.5	66	0.14	1.3	1.4	0.03	2.9	4.4%
6	Fダム	61	5.2	32	0.00	0.7	2.0	0.07	2.7	8.6%
7	Gダム	115	5.0	61	0.01	1.2	1.3	0.04	2.6	4.3%
8	Hダム	87	5.4	46	0.03	0.9	1.8	0.04	2.8	6.2%
9	Iダム	136	4.5	72	0.14	1.5	0.8	0.01	2.4	3.3%
10	Jダム	38	3.7	20	0.00	0.4	1.5	0.02	1.9	9.6%
11	Kダム	73	4.5	38	0.06	0.8	1.5	0.02	2.4	6.2%
12	Lダム	63	5.2	33	0.03	0.7	2.0	0.01	2.7	8.1%
13	Mダム	88	8.8	40	0.04	0.8	3.1	0.01	4.0	10.1%
14	Nダム	101	5.1	46	0.02	0.9	1.3	0.04	2.3	5.0%
15	Oダム	104	5.1	47	0.06	1.0	1.3	0.00	2.3	4.9%
16	Pダム	123	5.8	56	0.01	1.1	1.5	0.00	2.6	4.7%
17	Qダム	74	4.1	25	0.00	0.5	0.8	0.00	1.4	5.5%
18	Rダム	42	5.3	14	0.01	0.3	1.5	0.01	1.8	12.7%
19	Sダム	55	4.1	18	0.02	0.4	1.0	0.02	1.4	7.4%
20	Tダム	74	4.5	47	0.05	1.0	1.8	0.03	2.9	6.0%
21	Uダム	24	2.8	15	0.00	0.3	1.4	0.04	1.8	11.4%
22	Vダム	76	6.1	40	0.01	0.8	2.3	0.04	3.2	8.0%
23	Wダム	105	3.4	36	0.02	0.7	0.4	0.01	1.2	3.2%
24	Xダム	81	5.7	28	0.02	0.6	1.4	0.02	2.0	7.0%
25	Yダム	49	4.7	17	0.02	0.3	1.2	0.02	1.6	9.5%
平均				43.7	0.1	0.9	1.5	0.03	2.5	5.8%
CO2削減量全体に占める割合					2.5%	35.3%	61.0%	1.1%		

3．ダム関連業務

【 2）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（３）発電ポテンシャルの算出

【検討/調査内容】

選定されたダムの発電電力量は、ダム運用実績をもとに、4ケース程度の使用水量を設定し、10ヶ年程度のシミュレーションを実施する。

概算工事費は、「中小水力発電計画導入の手引き」に準じた積算方法に準じて簡易に算出し、発電原価法により、発電単価が最も安価となる最適発電規模の年間発電電力量を算出する。

a）諸元整理

①発電所設置候補地の貯水池運用実績、放流設備等図面、電気使用実績

↓

b）発電利用可能流量の設定

①利水放流バルブ放流能力の確認
②近10ヶ年のダム放流量実績の整理
③利水放流管の放流能力と35日放流量の小さい方を発電利用可能流量に設定
（一般に最大使用水量を35日流量～豊水流量とすることが多い）

↓

c）有効落差の設定

①貯水池運用実績より取水位の設定
②発電所の配置より放水位の設定
③損失水頭の設定（水圧管の摩擦ロス等）
④有効落差の設定

↓

d）発電電力量と温室効果ガス削減量の算定

①最大使用水量のケース設定（発電利用可能流量～平水流量）
②「従属発電（利水放流管の実績放流量）」、「無効放流活用した場合」の2ケースの発電シミュレーション
③概算工事費の算出
④最適案の選定（工事費kWh単価が最も安価）
⑤発電電力量、CO_2削減量の算定

図　水力発電による発電電力量および温室効果ガス削減量検討フロー

3．ダム関連業務

【２）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

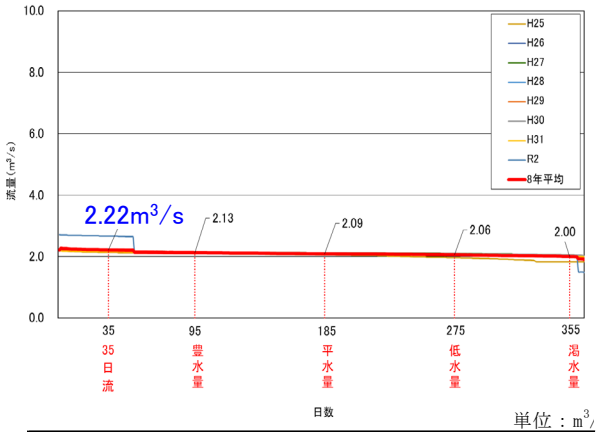
（３）発電ポテンシャルの算出

Aダム　　a）発電利用可能流量の設定

- 発電電力量の算出過程として、Aダムの例を示す。
- 発電所は、利水放流バルブ室の下流側に配置すると仮定する。
- 放流設備として、利水放流管、幹線用放流管、水位低下用放流管、常用洪水吐きがあるが、このうち、常時放流を行っているのは、利水放流管のみである。
- 実績の利水放流管放流量を用いた従属発電を基本とするが、従属発電における最大使用水量は35日放流量(2.22m³/s)を発電利用可能流量とした。
- 無効放流を活用する場合は、利水放流管の放流能力の範囲内で無効放流量を活用した水力発電を検討するため、“利水放流管の放流能力(4.256m³/s)”と“35日放流量(31.57m³/s)”の小さい方を発電利用可能流量(4.256m³/s)としてシミュレーションを実施した。



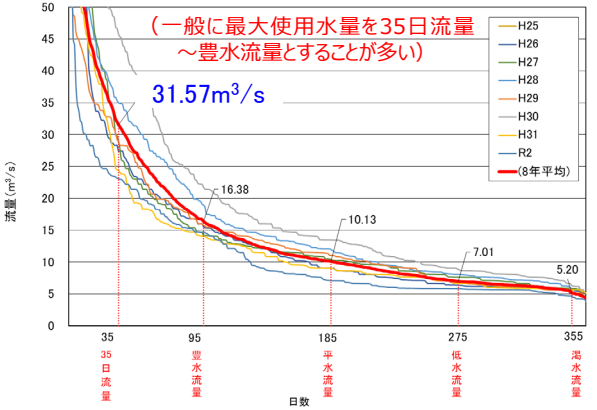
図　Aダム放流設備系統図



単位：m³/s

年	最大流量	35日流量	豊水量(95日)	平水量(185日)	低水量(275日)	渇水量(355日)	最小流量
平成25年	2.24	2.13	2.09	2.05	1.96	1.83	1.83
平成26年	2.19	2.16	2.13	2.10	2.07	2.01	1.96
平成27年	2.24	2.17	2.15	2.12	2.10	2.06	1.99
平成28年	2.22	2.17	2.14	2.09	2.05	2.01	1.99
平成29年	2.19	2.14	2.11	2.08	2.06	2.03	2.00
平成30年	2.24	2.17	2.15	2.11	2.10	2.06	2.02
平成31年	2.20	2.15	2.12	2.10	2.07	2.01	1.98
令和2年	2.71	2.67	2.12	2.09	2.07	2.01	1.48
最大	2.24	2.17	2.15	2.12	2.10	2.06	2.02
最小	2.19	2.13	2.09	2.05	1.96	1.83	1.83
平均	**2.28**	**2.22**	**2.13**	**2.09**	**2.06**	**2.00**	**1.91**

図　Aダム利水管放流量流況曲線図



単位：m³/s

年	最大流量	35日流量	豊水量(95日)	平水量(185日)	低水量(275日)	渇水量(355日)	最小流量
平成25年	86.97	38.83	16.00	8.78	5.89	2.07	1.96
平成26年	75.53	27.44	15.56	9.07	6.38	5.67	5.20
平成27年	67.88	28.92	14.20	10.43	7.64	5.91	4.55
平成28年	78.72	35.02	18.97	12.00	8.11	5.64	4.14
平成29年	76.26	28.93	15.75	11.05	6.70	5.60	5.12
平成30年	86.98	45.81	21.80	13.47	8.86	6.32	5.16
平成31年	69.80	24.48	14.06	9.06	6.70	5.72	5.17
令和2年	65.29	23.13	14.71	7.14	5.82	4.69	3.86
最大	86.98	45.81	21.80	13.47	8.86	6.32	5.20
最小	67.88	24.48	14.06	8.78	5.89	2.07	1.96
平均	**75.93**	**31.57**	**16.38**	**10.13**	**7.01**	**5.20**	**4.40**

図　Aダム全放流量流況曲線図

3．ダム関連業務

【２）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（３）発電ポテンシャルの算出

Aダム　　b）配置検討

- 利水放流管の分岐位置、空きスペースを踏まえ、利水放流バルブ室の下流に発電所を配置するものと仮定した。
- 利水放流管からの分岐は、利水放流バルブ室内のピットを拡幅することで発電導水管を分岐するものと仮定した。

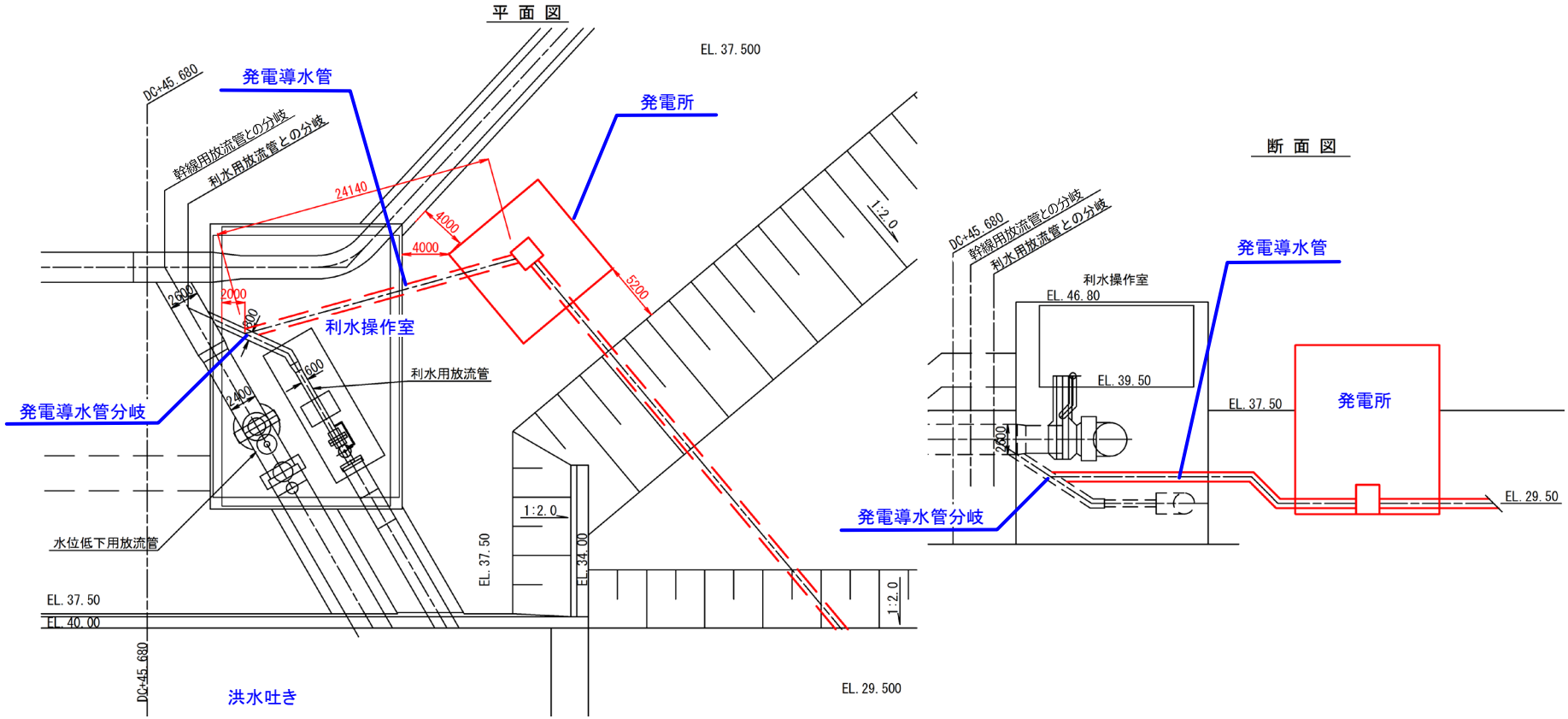


図　Aダム発電所配置図

3．ダム関連業務

【２）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（３）発電ポテンシャルの算出

Aダム　　c）有効落差の設定

- 取水位は、過去の貯水池運用実績から平常時最高貯水位がほぼ維持されているため、平常時最高貯水位であるEL.57.2mとした。
- 放水位は、利水放流管の設置標高を参考にEL.30.5mとした。
- 損失水頭は、設計成果をもとに、取水口～水車発電機までの損失水頭を算出した。
- 設定した取水位、放水位、損失水頭から有効落差を25.3mとした。

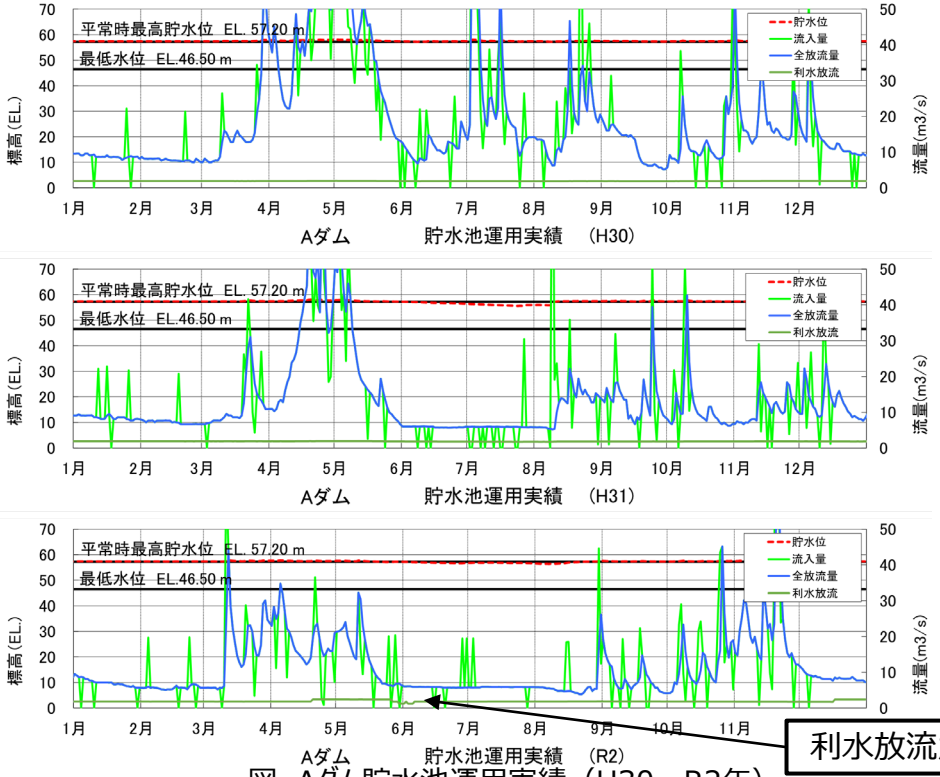


図　Aダム貯水池運用実績（H30～R2年）

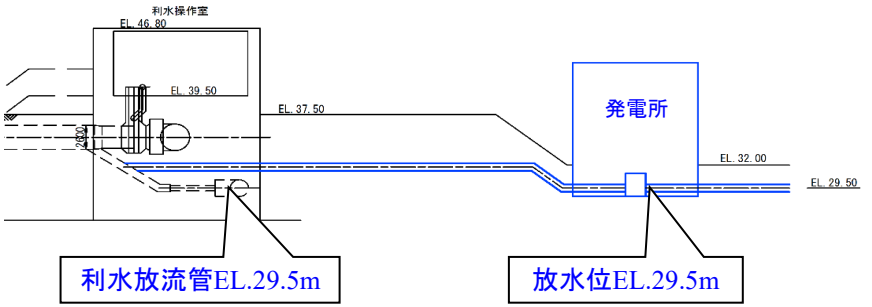


図　Aダム発電所縦断図

表　Aダム有効落差

取水位(EL.m)	放水位(EL.m)	総落差(m)	損失水頭	有効落差
57.2m	30.5m	26.7m	1.4m	25.3m

※損失水頭は、利水放流管の実績最大放流量より設定

3．ダム関連業務

【２）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（３）発電ポテンシャルの算出

Aダム　　d）発電電力量と温室効果ガス削減量の算定（従属発電）

- Aダムでは、利水放流管からの放流量を対象にした最大使用水量（35日流量*1）2.22m³/s～低水流量1.3m³/sまでの4ケースを設定し、近年の貯水池運用データを用いて発電量シミュレーションを実施した。（※１：一般に最大使用水量は、35日流量～豊水流量とすることが多いため、最大使用水量を最も大きくするケース（ケース１）を35日流量とした）
- 発電シミュレーションの結果、最大使用水量を2.22m³/sとしたケース1の工事費kWh単価が、122円/(kWh/年) と最も安価となり、その時のCO_2削減量は、1,429t-CO_2/年である。
- 利水放流管の放流実績のみでも、採算性が高く、発電発電量とCO_2削減量は得られることがわかる。

表　Aダム発電シミュレーション結果一覧

	Aダム		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
条件	最大使用水量	m³/s	2.22	1.90	1.60	1.30
		設定根拠	利水放流管35日流量2.22m³/s			
	常時使用水量	m³/s	0.44	0.38	0.32	0.26
結果	最大発電出力	kW	419	360	309	251
	常時発電出力	kW	69	59	50	40
	年平均有効発電電力量	MWh/年	3,211	2,895	2,482	2,018
	平均合成効率	%	72.24	71.45	72.16	71.77
	設備利用率	%	91.62	96.37	96.39	96.46
	概略工事費	百万円	393	355	324	289
	工事費kW単価	百万円/kW	0.94	0.99	1.05	1.15
	工事費kWh単価	円/(kWh/年)	122	123	131	143
	CO_2削減量	t-CO_2/年	1,429	1,288	1,105	898

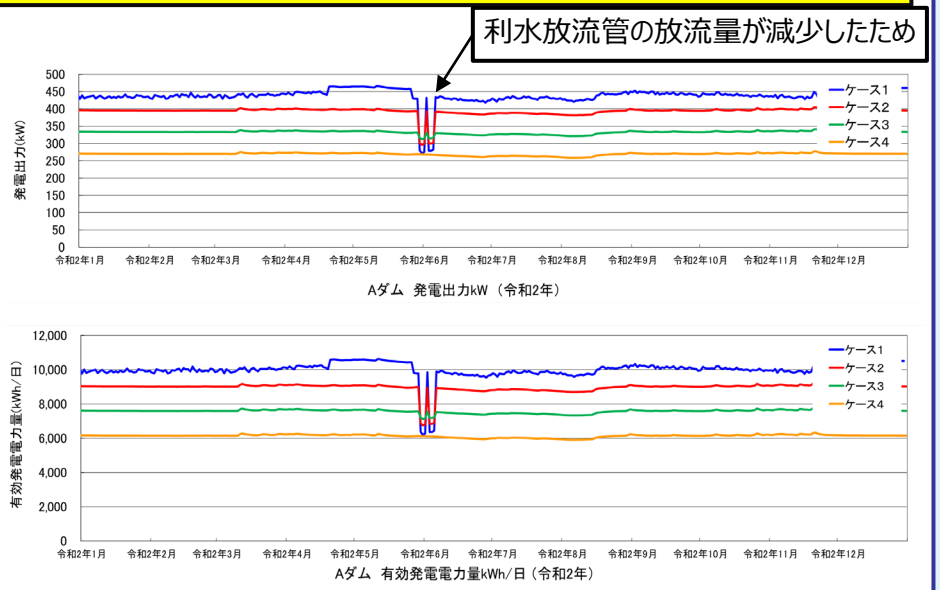


図　Aダム発電シミュレーション結果（令和2年）

CO_2削減量(t-CO_2/年)
＝ CO_2排出係数(t-CO_2/kWh)×年平均有効発電電力量(kWh/年)
※CO_2排出係数は0.000445 (t-CO_2/kWh)

3．ダム関連業務

【２）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（３）発電ポテンシャルの算出

Aダム　d）発電電力量と温室効果ガス削減量の算定（無効放流活用あり）

- Aダムでは、無効放流を加えた近8ヶ年の貯水池運用データを用いて発電量シミュレーションを実施した。
- 発電シミュレーションの結果、最大使用水量を利水放流管の放流能力（4.256m³/s）としたケース1の工事費kWh単価が、97円/(kWh/年) と最も安価となり、その時のCO_2削減量は、2,666t-CO_2/年であり、無効放流を活用することで5割程度CO_2削減量が大きくなる。

表　Aダム発電シミュレーション結果一覧

	Aダム		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
条件	最大使用水量	m³/s	4.256	3.30	2.30	1.30
		設定根拠	利水放流管放流能力			
	常時使用水量	m³/s	0.85	0.66	0.46	0.26
結果	最大発電出力	kW	749	606	434	251
	常時発電出力	kW	135	104	72	40
	年平均有効発電電力量	MWh/年	5,990	4,861	3,488	2,018
	平均合成効率	%	73.11	72.61	71.87	71.77
	設備利用率	%	95.59	95.95	96.28	96.46
	概略工事費	百万円	583	471	366	246
	工事費 kW単価	百万円/kW	0.78	0.78	0.84	0.98
	工事費 kWh単価	円/(kWh/年)	97	97	105	122
	CO_2削減量	t-CO_2/年	2,666	2,163	1,552	898

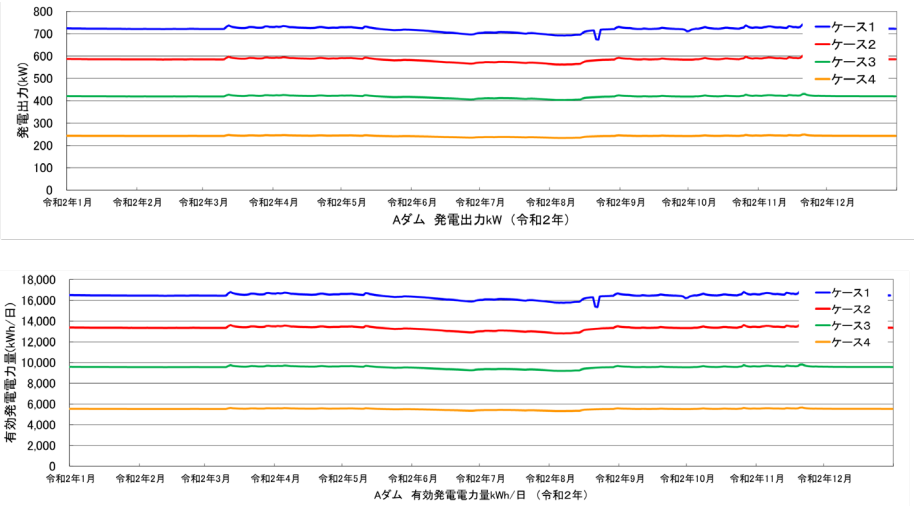


図　Aダムの発電シミュレーション（令和2年）

CO_2削減量(t-CO_2/年)
＝ CO_2排出係数(t-CO_2/kWh)×年平均有効発電電力量(kWh/年)
※CO_2排出係数は0.000445(t-CO_2/kWh)

【２）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】
（３）発電ポテンシャルの算出

■CO_2削減効果・経済性効果の整理

- 各ダムともに、水力発電による発電電力量が、ダムそのものの消費電力量を上回っており、管理用発電としての機能に加え、余剰売電が可能であると推察される。
- 従属発電ではB/Cが1以下になるダムもあるが、これは実績の利水放流量が少なく、他のゲートやバルブからの無効放流が多いためだと考えられる。
- 利水放流管の実績放流量をもとにデータを整理しているため、各ダムの操作実績によっては最大限使用していない利水放流管も存在する。
- B/Cは、妥当投資額 / 建設費であり、妥当投資額は（年効用−年経費）/｛資本還元率×(1+0.4×平均利率×工期)｝で算出した。

表-2.1　各ダムの省エネ、発電電力量、温室効果ガス削減量

No	ダム名	ダム全体の消費電力量（MWh/年）	ダム全体のCO2排出量（t-CO2/年）	水力発電（従属発電）						水力発電（無効放流活用あり）　※2					
				最大使用水量（m^3/s）	最大出力（kW）	年平均発電電力量（MWh/年）	年CO_2削減量（t-CO_2/年）	B/C 1.全量売電（FIT利用）	B/C 2.管理用発電＋余剰売電	最大使用水量（m^3/s）	最大出力（kW）	年平均発電電力量（MWh/年）	年CO_2削減量（t-CO_2/年）	B/C 1.全量売電（FIT利用）	B/C 2.管理用発電＋余剰売電
1	Aダム	169	111	2.22	419	3,211	1,429	4.34	4.29	4.26	749	5,990	2,666	5.49	5.45
2	Bダム	120	79	−※1	−	−	−	−	−	1.20	143	814	362	2.15	2.06
3	Cダム	136	72	0.31	54	362	161	1.62	1.33	0.65	110	679	302	2.28	2.06
4	Dダム	65	34	0.41	147	673	300	2.24	2.16	0.50	194	917	408	2.70	2.64
5	Eダム	124	66	0.75	176	710	316	1.90	1.78	0.80	188	806	359	2.10	1.99
6	Fダム	61	32	−	−	−	−	−	−	0.77	231	1,617	720	3.01	2.98
7	Gダム	115	61	0.57	252	1,482	660	2.64	2.62	0.95	428	2,375	1,057	3.38	3.36
8	Hダム	87	46	0.80	78	388	173	1.39	1.27	0.80	78	392	175	1.41	1.29
9	Iダム	136	72	0.29	75	533	237	1.89	1.69	1.10	289	1,531	681	2.61	2.54
10	Jダム	38	20	0.06	15	77	34	0.52	0.49	0.45	122	567	252	2.11	2.10
11	Kダム	73	38	0.18	41	255	113	1.42	1.18	0.45	103	677	301	2.67	2.51
12	Lダム	63	33	0.19	37	223	99	1.29	1.13	0.47	91	470	209	1.92	1.80
13	Mダム	88	40	1.50	208	718	320	1.24	1.18	1.60	221	746	332	1.25	1.19
14	Nダム	101	46	0.70	369	580	258	1.10	1.04	0.70	369	1,487	662	2.98	2.92
15	Oダム	104	47	−	−	−	−	−	−	1.00	103	707	315	2.28	2.20
16	Pダム	123	56	0.20	44	237	106	1.42	1.08	0.20	44	244	108	1.46	1.12
17	Qダム	74	25	0.38	72	468	208	2.07	1.88	0.51	96	644	287	2.52	2.35
18	Rダム	42	14	0.39	65	260	116	1.04	0.95	1.10	181	567	252	1.40	1.35
19	Sダム　※3	55	18	0.60	105	255	113	0.81	0.81	0.60	105	257	114	0.82	0.82
20	Tダム	74	47	0.36	65	346	154	1.68	1.52	0.41	73	399	178	1.75	1.60
21	Uダム	24	15	−	−	−	−	−	−	0.30	72	435	194	2.03	2.04
22	Vダム	76	40	−	−	−	−	−	−	0.80	178	1,039	462	2.70	2.62
23	Wダム	105	36	0.80	196	1,042	464	2.69	2.53	0.90	220	1,341	597	2.79	2.67
24	Xダム	81	28	0.60	125	564	251	1.79	1.65	0.60	125	581	258	1.85	1.71
25	Yダム	49	17	0.56	152	1,086	483	3.52	3.45	0.56	152	1,119	498	3.63	3.56

※１　従属発電による発電電力量が算出できていないダムは、系統別の放流量データ（月報）が入手できていないため、全放流量を用いて、無効放流を活用した案のみ算出した。
※２　利水放流管に余裕があり、追加で無効放流を利水放流管を使って流せると仮定。
※３　既往検討でポテンシャルが期待されていたダムとは別に自治体からの要望により追加したダムであったため、参考検討とし、次頁のグラフからは除外する。

3．ダム関連業務

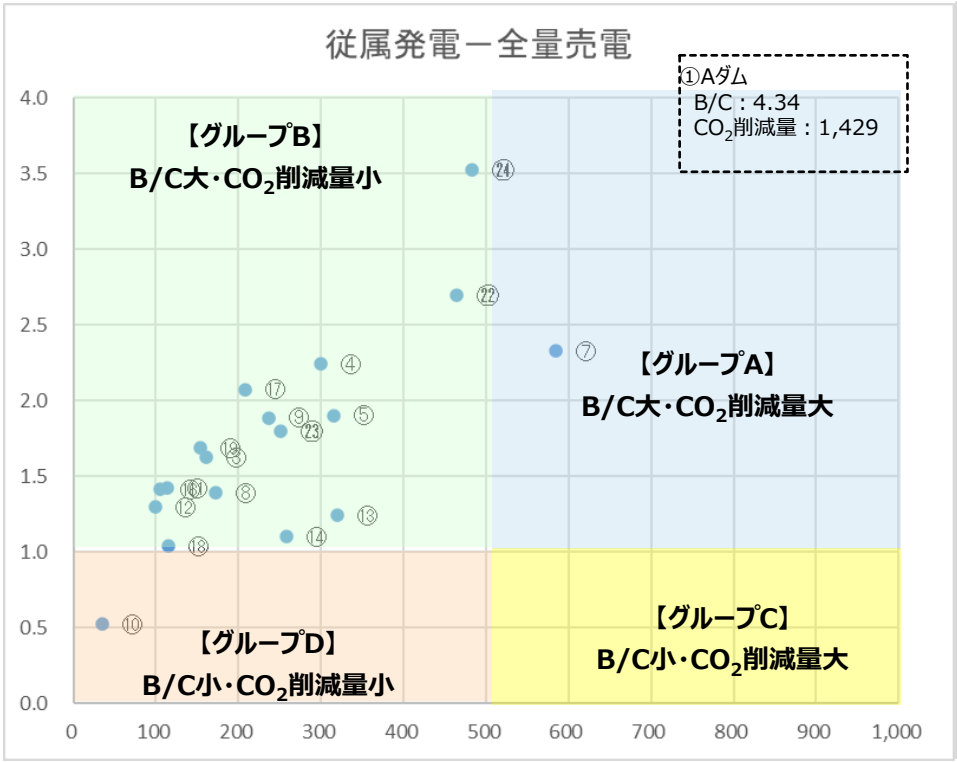
【２）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（３）発電ポテンシャルの算出

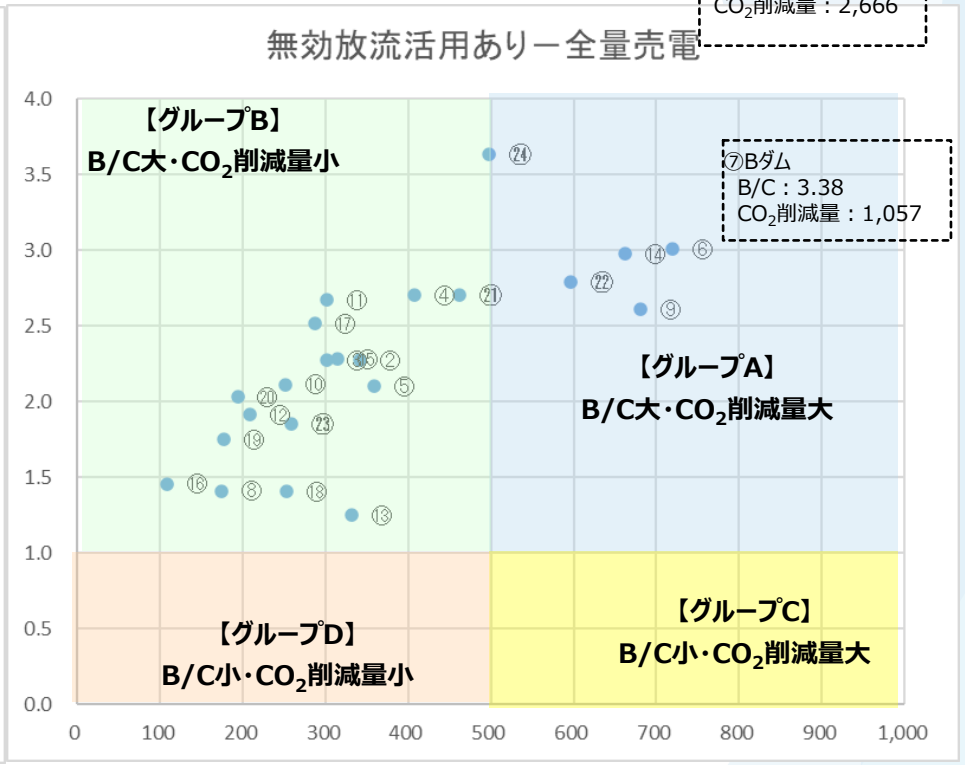
■ CO_2削減効果・経済性効果の整理　（全量売電）

- 下表に、**「全量売電」**の場合の縦軸にB/C、横軸にCO_2削減量を整理したグラフを下表に示す。
- B/CとCO_2削減量は概ね比例関係にある。B/Cが大きい場合、発電電力量も多い傾向にあるため、CO_2削減量も期待できる。
- 無効放流を活用した場合は、従属発電と比較して、更なるCO_2削減量が期待できるとともに、B/Cの向上も見られ、全てのダムにおいてB/Cが1.0以上となる。
- グループAやBのようなB/Cが大きいダムは、発電事業の広報や技術支援など、ソフト面での支援により、普及が進むと想定される。
- 既往の概略検討で最大出力100kW以上が期待できるダムを整理の対象とした。100kW未満のダムにおいてはB/Cが小さくなると推定される。

①従属発電



②無効放流活用あり



3．ダム関連業務

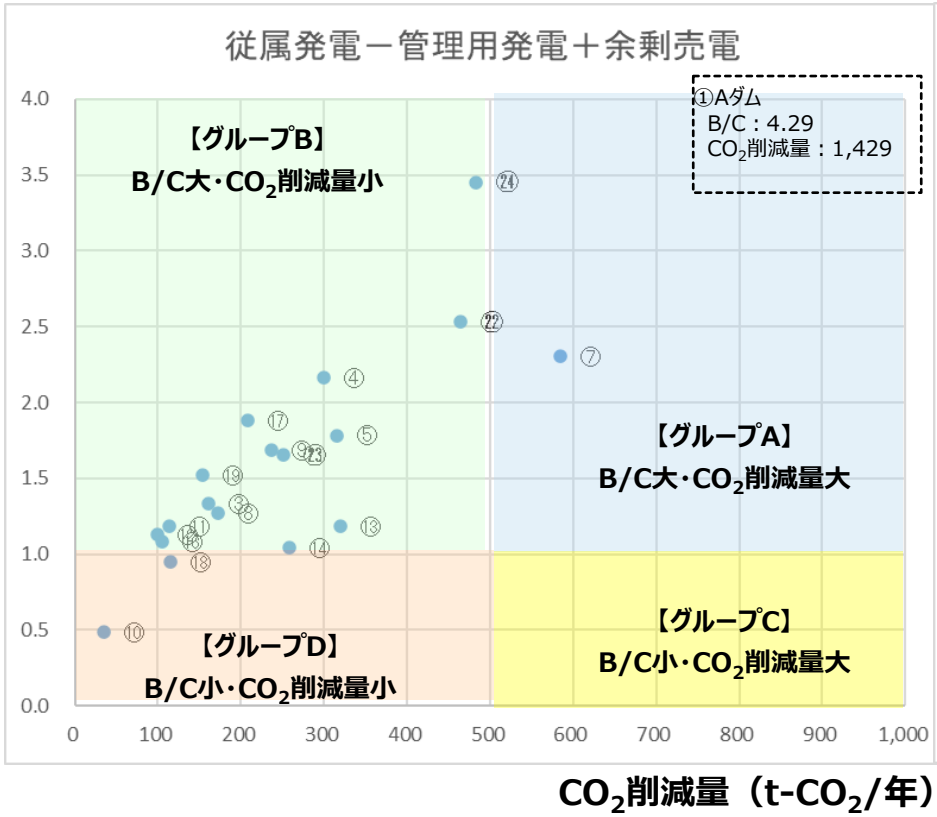
【２）省エネ効果・発電ポテンシャルの高いダムの抽出】

（３）発電ポテンシャルの算出

■ CO_2削減効果・経済性効果の整理　（管理用発電＋余剰売電）

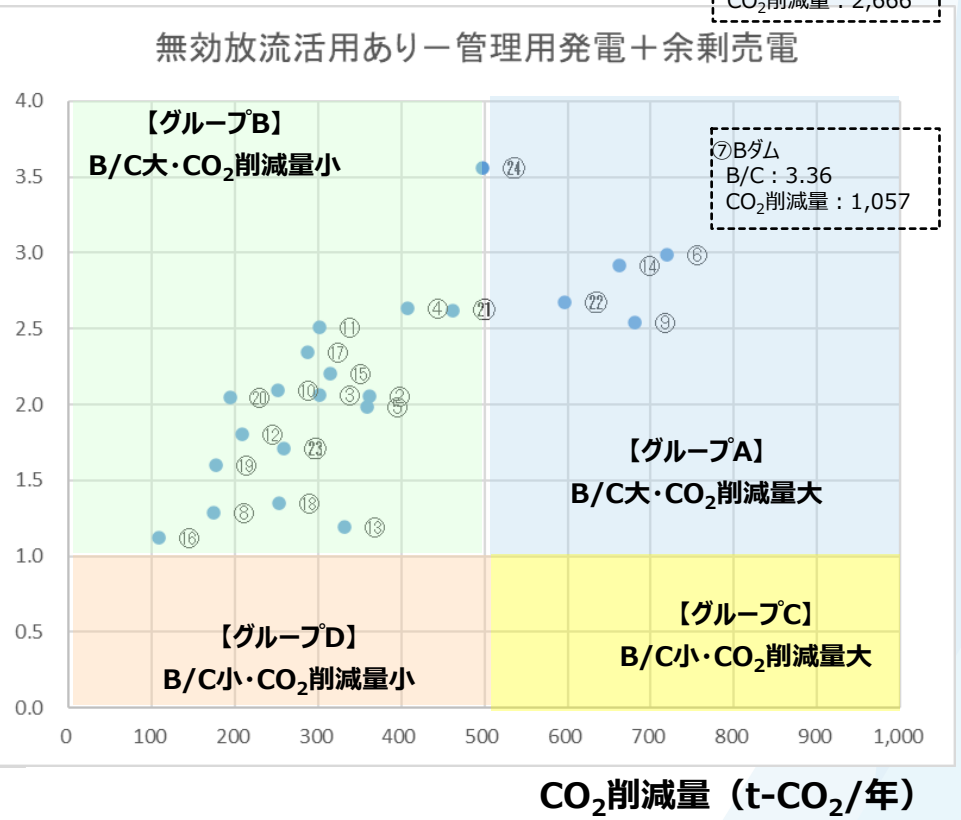
- 下表に、**「管理用発電＋余剰売電」**の場合の縦軸にB/C、横軸にCO_2削減量を整理したグラフを下表に示す。
- B/CとCO_2削減量は概ね比例関係にある。B/Cが大きい場合、発電電力量も多い傾向にあるため、CO_2削減量も期待できる。
- 無効放流を活用した場合は、従属発電と比較して、更なるCO_2削減量が期待できるとともにB/Cの向上も見られ、ほぼ全てのダムにおいてB/Cが1.0以上となる。
- 多くのダムがグループA、Bに含まれ、グループDにあるダムも無効放流を活用することが可能となれば、グループAまたはBに入る。
- 前頁の「全量売電」と比較して、 B/Cが小さくなる傾向であるが、その差はわずかである。

B/C　①従属発電



CO_2削減量（t-CO_2/年）

B/C　②無効放流活用あり



CO_2削減量（t-CO_2/年）

3．ダム関連業務

【３）水力発電導入課題事例調査】

（１）後のり発電所の抽出

- 既設ダムに後のりで発電を導入した事例を調査するため、ダム管理開始年と水力発電所設置年のを整理し、後のり発電所を抽出した。
- なお、事業導入時の課題を把握するため、直近30年間で設置された27カ所の水力発電所を抽出した。

表　後のり発電所一覧

No.	発電所名	発電事業者	ダム名	ダム管理開始	設置年月	運用開始年月
1	A発電所	α県企業局	aダム	S34.7	H10.6	H9.7.23
2	B発電所	β県企業局	bダム	S41.3	H23.7	不明
3	C発電所	γ県企業局	cダム	S32.6	R2.3	H30.6.20
4	D発電所	δ県企業局	dダム	S44.7	H12.4	H11.05.31
5	E発電所	ε県企業局	eダム	S44.1	H13.6	H12.1.13
6	F発電所	ζ県	fダム	S.42.4	H.26.4	H25.03.15
7	G発電所	η株式会社	gダム	S.59.4	H.27. 3	H26.10.1
8	H発電所	θ県企業局	hダム	H17.4	H24.4	H22.8.13
9	I発電所	ι県企業局	iダム	S56.4	H2.10	S63.04.14
10	J発電所	ι県農地部	jダム	S49.4	H2.3	S63.08.25
11	K発電所	δ県公営企業管理者	kダム	S55.4	H29.4	S51.07.14
12	L発電所	κ電力株式会社	lダム	S63.4	H27.7	H26.04.11
13	M発電所	λ電力株式会社	mダム	S51.5	H8.12	H7.6.26
14	N発電所	λ電力株式会社	nダム	H14.4	H29.3	H28.1.18
15	O発電所	μ町	oダム	S.42.2	H.28.2	H26.08.19
16	P発電所	ν県企業局	pダム	H1.4	H25.9	H24. 5. 11
17	Q発電所	ξ県	qダム	S43.4	H3.4	H31.3.29
18	R発電所	ξ県	rダム	S55.5	R2.9	不明
19	S発電所	ξ県	sダム	S51.4	H12.10	S39.9.28
20	T発電所	ξ県	tダム	H15.7	R1.11	H30.01.12
21	U発電所	ο県企業局	uダム	S41.4	H4.10	H25.12.11
22	V発電所	π市	vダム	S53.1	H28.11	H27.9.17
23	W発電所	ρ市	wダム	H22.4	H29.4	H27.09.11
24	X発電所	σ連合体	xダム	H21.6	H28.3	H27.05.26
25	Y発電所	τ県企業局	yダム	S47.6	H24.4	H25.12.11
26	Z発電所	τ県企業局	zダム	S35.7	H27.6	H25.07.31
27	AA発電所	τ県企業局	aaダム	S60.3	H28.10	H25.10.01

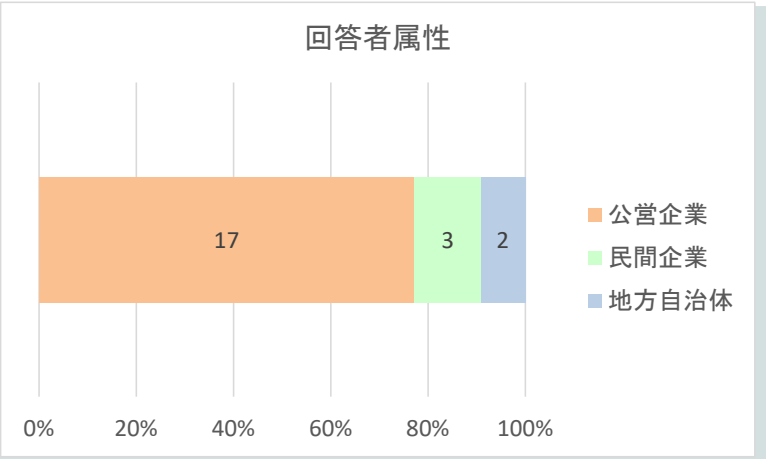
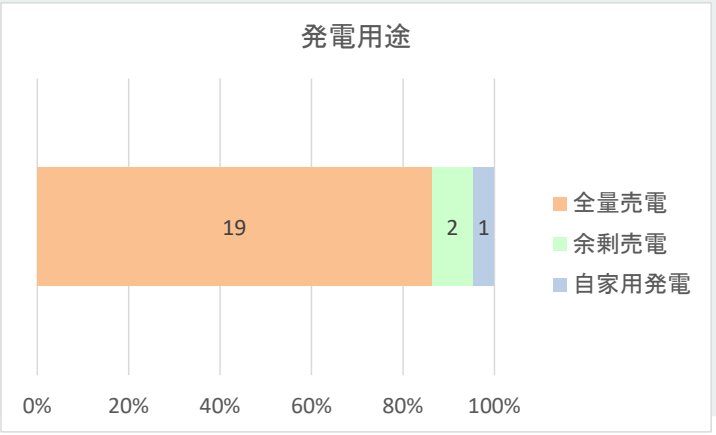
3．ダム関連業務

【３）水力発電導入課題事例調査】

（２）アンケート･ヒアリング調査

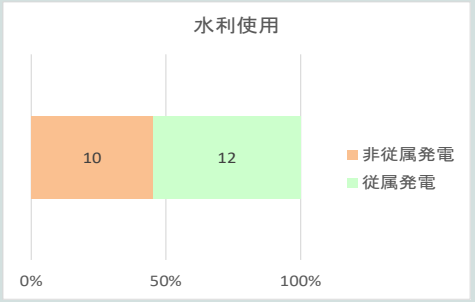
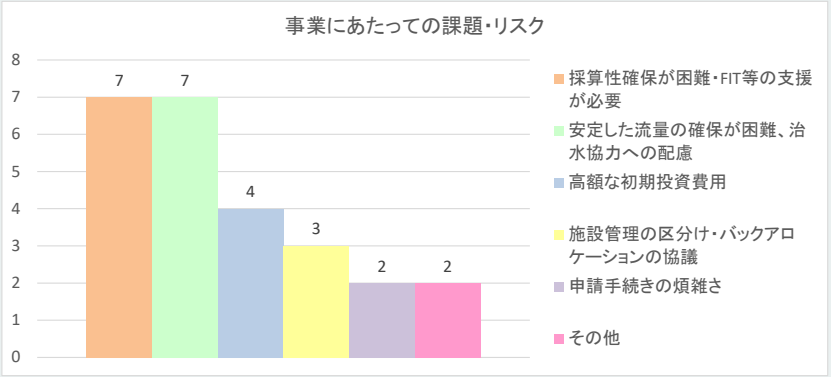
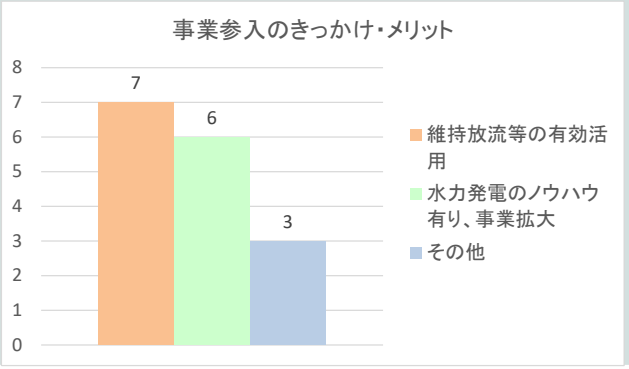
- 事例調査は、ダム管理者以外の許可工作物として発電機を設置している発電事業者27カ所に対してアンケート調査を実施した。（回収数：22カ所/27カ所）また、アンケート結果から、事業実施に当たり工夫が見られた事業者に対し、工夫の具体を確認するための補足ヒアリング（WEB会議）を実施した。
- 調査の結果、発電所設置や運転方法において工夫した点など、導入を検討する際の参考となる情報を整理した。

１）アンケート調査

項目	概要	グラフ
組織	■アンケートの対象は、以下のとおりである。 ・ 公営企業　17組織 ・ 民間企業　3組織 ・ 地方自治体　2組織 ■公営企業（県の企業局）が大半であり、民間企業の参入は少ない。	
発電の用途	■発電の用途は以下のとおりである。 ・ 全量売電　19組織 ・ 余剰売電　2組織 ・ 自家用発電　1組織 ■全量売電以外に、ダム大規模改修に合わせた商用受電の見直し等、管理用発電に活用した事例が、3カ所あった。	

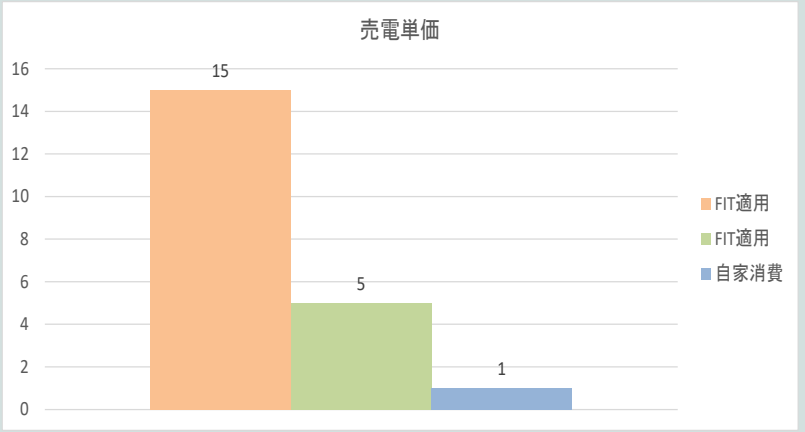
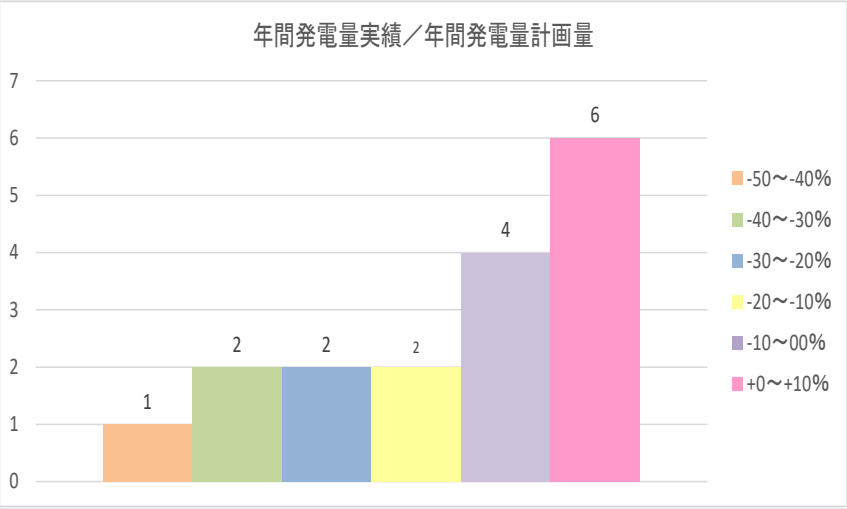
3．ダム関連業務

【３）水力発電導入課題事例調査】

項目	概要	グラフ
水利使用	■発電のための水利使用は、以下のとおりである。 ①非従属発電　⇒　10組織 ②従属発電　⇒　12組織	
事業にあたっての課題・リスク	■発電事業にあたっての課題・リスクと感じていることは、以下のとおりである。（複数回答あり） ①採算性の確保が難しく、FITの利用が前提⇒　7組織 ②治水等への協力による安定した流量の確保が困難 ⇒　7組織 ③発電設備や系統接続等の初期投資の負担が大きい ⇒　4組織 ④施設管理の区分け・バックアロケの協議が負担⇒　3組織 ⑤申請手続きが煩雑　⇒　2組織 ⑥その他（開発地点が限られている、人材確保が困難） ⇒　2組織（各1組織）	
事業参入のきっかけ・メリット	事業参入のきっかけ・メリットは、 ■ 国交省や県等の河川側のダム管理者から、維持放流等の有効活用の働きかけがあった⇒　7組織 ■ 水力発電事業を既に実施しており、事業拡大のため実施 ⇒　6組織 ■ その他　⇒　3組織 環境負荷低減への貢献：2組織、事業譲渡：1組織	

3．ダム関連業務

【３）水力発電導入課題事例調査】

項目	概要	グラフ
売電単価	■売電単価は以下のとおりである。 ・ FIT適用　15組織 ・ FIT適用外　5組織 ・ 自家消費　1組織 となっている。 ■FIT適用外の場合、売電単価は8.77～10.31円／ｋW程度であり、FIT単価（2021年度：12円～34円円／ｋW）より大幅に安価となっている。	
年間の発電量	■直近の年間の発電量の実績と年間の発電量の計画値の比率は以下のとおりである。 ・ －50%～-40%　1組織 ・ －40%～-30%　2組織 ・ －30%～-20%　2組織 ・ －20%～-10%　2組織 ・ －10%～　0%　4組織 ・ 　0%～　10%　6組織 ■実績値が計画値を下回った理由は、天候等により流量が少なかったケースがほとんどであり、その他の理由としては、設備の故障・塵芥詰まりが挙げられる。	

3．ダム関連業務

【３）水力発電導入課題事例調査】

➢ 発電所や各設備の配置、施工計画など工事費を抑制するための工夫、運用面の工夫等について確認し、情報を整理した。

項目	概要
発電所設置や運転方法において工夫した点	**【運用における工夫】** ■ 最大出力をより大きくするため、ダム**放流量増加時は河川維持流量より大きい流量を設定**した。 ■ ゴミ詰まり軽減のため、ダム湖内に設置している**取水口の位置を当初より３ｍ程度低く**した。 ■ 売電で得られた**収益を基金**として積み立て、**ソーラーパネル設置や生ゴミ処理に活用**している。 ■ ダムの商用受電について、発電所の建設に併せて大幅な見直しを行い、発電所から**直接ダムの電力設備に給電し、余剰分を系統に接続**する回路とした。（管理用発電＋余剰売電） **【新設設備の簡素化】** ■ 無停電電源装置として**汎用のＵＰＳを採用**することで充電装置、蓄電池の設置を省略した。 ■ **横抗内に発電設備を設置**することで、発電所建屋を設けず費用の低減を図った。 ■ 構造が簡素でメンテナンスの負担が小さい、かつ**安価な水車形式を採用**した。 **【施工時の工夫】** ■ 既設放流管の分岐工事によるダム管理への影響を小さくするため、**分岐管の施工順等、工程を調整**した。  横坑内に発電設備を設置 **【既存設備との連携】** ■ 通水に余裕があった**既存の水圧管を途中から分岐する形**で新規発電所を増設した。 ■ 遠隔監視ができるように**庁舎と発電所を通信で接続**した。 ■ 発電運転方法については、ダムコンからの運用指示流量に対して、発電所の制御信号を連携させることによって、安全かつ適切なダム運用を可能とした**（ダムのゲート設備との連携）**。 **【周辺環境への配慮】** ■ 周辺が観光地のため、建屋は半地下式、水路を地下埋設とし、**周辺環境への影響を小さく**した。

3．ダム関連業務

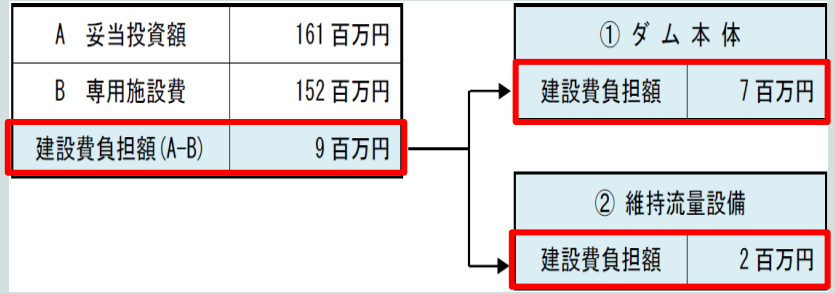
【３）水力発電導入課題事例調査】

（３）バックアロケーション算出事例の整理

- 多目的ダム建設事業に参加したものが、その便益に応じた建設費用を公平に負担する原則があり、これを後から参加した事業者に適用することをバックアロケーションという。
- 河川法における兼用工作物の費用負担（法66条）では、河川管理者と「協議して定める」ものと規定されており、アロケーションの設定方法は画一的でなく、様々な考え方があることが想定される。
- そこで、後のりで発電事業に参入した事業者のバックアロケーションの算出方法について事例収集し、算出方法など、今後事業者が参入する際の参考となる情報を整理した。

表　バックアロケーション算出事例

バックアロケーション算出項目	Aダム (事業者：○町、評価年：H26年、最大出力114kW)	Bダム (事業者：△県、評価年：H28年、最大出力900kW)
バックアロケーションの算出方法	“妥当投資額”と“専用施設費”の差を建設費負担額とし、「①ダム本体」、「②維持放流設備」の事業者および建設年が異なるため、それぞれの施設残存価値に対して負担額を割り振りしている。	特ダム法の建設アロケーション算出方法に準じて、総貯水容量(7600千m³)の事業費に対して、発電に必要な容量(日調整量として6時間分の最大と常時の使用水量差33千m³)に対する建設費負担率0.3%を算出。ダム総事業費に、この負担率を乗じ、デフレータと残存率を用いて現在価値化した83,659,416円を負担額としている。



（単位：円）

	区分	河川	発電	合計
a	身替り建設費	38,386,616,888		
b	妥当投資額	91,315,215,517	452,816,732	
c	a、bいずれか小	38,386,616,888	452,816,732	
d	専用費		422,457,627	
e	c－d	38,386,616,888	30,359,105	38,416,975,993
f	分離費用	22,261,278,675	113,018,799	22,374,297,474
g	残余便益e－f	16,125,338,213	0	16,125,338,213
h	同上（%）	100.000%	0.000%	100%
i	残余共同費配分	16,012,319,414	0	16,012,319,414
j	f＋i	38,273,598,089	113,018,799	38,386,616,888
k	建設費負担率（%）	99.7%	0.3%	100.0%

ダム建設費にかかる事業者負担額

ダム総事業費	＝	38,386,616,888 円	（平成14年実績額）
事業者アロケ率	＝	0.3 %	
事業者負担額	＝	ダム総事業費×事業者アロケ率	
	＝	115,159,851 円	（平成14年算定額）
	⇒	83,659,416 円	（平成28年換算額）

3．ダム関連業務

【３）水力発電導入課題事例調査】

（３）バックアロケーション算出事例の整理

表　バックアロケーション算出事例

<table>
<tr><th>バックアロケーション算出項目</th><th>Aダム
(事業者：○町、評価年：H26年、最大出力114kW)</th><th>Bダム
(事業者：△県、評価年：H28年、最大出力900kW)</th></tr>
<tr><td>発電妥当投資額</td><td>妥当投資額＝ 年効用 － 年経費 ／ 資本還元率(1＋0.4×平均利率×工期)</td><td>同　左</td></tr>
<tr><td>年効用の売電単価</td><td>12.2円／kWh（山元価格による）</td><td>同　左</td></tr>
<tr><td>年経費</td><td>発電所維持管理費＋ダム維持管理費の費用分担率を乗じた額</td><td>同　左</td></tr>
<tr><td>平均利率</td><td>4.5%</td><td>8.0%</td></tr>
<tr><td>専用施設費</td><td>水力発電計画工事費積算の手引き（H25.3エネ庁）による概算
<table>
<tr><th colspan="3">項　目</th><th>事　業　費
（千円）</th><th>備　　考</th></tr>
<tr><td>1）</td><td colspan="2">土地補償費</td><td>0</td><td>既設ダム敷地内のため計上せず</td></tr>
<tr><td>2）</td><td colspan="2">建物関係</td><td>7,100</td><td></td></tr>
<tr><td>3）</td><td colspan="2">土木関係</td><td>37,600</td><td>水路＋機械装置</td></tr>
<tr><td></td><td>水路</td><td></td><td>31,800</td><td>Σ(a～e)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>a. 取水ダム</td><td>0</td><td>既設ダム利用</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>b. 取水口</td><td>0</td><td>既設取水口利用</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>c. 水圧管路</td><td>25,300</td><td>SUS考慮</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>d. 放水路</td><td>3,600</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>e. 雑工事</td><td>2,900</td><td>Σ(a～d)×10%</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">機械装置</td><td>5,800</td><td>Σ(f～g)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>f. 基礎</td><td>2,400</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>g. 諸装置</td><td>3,400</td><td>(水路＋f)×10%</td></tr>
<tr><td>4）</td><td colspan="2">電気関係</td><td>90,500</td><td></td></tr>
<tr><td>5）</td><td colspan="2">仮設備費</td><td>6,800</td><td>〔(2)＋3)＋4)〕×5%</td></tr>
<tr><td>6）</td><td colspan="2">総係費</td><td>10,000</td><td>〔(2)＋3)＋4)＋5)〕×7%</td></tr>
<tr><td>7）</td><td colspan="2">【合　計】</td><td>152,000</td><td>Σ〔(1)～6)〕</td></tr>
</table>
水力発電計画工事費積算の手引き(H25.3、資源エネルギー庁)により算出</td><td>未確認</td></tr>
</table>

3．ダム関連業務

【３）水力発電導入課題事例調査】

（３）バックアロケーション算出事例の整理

- 発電事業者の負担額について、ダム事業費および水力発電事業費に対する比率を整理した結果、ダム事業費に対する負担率は0.22%～0.3%と大きな負担とはなっていない。
- 水力発電事業費に対する負担率は、規模の小さいAダムで約6%、規模の大きいBダムは約20%と発電規模に応じた負担率となっている。
- 維持管理費は、それぞれのダム事業費に対する負担率(0.22%～0.3%)を適用しており、大きな負担率とはなっていない。

表　バックアロケーション算出事例

バックアロケーション算出項目		Aダム (事業者：○町、評価年：H26年、最大出力114kW)	Bダム (事業者：△県、評価年：H28年、最大出力900kW)
①ダム事業費		残存価格：　4,106,000,000円 （建設当初14,249,000,000円）	残存価格：27,886,471,842円 （建設当初38,386,616,888円）
②水力発電事業費		152,000,000円	422,457,627円
③発電事業者負担額		9,000,000円	83,659,416円
ダム事業に対する負担率(③/①)		0.22%	0.30%
発電事業に対する負担率(③/②)		5.92%	19.80%
維持管理費	年負担額	ダム管理費：462,000円/年 維持流量設備管理費：222,000円/年	2,425,338円/年
	負担率	ダム管理費負担率：0.22% 維持流量設備管理費負担率：0.28%	0.3%

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

A. 柔軟性資源としての水力発電の活用／地方公営企業等の水力発電活用可能性

H30

1.系統運用に関する調査

1)諸外国において水力発電を系統運用の柔軟性向上に活用した事例に関する文献調査（スペイン、ポルトガル）

→ 両国では一般水力を需給調整に活用していることを確認。

2)我が国での水力発電による調整力供給の実現可能性の検討（ヒアリング）

3)公営水力発電の売電契約に関する調査（アンケート）

→ 需給調整市場に関心のある企業局もある。一部を除き旧一電に販売している。

R1

2.諸外国の事例調査

1)諸外国の水力発電による系統制約解消事例 現地訪問調査（上記2国）

2)水文的シミュレーションと電力システムの研究事例調査（文献調査）

→ 我が国では知見の少ない両国の最新の詳細情報を入手(関係機関・有識者・事業者・現地視察)。

3.国内の系統運用調査

3)系統運用における既存水力発電の活用可能性調査（九州地域）

4)太陽光発電の余剰電力を活用した揚水発電モデルの検討

6)可変速揚水発電システムの開発状況・導入動向調査

7)需給調整市場における短期売買による収益シミュレーション

→ 現行託送料金制度では揚水発電は収益を得づらく、長期的には更新困難の可能性がある等、再エネ大量導入への貢献の評価が期待される。

4.地方公営企業関連調査

5)需給調整市場に参加するための条件調査及び課題整理

→ 地方公営企業が直接市場参加するための契約面・設備面の課題と可能性を整理。

→ 卸売市場での利益は価格スパイクに依存し、市場状況で大きく変動。需給調整市場併用シミュレーションも実施。

R2

2.対象国の拡大

1)国外の水力発電の活用状況の調査(上記2国+オーストリア等)

→ EUでは、実証プロジェクトを通じて、水力を活用した柔軟性の向上が検討されている。
オーストリアでは、水力を中心とした再エネ100%の自治体が見られる。

3.国内の系統運用調査

2)系統運用における既存水力発電の活用の拡大可能性調査（北海道地域）

→ 同規模の孤立系統で変動性再エネの大量導入が進むアイルランドについて調査し、参考となる情報を整理等。

4.地方公営企業関連調査

3)公営電気事業者を対象にした地域経済効果分析

4) 将来の発電電力量拡大に必要な方策の調査

5)災害時自立運転可能性調査

→ 地域新電力の公営水力からの調達による魅力増大（地産、再エネ）や需要家の意識変革が地域経済循環に繋がる。
経年的に設備利用率が低下傾向にある可能性がある。
災害時自立運転ができるポテンシャルがある水力発電所がある一方で、実際に運転するには体制面・制度面等の課題がある。

R3

2.対象国の事例調査

1)国外の地域における水力発電の活用状況の調査（オーストリア）

→ オーストリアでは、地域での水力の活用、開発には課題がある（開発ポテンシャル、許認可等）。
小揚水ダムの活用により地域のエネルギー自立を図る地域がある。

4.地方公営企業関連調査

2)地方公営企業等が有する水力発電の活用による地域付加価値の増大方策の検討

→ 地方公営企業は収入の安定化を重視する傾向にあり、柔軟な運転の可能性は発電所ごとなどそれぞれ。収益拡大のための契約方式にはモデル的事例創出が有効な可能性がある。単体でアグリゲーションビジネスに取組む地域新電力は少ない可能性がある。

3)水力発電を活用した災害に強い分散型エネルギーシステムに関する事業モデル検討

→ 災害・平常時の両方に対応する水力発電を活用した分散エネシステムの実現可能性は高い。自営線敷設距離が長い場合でも一定規模の電力需要量が存在すれば便益確保可能と考えられる。

B. 鉄道・高速道路等の空き空間等を活用した送電線整備

1.系統整備に関する調査

1)諸外国の既存インフラを活用した系統制約の解消事例の調査

2)我が国での実現可能性の検討

→ 線路敷設権等に留意し、参考事例等をヒアリング調査し整理。

2.既存インフラを活用した系統整備の必要性等に関する調査

1)系統整備の必要性等に係るヒアリング

2)位置エネルギーによる蓄電技術の収集

→ 工事費削減や工期短縮等の経済的・時間的メリットが空き空間を活用した送電線整備に必要になる。

3.系統整備に関する調査

1)中小水力発電の系統接続の現状や障壁に係るヒアリング

2)系統制約解消に資する技術情報の収集・整理

→ ベンチャー企業を中心に、位置エネルギーの活用による新たな蓄電技術が開発され、今後の展開が期待されている。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

＜今年度のまとめと課題＞

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やIHA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

報告書名	ポイント
水力発電2050 ネットゼロに向けた850＋GWの特定（IHA,2021）	➢ ネットゼロを達成するためには2050年には現状より1,300GWの増強が必要となる。 ➢ IEAとIRENAの目標とする850GW以上の導入には、金融支援/持続可能性に係る基準/規制の合理化/気候変動強靭化/設備の高効率化と既存インフラの活用が必要となる。
電力市場における柔軟性の価値：水力発電の現状と将来（IEA,2021）	➢ 水力発電はすべてのタイムスケール（秒以下～季節単位）で柔軟性サービスに貢献する。 ➢ 新たな柔軟性の市場（FRPやFFR等）が創出されつつあるが、市場で必要とされる量は限定的であるため、水力発電・揚水発電等への投資を刺激することは考えにくい。
水力発電特別市場レポート 2030年の分析と予測（IEA,2021）	➢ 2030年まで10年間で世界の水力発電の設備容量は17%増加の予想。ただし、取組を強化すれば40%以上の増加が見込める。 ➢ 100MWの貯水池式の水力発電があれば、100MW分の太陽光の調整は十分可能となる。 ➢ 発電単価でみると、揚水発電が一番安価な蓄電技術となる。蓄電池と揚水発電のエネルギー貯蔵の役割は異なり、お互いに補完することが必要。

■検討結果

②地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査

- 水力発電の導入が盛んなオーストリアを対象に、6団体（州営電力、自治体公社、民間事業者、オーストリア小水力協会）に対して水力発電の導入状況や課題、運用方法等についてヒアリング調査を行った。

表　ヒアリング結果のポイント

項目	ポイント
水力発電の導入	➢ 許認可の長さを各社が課題として考えており、政府の再エネ目標の達成が困難となっているとの意見がある。 ➢ ダム湖は水力発電用であり、既存の他社の治水・利水ダム等に水力発電所を設置する事例はない。 ➢ 助成は小水力に対してのみであり、投資への助成金とマーケットプレミアムの2種類の助成がある。コンサルや設計への助成も政府により計画されている。
水力発電の運用	➢ 現状では電源の大半が水力であるが、変動性再エネの増加により必要な調整力も増えてきている。 ➢ 州営電力は自社で市場取引を行う。自治体公社は相対契約に力を入れ、市場取引は行わず州営電力が行う（市場参加する経験・人材がない） ➢ アグリゲーターは現状では活用がほとんどなく、FIT切れや助成を得て市場取引をしなくてななならない事業者が増えるため、今後発展すると考えれる。 ➢ 地域の自社の電源構成のバランス（水力、風力、太陽光）と自社で設置した小揚水ダムの運用により、地域のエネルギー自立を目指してた事業を行う民間事業者がある（AAE）。

■今後の課題

- IEAやIHAの最新報告書やEUのプロジェクト等から、水力発電活用に関する最新動向をウォッチすることは重要になると考えられる。
- オーストリアではアグリゲーターの活用はこれからの状態であり、アグリゲーターの役割等を知る場合、他国の動向（ドイツ等）から調査する必要がある。
- 小揚水ダムの運用を行うオーストリア企業の取組は日本でも参考になる可能性がある。（ため池を活用して小揚水を導入する等）

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＞

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

■検討結果

①地方公営企業等の収益拡大につながる事業スキームの検討

- 地方公営企業は、収入の安定化を重視する傾向にある。出力調整による柔軟な運転の可能性、発電所ごとに、季節ごとにも異なり、それぞれである。
- 単体でアグリゲーションビジネスに取組む地域新電力は少ない可能性が示唆され、単独かつ地域で閉じた形では容易ではない可能性がある。

表　地方公営企業と地域新電力へのヒアリングまとめ

地方公営企業	地域新電力
＜収益の考え方＞ ・安定的収入（基本料金の重視、FIPよりFIT等）を重視される傾向が強い印象。	**＜公営水力への期待や関心＞** ・ベースロード電源としての期待が主であり、調整電源としての現時点での期待は確認されなかった。
＜発電所の柔軟な運転＞ ・発電所の種々の条件を踏まえた出力調整を実施して柔軟に運転することは、発電所ごと季節ごとなどにそれぞれ。	**＜アグリゲーションビジネスの可能性など＞** ・単体で取組む地域新電力は少ない可能性が示唆された。また、単独かつ地域で閉じた形での取組は容易ではない可能性がある。さらに、現在の規模では公営水力を地消するには小さい可能性がある。

■検討結果

②地域付加価値の増加可能性調査

- 市場価格に応じた収益最適化シミュレーション（1日単位）の結果、現在の発電パターンでの市場売電より28%程度の増収になり、単価は2円/kWh程度増加した。
- このうち小さくない部分が１月の電力市場高騰時での収益拡大による。

図　シミュレーション結果の比較

項目	実績×市場単価	単純並び替え	最適化×市場単価
総額（百万円）	448	574	574
単価（円/kWh）	9.0	11.5	11.2
送電電力量（MWh）	49,812	49,812	51,421

■検討結果

③事業実現方策の整理

- 例えば市場連動型売電は前例がないため、事例創出のための取組が有効となるのではないか。

表　市場価値別の整理

市場価値	kW価値	kWh価値	ΔkW価値
収益拡大方策	・発動指令電源としてのアグリゲーション	・市場連動型の売電	・需給調整市場への参加
現状や実現に向けた障壁	・容量市場参加への認知度 ・既存契約見直し時のメリット確保	・ベースロード電源としての期待 ・需要に対して大きい可能性 ・出力調整による収益拡大を前提とした契約方式は考えうるが水力での前例がない	・発電側、地域新電力側のいずれもが、少なくとも当面の取組とは捉えていない可能性
考えられる対応策	・当局からの情報提供	・分割売電 ・モデル的試行への支援	・まずは前日・当日市場からの取組

■今後の課題

- 入札時に固定価格に加えて収益拡大分を折半することを前提とした契約方式は都道府県の他の事業（例：最終処分場）では事例があるが、公営水力での前例はないとみられるため、モデル的試行などによる最初の事例創出が有効な可能性がある。
- そのためにも、今後の検討課題としては、非FIT水力発電所での最適化計算により潜在的に有望な発電所を抽出し、有望な発電所を対象に実運用を前提としたシミュレーションの実施も含めて技術的実現性を確認するとともに、契約面での実現性と合わせて取組事例の創出に向けた検討をモデルケース的に取り組むことが必要と思われる。
- このような売電（卸売）契約での事例・経験の蓄積に基づき、調整力化・FIP化などの新たな活用方策の普及拡大につながっていくと思われる。

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＞

3）水力発電を活用した災害に強い分散型エネルギーシステムに関する事業モデル検討】

■検討内容

・災害時（系統停電時）に自営線による電気が供給が可能（自立運転可能）で、平常時にも電気の供給を行うことのできる、災害時・平常時の両方に対応した分散型エネルギーシステムに関する電力供給スキーム、事業モデルの検討を行った。
・複数の発電所を選定し、電力需給シミュレーションにより事業収支概略試算の検討を行うと共に、事業モデルの成立要件の整理を行った。

■検討結果

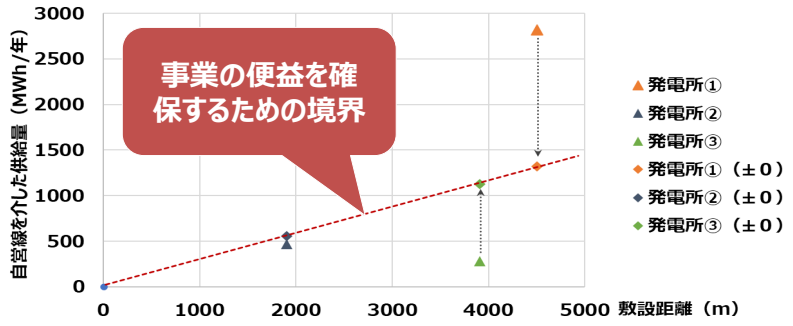
①事業収支概略試算の結果

- 自営線の敷設距離が長い場合でも一定の電力需要量（自営線を介した供給量）があれば便益確保の可能性はある。（敷設距離が短い場合はさらに有利となる）。
- 本試算条件下※では0.3MWh/年/m程度が成立するための要件であった。

※非FIT発電所となった場合を仮定し試算等

検討結果①（▲凡例）
施設の延床面積から電力需要量を推計し、発電所で発電した電気を自営線を介して周辺施設へ供給した場合の結果をプロット

検討結果②（◆凡例）
検討①の結果から供給量を増減しながらケーススタディを行い、事業の便益が±０となった時点の結果をプロット



■検討結果

②事業モデルの成立要件の整理

- 災害時・平常時の両方に対応した分散型エネルギーシステムの事業モデルについて、ハード面とソフト面での成立要件・方向性案を整理した。

表　ハード面とソフト面の成立要件と方向性案

	ハード面	ソフト面
成立要件	• 短距離で自営線を敷設すると共に、自営線の距離に応じた一定規模以上の電力需要を確保（発電所の規模に比べて電力需要が非常に小さい場合は自立運転が困難な可能性がある） • 水系一貫の場合は、上流側の発電所の運転状況が下流側の発電所に影響を与えるため、干渉しない発電所を選定	• 既存の専門技術者を活用した事業体制の構築 • 環境価値や災害対応等の電気以外の付加価値を考慮した自営線による電気の供給 • 系統へ売電する際に小売電気事業者と安定的な価格で売電を継続（自営線で売電する場合は、系統への売電量が大きく変動する可能性があるため、売電単価が低くなる場合がある）
方向性案	• 短距離で自営線を敷設することでイニシャルコストやランニングコストを削減 • 一定規模以上で、今後長期間安定して電力需要のある施設を単独・複数選定し収入を確保（災害の対応の必要がある施設が望ましい） • 単独水系の発電所を選定し、自営線での安定した電力供給による収入の確保	• 既存人員を活用することで、新たに資格者を確保することによるランニングコストを削減 • 災害対応や環境価値を持つ電気の取引価格を考慮しつつ事業の便益評価を実施 • 需要施設側での需給調整を行い変動を抑制する等、系統への売電量が安定した運用を実施（需給調整を行うための追加コストが生じる可能性がある）

■今後の課題

➢ 災害時・平常時両方に対応した分散型エネルギーシステムの実現可能性について、具体的な自営線の敷設方法等の検討による概略試算の精度向上や、小売電気事業者との契約単価の減少を生じさせない需給調整運用のあり方について深堀り検討が必要と考えられる。
➢ 今後運用開始される制度（配電事業等）への対応や、脱炭素社会の実現に向けた事業モデルの追加的な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

【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等について、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

①水力発電の柔軟な運用方策の最新動向に関する調査	②地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査
・水力発電の柔軟性に関わる事例等の最新動向の整理	・オーストリア等の地域の再エネ普及に関する方針や水力発電の活用方策に関する整理

↓

③調査結果のとりまとめ
再エネ大量導時に系統柔軟性向上の観点で水力発電を活用する可能性、支援・促進策等の最新情報の整理

図　検討/調査フロー

■実施内容

①水力発電の柔軟な運用方策の最新動向に関する調査

H30～R2既存インフラ活用再エネ業務では、スペイン、ポルトガルを中心に諸外国の水力発電（揚水発電含む）の活用状況を調査し、変動性再エネの大量導入に対する系統柔軟性確保の方策として、水力発電が大きな役割を果たしていることが確認された。

過年度までの調査結果を踏まえ、系統柔軟性向上のために水力発電の活用が進む欧州を中心に諸外国の最新動向を調査した。

【調査の視点】
- 系統柔軟性向上のために水力発電を活用するための政策や事例の最新動向
- カーボンニュートラルへの取組が世界的に進む中で、水力発電の果たす役割等に関する最新情報

②地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査

R2既存インフラ活用再エネ業務では、既往文献調査を行い、オーストリアにおいて、再エネ100%を達成する地方公共団体が出てきていること、水力発電が柔軟性供給の点で地域の変動性再エネ導入拡大に貢献している可能性が確認された。一方で、地方公共団体や発電事業者等の具体な取組は確認が難しかった。

R3業務では、引き続きオーストリアを中心に取組の詳細を既存資料から調査するとともに、現地の電力会社等にヒアリングを行った。

【調査の視点】
- 地域の再エネ普及に関する政府の方針や地方公共団体、事業者への支援策
- 水力発電の運用方法、水力発電による収益確保の方法

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の最新動向に関する調査

国際エネルギー機関（IEA：International Energy Agency ）や国際水力発電協会（IHA: International Hydropower Association）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。

概要整理を行った報告書

	報告書名	概要	ポイント
1	International Hydropower Association（2021,9）Hydropower 2050 Identifying the next850+ GW towards Net Zero（水力発電2050 ネットゼロに向けた850＋GWの特定）	➢ 国際再生可能エネルギー協会（IRENA）と国際エネルギー機関（IEA） がそれぞれ公表したGHG排出シナリオでは、気温上昇を2℃未満を達成するために、世界で約850GWの水力発電容量の増加が必要になることが示されている。 ➢ 本報告書では、IRENAとIEAの目標である850GWの水力発電増強に向けて、水力発電の現況と導入ポテンシャルの推計、政策提言がされている。	➢ ネットゼロを達成するためには2050年には現状より1,300GWの増強が必要となる。 ➢ ネットゼロシナリオを達成するためには毎年2%以上の増加が必要となるが、2020年は1.6%に留まる。 ➢ 850GW以上の導入には、金融支援/持続可能性に係る基準/規制の合理化/気候変動強靭化/設備の高効率化と既存インフラの活用が必要となる。
2	IEA Hydropower（2021,6）Valuing Flexibility in Evolving Electricity Markets: Current Status and Future Outlook for Hydropower（電力市場における柔軟性の価値：水力発電の現状と将来）	➢ 変動性再エネの大量導入に対応する電力システムにおける柔軟性のニーズは世界的にある一方、各国や各地域で異なる予測・計画・運用の取組や電力市場制度の設計等が行われている。 ➢ 報告書では、日本を含む14の国や地域を対象に以下の情報を確認し、各国・地域の柔軟性サービス（市場等）における水力発電の状況等を分析している。	➢ 水力発電はすべてのタイムスケール（秒以下～季節単位）で柔軟性サービスに貢献している。 ➢ エネルギー貯蔵を行うには、収益源である発電を控える必要があり、新規に揚水発電を導入することを阻害している可能性がある。 ➢ 新たな柔軟性の市場（FRPやFFR等）が創出されつつあるが、市場で必要とされる量は限定的であり、水力発電・揚水発電等への投資を刺激することは考えにくい。
3	IEA(2021,6) Hydropower special market report - analysis and forecast to 2030-（水力発電特別市場レポート 2030年の分析と予測）	➢ 世界各国（日本を含む）の水力発電容量、建設改修計画、投資額等を整理し、2050年の排出ネットゼロシナリオ実現に向けて、2030年の水力発電の分析や予測、必要となる方策・支援策をとりまとめている。	➢ 2030年まで10年間で世界の水力発電の設備容量は17%の増加が予想される。ただし、取組を強化すれば40%以上の増加が見込める。 ➢ 100MWの貯水池式の水力発電があれば、100MW分の太陽光の調整は十分可能となる。 ➢ 発電単価でみると、揚水発電が一番安価な蓄電技術となる。蓄電池と揚水発電のエネルギー貯蔵の役割は異なるため、お互いに補完することが必要となる。

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の最新動向に関する調査

【1. Hydropower 2050 Identifying the next850+ GW towards Net Zero】

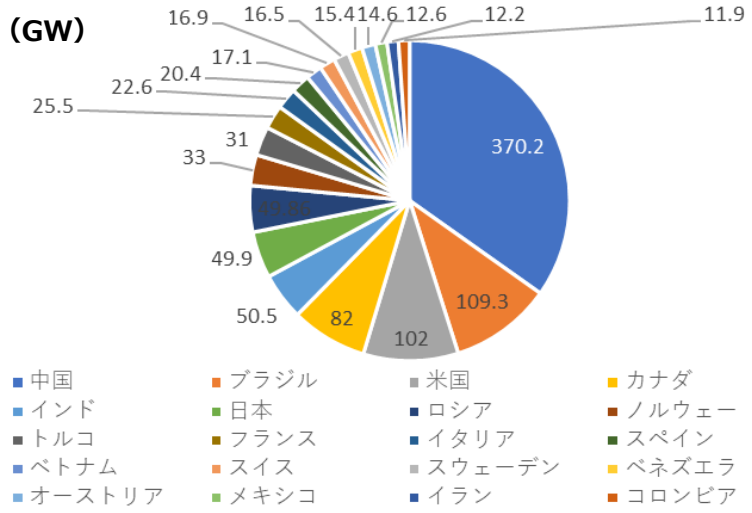
① 報告書の目的・概要

- 国際再生可能エネルギー協会（IRENA）と国際エネルギー機関（IEA） がそれぞれ公表したGHG排出シナリオ※では、気温上昇を2℃未満を達成するために、世界で約850GWの水力発電容量の増加が必要になることが示されている。
- 本報告書では、IRENAとIEAの目標である850GWの水力発電増強に向けて、水力発電の現況と導入ポテンシャルの推計、政策提言がされている。

※・IRENA, 2020, Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050
・IEA, 2020, World Energy Outlook

（参考）IEAのGHG排出シナリオ；
2050年に総発電電力量の88%を再生可能エネルギーが占め、うち10%が水力発電となる。2℃未満を達成するためには水力発電の設備容量は、2040年には現状より843GWの水力発電の増強が必要となる。ネットゼロを達成するためには2050年には現状より1,300GWの水力発電の増強が必要となる。

（2）水力発電の現状



世界の水力発電の導入状況

- 2020年に水力発電の設備容量は世界で21GW増加した。（1.6%の増加）。1,330GWが現状の水力発電の導入量になる。
- ネットゼロシナリオを達成するためには毎年2%以上の増加が必要となる。
- 中国は急速に建設が進んでおり、2020年現在は2005年の2.57倍となる300GW以上の設備容量を有している。
- 欧州や北米の水力発電所は平均的に古く、容量を維持・増加させるためには、高効率化が必要となる。

出典：IHA, 2021, Hydropower2050 Identifying the next 850+ GW towards Net Zeroより作成

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の最新動向に関する調査

【1. Hydropower 2050 Identifying the next850+ GW towards Net Zero】

② 水力発電の現状：建設予定の水力発電所

- 現在建設中または建設予定の水力発電がすべて建設された場合、548GWの設備容量が増強されることになる。既存の設備容量と合わせると1,878GWとなり、気候変動を2℃に抑えるために必要な850GWの水力発電の設備容量の約3分の2に相当する。
- 一方で、IEAのネットゼロシナリオでは1,300GWの導入が必要になるが、ネット・ゼロ達成に必要な増加率の半分にも満たないこととなる。
- 建設予定の水力発電所はアジア等の新興国が大きな割合を占めている。欧米の水力発電市場は成熟度が高いため大きな容量増加は見られないが揚水発電、非発電ダムの改修、既存発電所の高効率化による拡大が見込まれる。
- 揚水発電所は電力系統の柔軟性に重要な役割を果たすとして、将来的に現在（161GW）のほぼ2倍の容量になると見込まれている。揚水発電はヨーロッパを含めた世界中で成長が期待されており、2030年までに増加する水力発電の設備容量の30%を揚水発電が占めると予測される。

ステージ別の建設予定の水力発電

ステージ	設備容量 (GW)
建設中	156
規制当局の承認済み	165
承認申請中	138
発表済み	89
合計	548

種類別の建設予定の水力発電

水力発電の種類	設備容量 (GW)
流れ込み式	59.6
揚水式	157.2
貯水池式	235.4

地域別の建設予定の水力発電

地域	設備容量 (GW)	割合 (%)
東アジア・太平洋	240	43.8
アフリカ	118	21.5
南・中央アジア	91	16.6
南アメリカ	48	8.8
北・中央アメリカ	28	5.1
ヨーロッパ	23	4.2
合計	548	100

出典：IHA, 2021, Hydropower2050 Identifying the next 850+ GW towards Net Zeroより作成

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

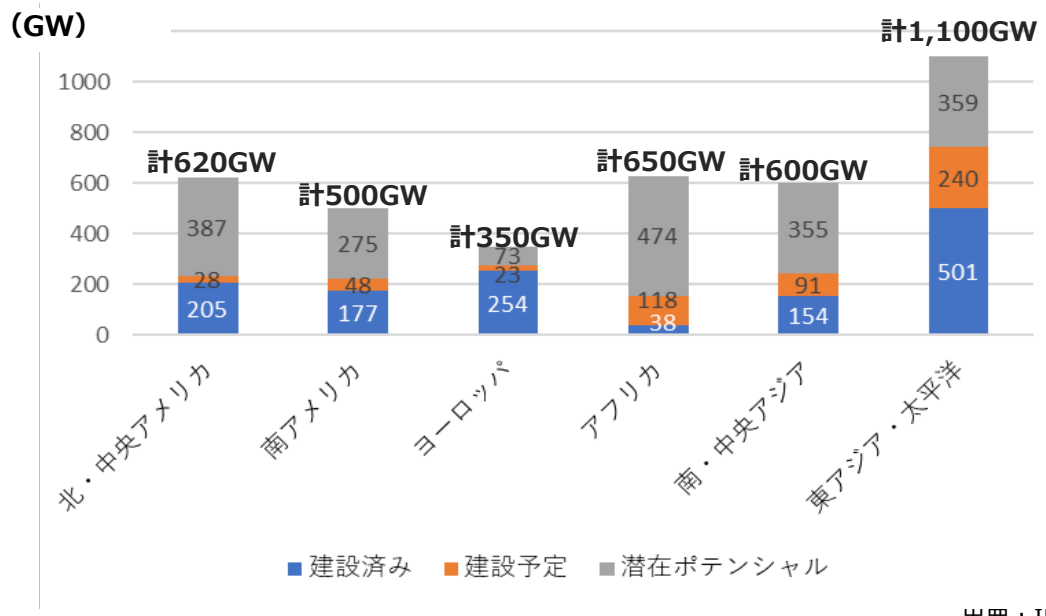
【1）水力発電活用を中心とした再生可能エネルギーの普及拡大等について諸外国の動向や事例の調査】

（1）水力発電の柔軟な運用方策の最新動向に関する調査

【1. Hydropower 2050 Identifying the next850+ GW towards Net Zero】

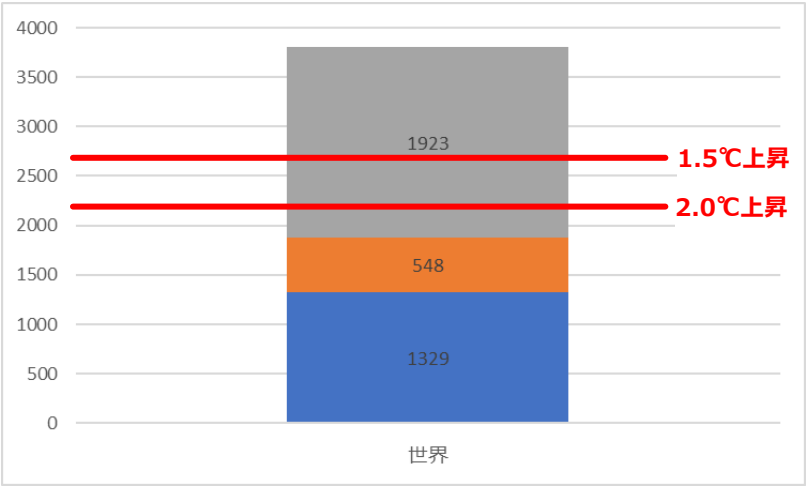
③ 水力発電容量の推計（潜在的ポテンシャル）

- IPCCの「Special Report on Renewable Energy and Climate Change Mitigation」と同様の手法で、潜在的な水力発電の容量ポテンシャルを推計すると、水力発電がネットゼロ達成に大きく貢献できる可能性があることが分かる。
- アフリカや南・中央アジア等の開発途上国では、水力発電の導入による大幅な容量拡大が見込まれ、水力発電はエネルギー需要が大幅に増加する地域の電力アクセスの拡大や経済成長を支えることに貢献する（アフリカは 2040年には電力需要が現状の2倍になると予測される）。
- 発電設備の交換・高効率化も重要な要素となる。現状では建設後40年以上計画する水力発電所が475GWあるが、設備の交換・高効率化により、25～50GWの設備容量を拡大することが可能となる。
- 既存ダムに水力発電設備を設置することも重要である。現状では世界の大規模ダムの1/3のみに水力発電設備が設置させており、アフリカやアジアでは10～15%のダムに留まっている。既存ダムを活用することで、新設に比べて環境・社会コストを回避して容量を拡大することができる。



※揚水発電は含まない

世界の水力発電のポテンシャル



出典：IHA, 2021, Hydropower2050 Identifying the next 850+ GW towards Net Zeroより作成

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の最新動向に関する調査

【1. Hydropower 2050 Identifying the next850+ GW towards Net Zero】

④ 水力発電に関する政策提言

項目	提言内容
金融	➢ 補助金や回収可能な助成金の提供により、民間部門からの投資を促進する。 ➢ 水力発電の開発を妨げる要因として、将来の長期的収益とエネルギー量が不確実なことが挙げられる。1950年代以降の水力発電所は90%以上が長期契約や電力購入保証など、収益が確実に得られる条件で開発されている。 ➢ 低炭素発電への民間投資を支援するためにFIT制度など様々な市場制度があるが、開発者と投資家に収益の仕組みを可視化することで、水力発電は初期投資のリスク以上に将来の補償・収益性があるという認識を広める。 ➢ 多くの市場では、水力発電の広域グリッドシステムサービスによる利益が得られず、ビジネスとして成立しにくい。エネルギー以外のサービス（洪水制御や灌漑など）を含めて、水力発電者やダムが提供するサービスが認知・報酬確保されることで、水力発電が全ステークホルダーから評価を得る。
持続可能性	➢ 持続可能な水力発電プロジェクトを認証するために、IHAは客観的で測定可能な新しい水力発電の持続可能性基準の策定を主導している。基準が普及することで、新たな水力発電開発への信頼性が高まり、規制や資金面のハードルをクリアできるようになる。
規制	➢ 建設期間が比較的長い水力発電は、規制当局の承認に時間がかかると判断される場合、投資を敬遠される恐れがある。そのため規制当局は、認可を迅速化するために、ライセンスや許可のプロセスを合理化・柔軟化することが奨励される。
気候変動強靭化	➢ 水力発電所の発電電力量は水文学的条件により変化するため、計画と運用に気候変動への影響への対応を組み込む必要がある。 ➢ IHAは、欧州復興開発銀行と世界銀行グループの支援を受けて、気候変動によるリスク対処のガイド「Climate Resilience Guide」(2019)を発行した。
高効率化と既存インフラの活用	➢ 世界の水力発電設備は老朽化が進んでいる。既存設備の高効率化によって、インフラ新設時の問題に直面せずに、発電電力量を大幅に増やすことができる。しかし、将来の収益の見通しが必要なうえ、場合によっては既存の規制の枠組みが不明確であるため、投資が敬遠されることもある。 ➢ 発電設備を有していないダムが数多く存在する。既存インフラを有効活用することで、社会や環境への影響を最小限に抑えながら、新たな再エネ発電を実現することができる。

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】

（1）水力発電の柔軟な運用方策の最新動向に関する調査

【2. Valuing Flexibility in Evolving Electricity Markets: Current Status and Future Outlook for Hydropower】

① 報告書の目的・概要

- 変動性再エネの大量導入に対応する電力システムにおける柔軟性のニーズは世界的に類似する一方、各国や各地域で異なる予測・計画・運用の取組や電力市場制度の設計等が行われている。
- 報告書では、日本を含む14の国や地域を対象に以下の情報を確認し、各国・地域の柔軟性サービス（市場等）における水力発電の状況等を分析している。
  1）電力系統の柔軟性を確保するためのサービス等（市場等）の概要
  2）柔軟性サービスにおいて、柔軟性がどのように調達されているか
  3）水力発電が柔軟性サービスを通じて、電力系統に柔軟性を供給しているか
  4）柔軟性サービスの今後の予定等

（２）傾向の分析結果

- 14の国・地域の柔軟性サービスにおける水力発電の状況の傾向の分析結果として、以下の10個の傾向が示されている。

	項目	傾向等
1	水力発電は信頼性のある電力サービスにとって重要な役割を果たす。	ほとんどの国で水力発電はすべてのタイムスケールで柔軟性サービスに貢献している。水力発電は短期的に系統を安定させる調整力から長期的・季節的にエネルギーを貯蔵する能力まで、柔軟性を電力系統に提供するための独特な特徴を持っている。
2	電力系統のサービスにおいて柔軟性を調達するメカニズムは国により異なる。	市場ベースのメカニズムが調達方法として優勢であり、特に分単位から日単位の調達が行われている。相対契約による調達方法も重要であり、特に超短期（秒未満から秒単位）や長期（月単位から年単位）で調達されている。市場により超短期（秒未満から秒単位）の調整力を調達する国は少ない。
3	長期エネルギー貯蔵に対する市場シグナルが欠如している。	水力発電が提供するような長期間のエネルギー貯蔵に対する長期的な投資シグナルが欠如している。一方で、オーストラリアやカリフォルニアのように、地域の再エネ目標を達成するために必要な長期間のエネルギー貯蔵の量を検討している国・地域もある。

出典：IEA, 2021, Valuing Flexibility in Evolving Electricity Markets: Current Status and Future Outlook for Hydropowerより作成

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の最新動向に関する調査

【2. Valuing Flexibility in Evolving Electricity Markets: Current Status and Future Outlook for Hydropower】

② 傾向の分析結果（続き）

	項目	傾向等
4	貯蔵された電力は、現状では市場を通じて補償されている。	エネルギー貯蔵を行うには、現在の電力市場での主要な収益源である発電を控える必要がある。そのため市場では、エネルギー貯蔵に対する補償も考慮する必要があるが、調整力のための市場が未発達な傾向にあり、新規に揚水発電を導入することを阻害している可能性がある。 エネルギー貯蔵はまた、市場ベースのエネルギーの裁定取引の機会（または負荷変動）を通じて水力発電にとっては最大の収益機会となり得る（毎日、毎週、季節的な時間枠の中の市場価格を見て収益化できるため）。一方で、電力系統にストレージが追加されると、日中の電力の価格差が減少する可能性もある。
5	市場のルールや規制がエネルギー貯蔵に対し、市場での裁定取引のシグナルを阻害している可能性がある。	日本のような変動性再エネに対する優先給電ルールは、揚水発電が経済的に最適な裁定取引のスケジュールに参加することを阻害している可能性がある。
6	柔軟性サービスに対する新たな市場の機会が創出されつつある。	ノルウェーの高速周波数応答(FFR)やカリフォルニアのFlexible Ramping Product（FRP）、1日前市場の時間区分の高度化など、新たな柔軟性の市場が創出されつつある。市場で必要とされる量は限定的であるため、これだけが水力発電や揚水発電等の高資本コスト資産の設置等のインセンティブにつながることは少ないと考えられる。
7	柔軟性サービスを提供することで、設備の摩耗につながる可能性がある。	変動性再エネの導入率が高い環境における調整力サービスの提供にあたっては、水力発電所の設備やインフラにストレスを与える可能性があり、水力発電所の経済的な継続性に影響する可能性がある（スイスやカリフォルニアなど）。メンテナンスコストの増加と、より柔軟に運用するために設備を改修するコストは、柔軟性サービスを提供する価値とバランスを取る必要がある。
8	長期的な契約は安定性につながるが、柔軟性の価値や真のコストを見えなくしてしまう可能性がある。	長期的な契約は投資家にとって継続性を得て、リスク回避につながる。特に、競争入札での長期の売電契約はブラジルでは新しい水力発電設備導入への投資を可能にしている。しかし、長期契約は柔軟性の価値やコストを可視化することを制限してしまう可能性がある（ブラジル、ケベック州）。
9	取り扱う柔軟性サービスの定義を標準化することで、さまざまな市場での資源の効率的な使用が促進される。	柔軟性サービスの商品の定義を標準化させることは市場の発展にとって必要となる。これにより、広域な地域で効率的な柔軟性サービスの交換が可能となる（スイス、ノルウェー）。
10	送電線容量が水力発電の活用にとって重要な要素となる。	水力発電は地理的に制約のある資源である。従って、水力発電が柔軟性を必要とする地域にアクセスするためには、送電線が重要となる。高圧直流送電線（HVDC）が重要な役割を果たす可能性がある（ノルウェー、オーストリア）。

出典：IEA, 2021, Valuing Flexibility in Evolving Electricity Markets: Current Status and Future Outlook for Hydropowerより作成

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の最新動向に関する調査

【3. Hydropower special market report -analysis and forecast to 2030- 】

① 報告書の目的・概要

➢ 世界各国（日本を含む）の水力発電容量、建設改修計画、投資額等を整理し、2050年の排出ネットゼロシナリオ実現に向けて、2030年の水力発電の分析や予測、必要となる方策・支援策をとりまとめている。

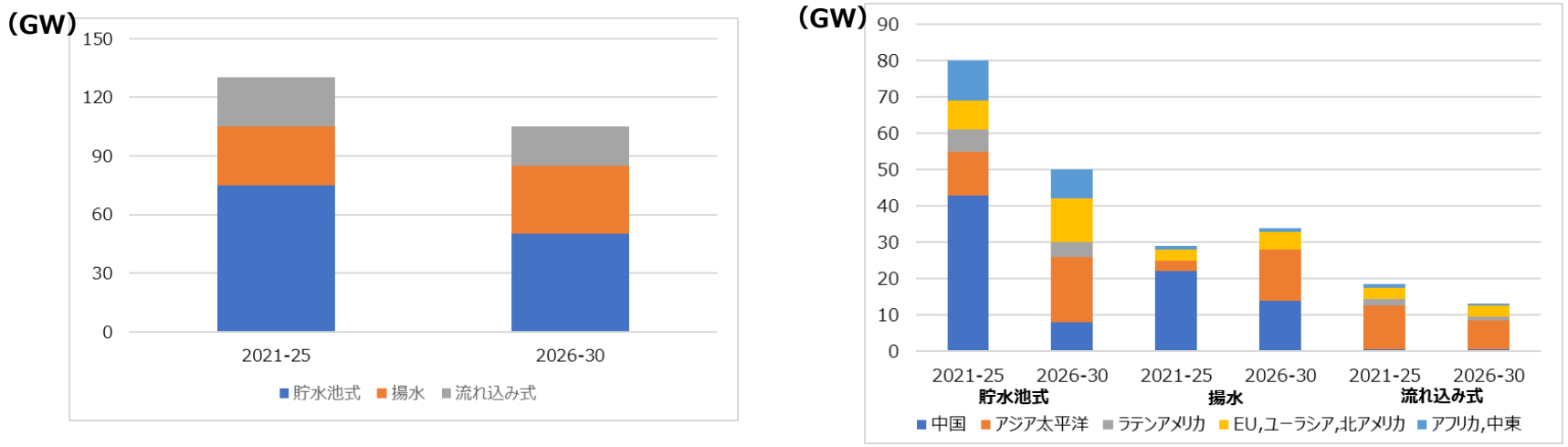


図　2021年～2030年の水力発電の設備容量の増加予測（左：水力発電のタイプ別、右：地域別）

出典：IEA, 2021, Hydropower special market report -analysis and forecast to 2030-より作成

- 2021年から2030年の間で、世界の水力発電の設備容量は17%（230GW）増加することが予測される。2011年から2020年には23%増加しており、新規導入量は低下している。
- 各国政府が水力発電に対する取組・支援を強化すれば、2030年までの設備容量の増加率が40%以上となる可能性がある。
- 中国が水力発電の最大の導入国であり、世界の40%の設備容量を保有している。ただし、環境影響への懸念の増加や大規模プロジェクトに適したサイトの減少により、開発のペースが2000年代に比べて鈍化している。
- 一方で、サブサハラアフリカや東南アジア、ラテンアメリカで2030年までに新規で行われる水力発電プロジェクトについては、約半分が中国系企業が関与（建設や投資）、所有している。
- 2030年には、世界の約20%の発電所が建設後55年を迎え、設備の改修が必要となり、改修は柔軟性を提供する能力を向上させるための良い機会となる。改修には3,000億ドルの費用が必要になる。

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の最新動向に関する調査

【3. Hydropower special market report -analysis and forecast to 2030- 】

② 貯水池式水力発電の柔軟性

- 貯水池式の水力発電所は水の利用可能量をベースに、発電の最大化を目的に設計されていることが多い一方で、そのエネルギー貯蔵能力の高さから、需要と供給の変化に即座に対応し、太陽光や風力の変動に対応することができる。
- IEAの行った分析では、100MWの貯水池式の水力発電所があれば、100MWの太陽光を十分に調整することができることになるとされている。太陽光の発電電力量が最大となる日中と夜間に水力発電の発電を減らし、太陽光の発電が少ない朝や夜間に水力発電で発電を行う。
- この調整を行うことでピーク価格で売電をすることができ収益を増やせる可能性がある。ただし、水車の運転／停止の頻度が増えるため、メンテナンス費用が増加し、水車の耐用年数を縮めることにつながる可能性がある。

③ 水力発電は柔軟性やエネルギー貯蔵にとって費用対効果が良いか？

- 発電単価（Levelised cost）でみると、蓄電池や圧縮空気エネルギー貯蔵、フライホイール蓄電システムと比べ、揚水発電が一番安価な蓄電技術となる。
- 蓄電池は短期間で少量のエネルギーを調整するのに有効であるが、揚水発電は大量のエネルギーを調整する際により経済的に合理性が高い。
- 2020年には蓄電池のキャピタルコストは300USD/kWhであるが、2016年に比べて半減している。その結果、短期的な調整力を供給するために、定置型蓄電池プラントも設置がされ始めている。
- 2030年にかけて、蓄電池の発電単価は急落する可能性があるが、揚水発電は成熟した技術であるため、発電単価は一定である可能性が高い。
- 蓄電池は超短期的に必要となる柔軟性を共有する一方で、揚水発電は4時間以上のエネルギー貯蔵ができるため、日中の間の太陽光の調整などに活用することができる。
- 供給する調整力の時間枠の違いから、将来の電力システムでは、揚水発電と蓄電池はお互いに補完しあう関係になると考えられる。

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】

（1）水力発電の柔軟な運用方策の最新動向に関する調査

【3. Hydropower special market report -analysis and forecast to 2030- 】

④ 政策提言

➢ 2030年までの予測では、IEAのネットゼロシナリオに沿った水力発電の開発・導入に達していない。排出ネットゼロを達成するためには、2050年までに水力発電の設備容量を現在の2倍にする必要があるが、そのためには、7つの政策支援が必要となる。

	政策	内容	優先的に取り組む事項
1	水力発電をエネルギーと気候政策のアジェンダの一つに引き上げる	• 水力発電の拡大には民間投資が必須となるが、過去20年間は風力や太陽光に焦点が当てられてきた。 • 100以上の国が風力や太陽光に対する短期/長期目標の設定や資金支援を行っているが、水力の目標を設定している国は30以下と少ない。 • 水力発電は設計、建設、運用の時間が他の再エネより長く、投資リスクが高いため、長期ビジョンやインセンティブが必要となる。	政府は他の変動性再エネと同等に小規模/大規模水力の長期的な目標の設定や、支援スキームの導入を行うこと。
2	水力発電の開発に対して、規制を伴う合理的な持続可能性の基準を導入する	• 国により水力発電の開発に係る基準や規制は異なり、基準を満たすために10年以上要したり、法令順守のために多額の費用が必要となり、投資を阻害しているケースもある。 • 国際基準の検討もされているところであるが、持続可能な水力発電の開発は環境/社会/経済的便益をもたらす。	発電所によっては持続可能性の基準を準拠することで追加投資が必要になり、収益が失われる可能性がある。そのため資金調達支援したり、経済的損失を補償するための政策が必要となる。
3	安定供給のための水力発電の役割を認識し、収益メカニズムにその価値を反映させる	• 水力発電設備は、大量の電力を生成し、かつ慣性を含む調整サービスを提供できるため、電力の安定供給にとって重要となる。 • ただし、水力発電の価値が、市場の設計や規制に反映されることは多くない。 • 同時に、水力発電の運用は気候変動の潜在的な影響に曝露されているため、水文学的リスクに対処する方策も長期的には必要となる。	• 政策立案者は水力発電の価値を評価・認識し、新しいプロジェクトや設備改修に対する支援スキームを策定する必要がある。 • 特に新規のプロジェクトの場合、政府は開発・建設のリスクを低減し、長期的な収益の確実性を補償する方策が必要となる。電力システムの特性によって、PPAやFIT、容量契約が適切であったり、ディスパッチ可能電源（例：太陽光/風力+水力）を提供するプロジェクトを促進するためにオークション制度を設けることも考えられる。

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】

（1）水力発電の柔軟な運用方策の最新動向に関する調査

【3. Hydropower special market report -analysis and forecast to 2030- 】

④ 政策提言

	政策	内容	優先的に取り組む事項
4	高効率化を促す取り組みを講じ、既存の水力発電所が有する柔軟性を最大化する	• 老朽化した設備の改修・高効率化により、電力システムの柔軟性が大幅に向上し、気候変動の目標達成に寄与する可能性がある。 • ただし、柔軟性サービスの市場および規制の枠組みが未発達の地域もあれば、収益が予測できない地域もあり、このことが追加投資を阻害する可能性がある。	• 政府は、ディスパッチ可能な再生可能エネルギーの価値を認識し、ローン保証等を通じて長期的な収益の確実性を提供することで改修・高効率化への投資につながる可能性がある。 • 水力発電の柔軟性サービスに対して公平に収益を与え、慣性および高速周波数応答サービスを提供することに対して追加の収益をもたらすようにする必要がある。
5	揚水発電の拡大を支援する	• 変動性再エネのシェア（特に太陽光）が高くなるにつれて、長期のエネルギー貯蔵（4時間以上）の必要性が高まる。 • 従って、揚水発電の開発に当たっては、揚水発電を余剰電力を回避し、費用対効果の高い電力システムを運用するための戦略的資産と見なす必要がある。	• 政府は揚水発電所を、風力・太陽光発電の容量拡張を含めた長期的なエネルギー計画にとって不可欠であると見なす必要がある。 • 政策立案者は、適切なサイトを特定し、環境への影響が最も少ない開発を支援する必要がある。 • FS調査を支援することで開発者の投資コストを削減させたり、エネルギー貯蔵を重視する契約・取引の支援も有効である。
6	発展途上国の持続可能な水力開発のための適切な資金を支援する	• アフリカ、アジア、ラテンアメリカの発展途上国では、水力発電設備は、発電だけでなく、電力エネルギーへのアクセスの拡大、経済発展の促進、灌漑や飲用に水を供給するための費用対効果の高いオプションとなる。 • 一方、開発途上国の財政状態の悪さは、プロジェクトのリスクを高め、国外からの直接投資を阻害する。	• 政府、国際金融機関、開発機関は官民パートナーシップを支援し、開発途上国の水力発電プロジェクトのリスクを軽減するために低コストの資本を導入する必要がある。
7	水力発電所が提供する複数の公共的利益を確実に評価するための方策を講じる	• 水力発電所は、発電に加えて、社会に利益をもたらす。（灌漑、洪水管理、飲料水供給など）。 • ダムインフラは、気候変動（干ばつなど）の長期的な影響にも対応し、エネルギーシステムの強靭化につながる。しかし、これらの複数のメリットの経済的価値が定量的に評価されることは多くない。	• 政府は、水力発電ダムの多目的価値を評価し、地域社会への水管理サービスの正味の経済的および社会的利益を認識するための指標を開発する必要があります。

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）地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査

- R2既存インフラ活用再エネ業務では、既往文献調査を行い、オーストリアにおいて、再エネ100%を達成する地方公共団体が出てきていること、水力発電が柔軟性供給の点で地域の変動性再エネ導入拡大に貢献している可能性が確認された。一方で、地方公共団体や発電事業者等の具体な取組は確認が難しかった。
- R3業務では、引き続きオーストリアを中心に取組の詳細を既存資料から調査するとともに、現地の電力会社等にオンラインヒアリングを行い、具体の取組内容を整理した。

調査内容

- ◆ 地域の再エネ普及のうち、特に水力発電・揚水発電に関する政府の方針
- ◆ 地方公共団体・事業者への水力発電・揚水発電の導入支援策
- ◆ 地域での水力発電・揚水発電の運用方法、柔軟性確保のための方策
- ◆ 地域での水力発電・揚水発電の運用による収益確保の方策

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）地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査

【1. オーストリアの取組概要（既存資料の整理）】

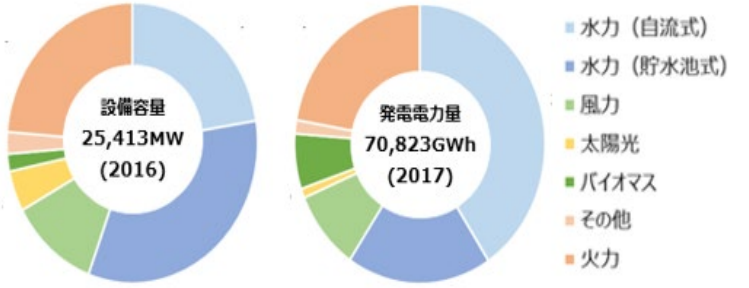
オーストリアにおける地域のエネルギー事業の状況、エネルギー自立に向けた自治体への支援策等を既存資料から整理した。

① 水力発電の状況と政府の再エネ目標

◆オーストリアでは2030年までにGHG排出を2005年比で36%削減するため、電力供給を再エネ100%に切り替える目標を掲げている。水力発電が主力電源として活用されており、電力供給・設備容量共に50%以上を占める。

◆水力発電所数は系統接続済みの施設数は3,036基あり、設備容量は14.5GWである（2018年末）。100以上の自治体出資の事業者が存在しており、系統未接続の小水力発電所も2,000基以上設置されている

◆2020年には、EUよりも10年早い2040年までにカーボンニュートラルを達成することを目標に掲げ、従来目標の10倍となる100万台の太陽光発電パネル設置等の野心的な目標を掲げている。



オーストリア国内の発電設備容量と発電電力量

出典：オーストリア・エネルギー庁資料、E-Control Key Statisticsより作成

表　政府のエネルギー目標

目標		項目
政府の目標（2020）	1	国家エネルギー・気候計画（2019）の是正、具体化
	2	2025年以降の新規建築物へのガス暖房システムの設置禁止、2035年までに化石燃料を使用する暖房システムの廃止の義務化
	3	2030年までに、5TWhのグリーンガスを追加
	4	2030年までに27テラワット時の再生可能エネルギー電力を追加 (太陽光：11TWh、風力：10TWh、水力：5TWh、バイオマス：1TWh)
	5	2030年までに屋根置き型太陽光発電を100万台設置
	6	エネルギー効率法を改正し、エネルギー監査を義務付けられた工業部門の範囲を拡大
	7	詳細な「モビリティ・マスタープラン2030」の策定し、公共交通機関のインフラ拡大のための資金を大幅に増加

出典：IEA Austria（2020） Energy Policy Review」より作成

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）地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査

【1. オーストリアの取組概要（既存資料の整理）】

② 地域のエネルギー事業

◆オーストリアのエネルギー供給の特徴として、以下が挙げられる。

1. 国や州、自治体がエネルギー事業体を所有

- 各州では州が出資する州営電力が、州都や都市部等の基礎自治体では、自治体公社が存在し、公共サービスの一環として、交通や上下水道とともに、エネルギー供給を行っている。
- 自治体公社が低圧向けに電力を供給し、州のエネルギー公社が大口・高圧向けの供給と供給エリア外への低圧向けの電力供給を担う。

【州営電力】

◆各州のエネルギー公社は、州や州の投資公社などから出資を受け、電力・熱・ガスの供給を行う。例えば、チロル州の州営電力会社であるTIWAGは、州が100%出資している。

◆電力自由化以降、各州のエネルギー公社は100%再エネによる電力や格安電力等に特化した小売電気事業者を設け、事業を展開している。

【自治体公社】

◆国内に40を超える自治体公社が存在し、エネルギー供給や上下水道、福祉サービスなど、地域のニーズに合わせた公共サービスを提供している。

◆自治体が100%出資するケースや、複数の自治体や企業と共同出資するケースがあり、多くが有限会社や株式会社である。

◆地域の幅広い主体と連携し、地域で投資を行い、雇用や人材育成の場を地域で創出・維持する役割を担っている。

2. ローカルな電力会社が各地に存在

- 町村地域などの供給エリアでは、家族経営や協同組合等の形態で100年以上経営されているローカルな電力会社が各地に存在している。
- 家庭向けを主な供給先とし、商店や農場、工場向けのエネルギー供給を行っており、多くが小水力発電を運用している。

3. エコ電力取引所の導入によるエコ電力市場の拡張

- 電力小売りの全面自由化に際し、消費者自身が追加費用を支払い、市場で取引される再エネ電力を地元で増やす仕組みである「エコ電力取引所」が導入されている。
- 個人や自治体、地域などが支払う電気料金kWhあたり1セントを支払い、そのお金が地元での小規模発電設備の設置資金として活用される。

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】
（2）地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査

【1. オーストリアの取組概要（既存資料の整理）】

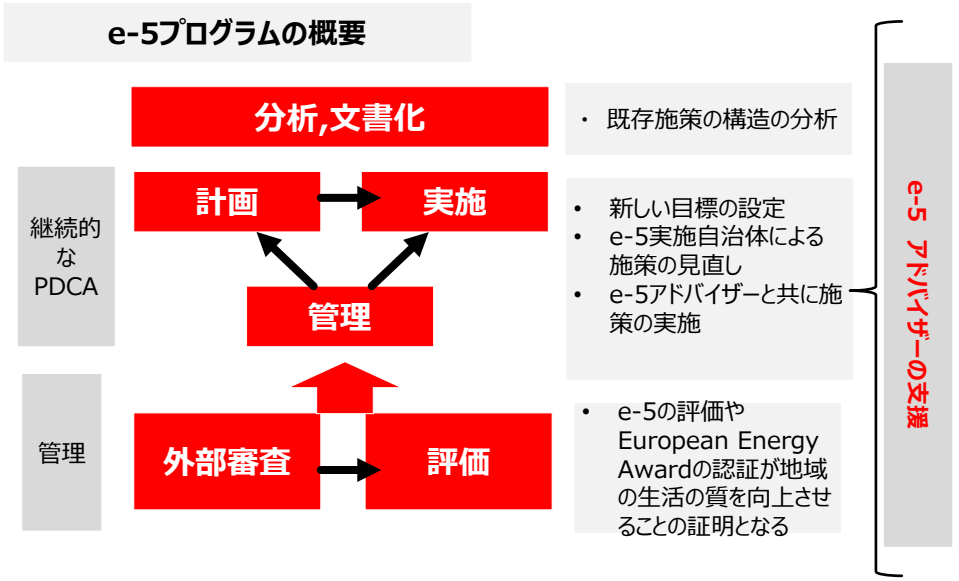
③ 自治体に対する再エネ普及の支援策

◆オーストリアの自治体の多くは小規模な自治体であり、特に、エネルギー等の専門知識が必要な政策分野については、自治体職員だけでは実践が困難となる。そこで、地域のエネルギー自立を後押しするために、以下の支援策が行われている。

1. 自治体のエネルギー政策のクオリティを評価する自治体向けのクオリティ・マネジメント・システムである「e-5プログラム」の導入
2. 広域的に気候エネルギー政策に取り組むことを目的とした「気候エネルギーモデル地域（KEM）」の設置
3. 自治体のエネルギー政策や事業をサポートする中間支援組織であるエネルギー・エージェンシーの設置

1. e-5プログラム

- ◆ E5プログラムは、自治体によるエネルギー政策を促進するためにその実施・到達状況を評価・認証することを目的に実施されているプログラムである。
- ◆ 対策カタログに示された6分野79の施策をもとにポテンシャルを分析し、ポテンシャルに見合った目標を設定する。各州のエネルギー・エージェンシーから派遣されるアドバイザーとともに計画・対策を進める
- ◆ 2020年時点で240の基礎自治体が参加している（国内総人口の19.2%）。参加する自治体は3年ごとに再認証を行い、再認証に向けて取り組みを継続・強化することが求められる。
- ◆ e-5プログラムは、欧州レベルで実施されている表彰制度EEA（European Energy Award）との互換性を有しており、e-5ランクを達成した自治体には同時にEEAの「ゴールド自治体」の称号が与えられる。ゴールド自治体の効果的な取り組みはベストプラクティスとして参加自治体に広く共有され、共通の課題への対応については各国のEEA機関によって自治体向けの研修が行われるなどの支援が行われている。



出典：e5 programm HPより作成

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）地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査

【1. オーストリアの取組概要（既存資料の整理）】

③ 自治体に対する再エネ普及の支援策

2. 気候エネルギー・モデル地域

◆ 人口の少ない自治体が多く存在するオーストリアでは、近隣の複数の自治体で構成される広域地域を対象に活動への助成が行われている。その一つとして、気候エネルギーモデル地域（KEM)があり、2007年に設置した気候エネルギー基金によって運営化されている。

◆ KEMは、地域単位で気候エネルギーに関する戦略・コンセプトづくりを行い、それを進める人材の設置に対して支援が行われる。国内の102地域、898の自治体が参加し、国の気候エネルギー基金から助成金が拠出されている。

3. エネルギー・エージェンシー

◆ 欧州各国では、州政府や自治体などの政府機関が主導・関与する気候エネルギー政策の促進支援を目的に中間支援組織である「エネルギー・エージェンシー」を設けている。エネルギーエージェンシーが実施している活動・事業は大きく以下のように分類される。

① 住民・事業者へのエネルギー対策に関する情報提供・助言

② 教育・人材育成

➢ エネルギー部門担当職員に対する定期的な研修、基礎自治体の気候エネルギー政策や公共施設管理の担当職員を対象にした研修を実施している。

③ 自治体の気候エネルギー政策・事業に対する支援

➢ 自治体による気候エネルギー政策に関連する計画の策定・実行、国・州などからの助成金の獲得、公共建築物でのエネルギー政策の実施などに対する支援活動が行われている。

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】
（2）地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査

【2. オーストリア現地団体へのヒアリング】（１）ヒアリング対象

➢ 既存資料の整理結果を踏まえ、以下のチロル州、フォアアールベルク州、ケルンテン州の5団体及びオーストリア小水力発電協会に対して取組の詳細についてヒアリングを実施した。

団体名		部門	日程	団体概要
チロル州	TIWAG（州営電力）	水力開発部	2022年1月31日	• チロル州の電力会社であり、州内のエネルギー供給に責任がある。発電、小売り事業を行っており、配電事業は子会社のTIWAG Netが行う。 • 43基の水力発電所を所有し、9基が10MW以上の大型水力（ダム式と揚水発電、流れ込み式）、34基が小水力発電（流れ込み式）である。3,300GWhの水力発電による発電電力量がある（チロル州の需要の半分）。
	シュタットベルケ・ヴェルグル（自治体公社）	熱・イノベーション部	2022年2月18日	• 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基を所有し、市の電力需要の50%を供給することができる。
ケルンテン州	Kelag（州営電力）	発電所運転・メンテナンス	2022年2月3日	• ケルンテン州の電力会社であり、発電、小売に関する業務を実施している。別会社が配電事業を行う。 • 94基の水力発電所を所有し、76基はケルンテン州にある。合計1,500MWの設備容量になり、3～3.5TWhの発電電力量になる。 • ケルンテン州にある76基の水力発電所のうち61基が流れ込みで、15基が貯水池式と揚水発電になる。
	AAE（民間発電事業者）	先代経営者	2022年1月28日	• 17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する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、欧州の中でも模範的な再エネ自治体としてケットシャッハ＝マウテン村は認知度が高い。
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）	電力部	2022年1月27日	• 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6,000万kWhの電力を供給している。
オーストリア小水力発電協会		協会事務局	2022年2月4日	• 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を行う。

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）地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査

【2. オーストリア現地団体へのヒアリング】 （２）ヒアリング事項

➢ ヒアリング事項の詳細を以下に示す。オーストリア小水力発電協会には国内の水力発電の動向等をヒアリングした。

大項目	中項目	ヒアリング事項
1.水力発電の導入について	A.水力発電の導入状況・導入目標等について	州や市、自社の再エネ・水力発電の導入状況や導入目標、水力発電の開発に関する今後の方針
	B.水力発電の開発について	◆水力発電の導入ポテンシャルや開発地点の特定方法（自社で実施、専門家による支援等） ◆水力発電の導入に対して課題となっている事項（資金的課題／技術的課題／法律・制度的課題等） ◆所有している貯水池式水力発電所のダム管理者・所有者 ◆既存のダムに水力発電設備を新たに設置した場合の調整や費用負担
	C.水力発電に対する支援について	水力発電の導入検討や導入に関して、国から州／州から地域に対して行う支援策（資金面、技術面）
2.水力発電の運用について	A. 電力システムの柔軟性に関する方針等について	今後、変動性再エネの導入を進める中で、柔軟性資源として水力発電を使用する方針
	B.水力発電による収益確保について	◆水力発電による電力の売電方法に（相対契約、FIT売電、市場取引（卸売市場、需給調整市場等）） ◆市場取引に関する方針・戦略作成する主体が行っていますか。取引に関するオペレーションの主体（自社に専門の技術者がいて実施している／アグリゲーター等の外部に委託している など） ◆アグリゲーターを活用している場合、アグリゲーターの選定や契約の方法 ◆水力発電事業による収益を向上させるために課題となっている事項（技術面／法律・制度面）
	C.水力発電の運転計画について	◆ダム式・揚水式水力発電の発電出力の設定体制・設定方法 ◆どのような場合に出力調整を行うのか（小売やアグリゲーターからの依頼、価格を自ら見て実施等） ◆出力調整をしようとしたときの制約（利水・治水面での制約、契約面での制約等） ◆災害時（大規模停電時）の水力発電の運用体制・運用方法
	D.系統管理について	地域での系統管理の方法に。上位の電圧階級のグリッドオペレーターであるAustria Power Gridや州営電力、自治体公社の系統管理の役割分担
	E.水力発電事業で得られた収益の活用について	水力発電事業で得られた収益の活用方法（貴社の他の事業部門の補填に活用／土木・建築に関連する事業等に使い、地域のインフラの維持に役立てる等）

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】
（2）地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査 （3)ヒアリング結果

- 2030までに追加で5TWhの水力の開発が政府の目標となる。再エネ化を進めたい一方で、風力は観光セクターの反対が地域開発が困難な州がある。
- 許認可の長さを各社が課題として考えている。再エネ目標はあっても実施のための法律が緩和されておらず、目標の達成が困難となっているとの意見がある。
- ダム湖は水力発電用に作られており、既存の他社の治水・利水ダム等に水力発電所を設置する事例はない。

水力発電の導入状況・導入目標等について

◆オーストリア国内には4,000基の小水力発電所がある。1年に6.5TWhを発電し、電力需要の10%になる。2030までに追加で5TWhの水力の開発が政府の目標だが、その50%が小水力であり2.5～3TWhの追加が目標となる。（小水力協会）
◆水力発電の拡張ポテンシャル調査が政府から公表されており（2018年公表）、ポテンシャルの特定に活用が可能である。ケルンテン州にはこれ以上のポテンシャルがあまりなく、そのため風力発電を拡張したいと考えている。（Kelag）
◆フォアアールベルク州では、環境に影響を与えないので、水道施設での水力発電を推進している。（シュタットベルケ・フェルトキルヒ）
◆水力開発の原則として、開発を行う際に、既存の環境を改善することが求められる。（シュタットベルケ・フェルトキルヒ,小水力協会）
◆チロル州では、風力発電を山間部に設置するのは観光セクターの反対があり、容易ではない。また、曇天や降雪が多いので太陽光発電についても導入の優先度が低くなっている。（TIWAG,シュタットベルケ・ヴェルグル）

水力発電の開発について

◆許認可に課題があり、10年程度必要になる。EUの枠組みで環境面や水域保全の規制が変わったことも要因である。規制に対応するために建設費用が高くなり、建設が難しくなる場合もある。投資側にとっても許認可の長さはリスクになる。（全団体）
◆許認可の時間により、政府の再エネ目標の達成は難しくなってきている。目標はあるが実施の法律が緩和されていない。（Kelag, AAE）
◆長期間の開発の間に法律・規制が変わることも問題である。貯水量の基準が変わり、経済性に影響したことがある。（TIWAG）
◆基本的にダム湖は水力発電のために作られており、発電事業者が開発する。治水用のダム湖が発電に使われることはなく、既存の他社のダムに水力発電設備を新たに設置することはない。(TIWAG,Kelag)
◆技術的に開発が難しくなってきており。開発が進んでいるため、ハードルの高い地域に開発できる場所が限られる。（小水力協会）
◆水力発電の推進には社会を巻き込んでいかなくてはならない。地域住民に身近に感じてもらうことや、自然の回復につながることも重要になる。住民出資によって、住民を巻き込むことも重要である（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）
◆小水力の開発の課題として、ファイナンス面では流量確保や市場価格が課題となる。国の助成金はあるが、小水力が太陽光に比べてかなり長寿命であることなどが議論の対象になっていないことも課題である。(小水力協会)

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）地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査　（3）ヒアリング-結果

- 大型水力に対する助成はなく、小水力に対する助成がある。再エネ可能エネルギー拡張法の下で投資への助成金とマーケットプレミアムの2種類の助成ができる。コンサルや設計への助成も政府により計画されている。
- 現状で行われているFIT制度では、市場価格が固定価格よりも高くなれば、市場価格で買い取ってもらえる利点がある。
- 現状では電源の大半が水力であるが、変動性再エネの増加により必要な調整力も増えてきている。太陽光の余剰を蓄熱タンクを設置して、地域熱供給に活用することも検討されている。

水力発電に対する支援について

◆大型水力に対する助成はなく、環境アセスメント等も含めて全額自費で行う必要がある。

◆小水力に対する助成はFITと設備投資の支援があり、どちらか一方の支援になる。設備投資に対する補助は新設のみ対象となる。FITは計画しやすいことがメリットであり、市場価格が固定価格よりも高くなれば、市場価格で買い取ってもらえる。

◆新しく施行された再エネ可能エネルギー拡張法の下で投資への助成金とマーケットプレミアムの2種類の助成ができる。投資コストへの助成は２MWまでが対象となり、30%の助成となる。助成を得る場合、市場売電をすることが求められる。マーケットプレミアムでは市場価格と発電価格の差額をプレミアムとしてもらえ、20MWまでの発電設備が対象となる。

◆コンサルや設計への助成も政府により計画されている。設計事務所や協会など小水力の導入へのアドバイスに対する助成となる。

電力システムの柔軟性に関する方針等について

◆**TIWAG：**蓄電の要素は重要なので、揚水発電を運用している。冬季は河川の水量が少なくなるため、ダム湖は重要になる。ダム湖は設備の容量を最低1週間ポンプアップ/発電が継続できるように設計している。

◆**シュタットベルケ・ヴェルグル：**電源の98%が水力である。太陽光は変動が大きく、需要量に対して1.2%しかない。将来的に太陽光が増えれば、貯水池式を増やすことが考えられる。

◆**Kelag：**貯水池式と揚水をできる限り最良化（揚水の可変速化と落水の応答速度の向上）して、需給調整市場からも収益を得たいと考えている。変動性再エネの増加により、必要な調整力も増えてきている。

◆**シュタットベルケ・フェルトキルヒ：**上流にダムがあり、管理する州営電力が市場に併せて出力調整している。太陽光からの余剰が今後大きくなることが想定されるが、2040年には蓄熱タンクを設置して、冬に余熱を地域熱供給することを検討している。

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）地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査　（3）ヒアリング結果

- 州営電力は自社で市場取引を行う。自治体公社は相対契約に力を入れ、自ら市場取引は行わず、州営電力が自治体公社の電力を扱い、取引を行う。
- アグリゲーターは現状では活用がほとんどされていないが、FIT切れや助成を得て市場取引をしなくてななならない事業者が増えるため、今後発展すると考えらている。

水力発電による収益確保について

◆**TIWAG：**市場での取引は自社のエネルギー経済部門が行う。すべてのタイプの販売を行っている（相対、スポット市場、予備力市場）。アグリゲーターを使うことはない。

◆**シュタットベルケ・ヴェルグル：**TIWAGに電力を納入して収益を得ている。経済的には、自社で行った方が収益を確保できるが、経験がないためできない。自社で運転計画や需要計画、調達量を決め、TIWAGに伝えて、調達する。チロル州の13のシュタットベルケの取りまとめを行うE-VestがTIWAGとの仲介を行う。相対契約に力を入れている。

◆**Kelag：**相対と市場の両方で売電している。市場取引は自社で行う。方針・戦略作成も自社で作成するので、アグリゲータのような企業は使用しない。アグリゲーターサービスは自治体公社が望めばやることも考えられるが、要望がないためやってない。

◆**シュタットベルケ・フェルトキルヒ：**相対契約に力を入れ、戦略的に行っている。相対契約で顧客が支払う金額は水力発電事業に応じた価格になっている。市場から仕入れる州営電力の売電価格は高くなるため、地域で水力を持ち、供給できることは地域住民にとっても利点が大きい。市場取引については州営電力が行っているので、関わっていない。

◆**AAE:**地域の配電網で地域内の顧客に直接売電している。需給調整市場にも供給している。国の調整用電力機関の指示により、オファーに応じて自動的に発電設備の出力が調整される。市場取引は自社で行っている。

◆**小水力協会：**FIT切れの設備や投資コストに対して助成を得た設備を有する事業者は市場取引をしなくてはいけない。そのような事業者は代行業者（アグリゲーター）に頼む必要が今後出てくると考えられる。代行業者の数は不明であり、発展もこれからである。

水力発電の運転計画について

◆**TIWAG：**前日に1日分の計画（流量の予測モデルを作って15分の計画）を自社で作成してオーストリアパワーグリッド（APG）に提出する。予備力に関しても提出するが、常に予備力が提供できるようにしておく。

◆**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：**すべて流れ込み式の発電所であり、常に稼働させている。

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）地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査　（3）ヒアリング結果

- 電力法により、220～380kVの送電網はオーストリアパワーグリッド(APG)が管轄する。州営電力と自治体公社は110kV以下のものを所有し、運用している。
- 自治体公社は州営電力に送配電の状況を知らせ、州営電力が州内の系統の運用計画を担当する。APGは地域間の供給を担当している。
- 自治体公社は収益を地域熱供給設備への投資等の自社のプロジェクトに使うほか、一部を地域還元に使用している。

系統管理について

◆**TIWAG：**電力法により、220～380kVはオーストリアパワーグリッド（APG）が管轄となる。TIWAGでも送配電事業を行う子会社のTIWAGNetが220kVの配電網を所有しているが、発電所から変電所の間の配電網である。配電網は110kV以下のものを所有し、運用している。

◆**シュタットベルケ・ヴェルグル：**経営上分離しており、自社の専門家がTIWAGに送配電の状況を知らせ、TIWAGがAPGに連絡する。

◆**Kelag：**ケルンテンネットが配電網の運用をしている。ケルンテンネットは地域内の系統計画、拡張、補修を担当している。APGは地域間の供給を担当している。

◆**シュタットベルケ・フェルトキルヒ：**APGとは間接的にしか関わっておらず、州営電力と直接やりとりをする。地域の系統は、自社の配電部門が運用する。

収益の活用について

◆**シュタットベルケ・ヴェルグル：**幼稚園の新設を行う場合に収益を使うなど、地域に還元している。社内プロジェクトにまず使い（例えば地域熱供給）、余った収益を市で使うようにしている。

◆**シュタットベルケ・フェルトキルヒ：**旧市街に下水管整備に水力発電の事業の収益を活用する等の地域還元を行っている。現在は、バイオマスによる熱供給設備の導入に利益を使用している。

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）地域の再エネの普及拡大における水力発電の活用方策に関する調査　（3）ヒアリング結果

- AEEは地域で自社の太陽光発電、風力発電、水力発電のネットワークにより、ハイドロソーラーエネルギーシステムと呼ぶ発電の運用を行う。
- 地域の自社の電源構成のバランス（水力が60%、風力が25%、残りを太陽光）と自社で設置した小揚水ダムによるアクティブな蓄電とパッシブな蓄電により、地域のエネルギー自立を目指している。
- 降雪や洪水といった災害時にも安全に機能して電力を供給できるように、7 日間はダム湖の貯水で電力を供給できる仕組みを構築している。

AAEによる小揚水ダムの運用について

◆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、水力発電が運用されており、ネットワーク化されている。それを「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。

◆AAEでは配電網は持っており、民間企業、観光業、プール、スキーリフトに電力を供給している。これらの施設に対して通年で電力を自給自足させることが目標である。

◆風力発電は冬（11-4月）に夏より多く発電する。水力発電は1月から発電が増加する。太陽光は1月中旬ころから発電が活発になる。これらを合わせるとバランスのとれたエネルギー供給が可能になり、自然のバランスで供給できる。

◆2つ目のポイントが揚水発電とダム湖であり、アクティブな蓄電とパッシブな蓄電を行っている。パッシブな蓄電では、ダム湖において風力発電と太陽光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、余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。この様な運用を行うためには電源の割合が重要であり、水力が60%、風力が25%、残りを太陽光とする電源構成が理想的である。

◆重要なのは、降雪や洪水といった災害時にも安全に機能して電力を供給できることである。地域では2、3m雪が積もるが、雪が積もると最悪のケースでは雪崩が起きて風力と太陽光も停止する可能性があり、ダム湖のみで発電せざるを得ない。

◆災害時でも7日間はダム湖の貯水で電力を供給できる。7日間あれば流れ込みも復旧するので問題ない。

◆地域の変動性再エネの出力や電力需要の予測については経験値と天気予報に基づいて行っている。揚水発電の運転（揚水／発電）の頻度は天候と電力消費の状況によるので、一概に言えない。

◆小さいダム湖に小揚水を導入することについて、AAE以外に具体的なプロジェクトは国内にない。ポテンシャルはありエネルギー転換のために重要な取組であるが、財政的に開発は難しい。スキー場の人工降雪池を活用することも考えられる。（小水力協会）

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【２）地方公営企業等が有する水力発電の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をシミュレーション等により調査するとともに、事業実現に向けた技術面・契約面等の実務的課題を踏まえた事業実現方策を整理した。

■実施方針

昨年度までの業務成果である地域付加価値分析の結果を踏まえ、今年度は地域付加価値の増加につながる事業スキーム及び実現方策に着目して、地域付加価値の増加可能性を調査した。

①地方公営企業等の収益拡大につながる事業スキームの検討

・事業スキームの検討
・有識者へのヒアリング
・地方公営企業へのヒアリング
・地域新電力へのヒアリング

↓

②地域付加価値の増加可能性の調査

・シミュレーション対象・条件のデータ収集
・シミュレーション（市場価格に応じた発電による利益最大化）

↓

③事業実現方策の整理

・事業スキームの整理
・事業実現方策の整理

図　検討/調査フロー

■実施内容

①地方公営企業等の収益拡大につながる事業スキームの検討

地方公営企業と地域新電力の双方が収益拡大を実現するためには、地方公営企業が売電価格を下げずに収益を確保し、地域新電力が他の小売電気事業者よりも電力を調達しやすい事業スキームが必要になる。そこで、地方公営企業5件や地域新電力等5件に双方の収益拡大につながる事業スキームのパターンや、実現のための課題等をヒアリングした。

【着目点】過年度の調査において、柔軟な運転（発電）に一定の可能性があるとする地方公営企業も存在していることから、出力変化も一部可能性があるという前提で、地域新電力が地方公営企業の水力発電を契約できる場合の収益拡大スキームについて検討した。

②地域付加価値の増加可能性調査

地方公営企業の協力の下、市場価格に応じた発電による利益最大化のシミュレーションとして、下記に示す2段階を実施した。

- 第１段階：一定期間を単位として詳細な制約を考慮せずに最適化（単純に整列した）場合の収入の拡大可能性を大まかに評価する
- 第２段階：第1段階評価した結果、収益増加可能性があると考えられる場合に、一定の水位や流量などに制約がある条件の下、市場価格が高い状況で発電電力量が最大になるとした場合の計算を実施する

③事業実現方策の整理

以上の調査結果から、地方公営企業自身の収益拡大につながる方策、地域新電力が果たしうる役割、その実現にむけた障壁、及び、考えられる対応策を電気の市場価値別に取りまとめた。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

（補足説明）調査の背景

●再エネ大量導入下での水力活用
⇒イベリア半島（スペイン、ポルトガル）に着目
●地域主体の水力活用⇒オーストリアに着目

再生可能エネルギーの大量導入

発電電力量（kWh）の増大

- ●変動性再エネ（VRE）（太陽光・風力）の大幅な増大
- ●その他の再エネの増大
  - ・水力⇒砂防堰堤、既存ダム 等
  - ・バイオマス ⇒河道内樹木　等

電力システムにおける柔軟性（供給・需要の時間的変動への対応能力）の必要性の増大

- 出力調整可能電源
- 地域間連系線
- エネルギー貯蔵（揚水、蓄電池等）
- 需要調整

電力自由化

発電側と需要側(小売)が取引を通じて需給計画を一致（バランス）させる
↓
実需給１時間前以降の不一致は、送配電事業者が市場から調達した調整力（調整可能な電源や需要）**で調整**
※日本は欧州型のモデルを採用した。

実需給に近い電力市場の活用が有効（市場参入者の利益最大化＝社会全体としての需給調整費用最小化）

地方公共団体として、直接的な市場取引は困難性が高い。
※従来は旧一般電気事業者に長期随意契約で売電 ⇒ 一般競争入札等に切替中

¥

既存の水力発電（地方公営企業）

各種電力市場等も通じた供給

地域新電力の介在で実現する可能性

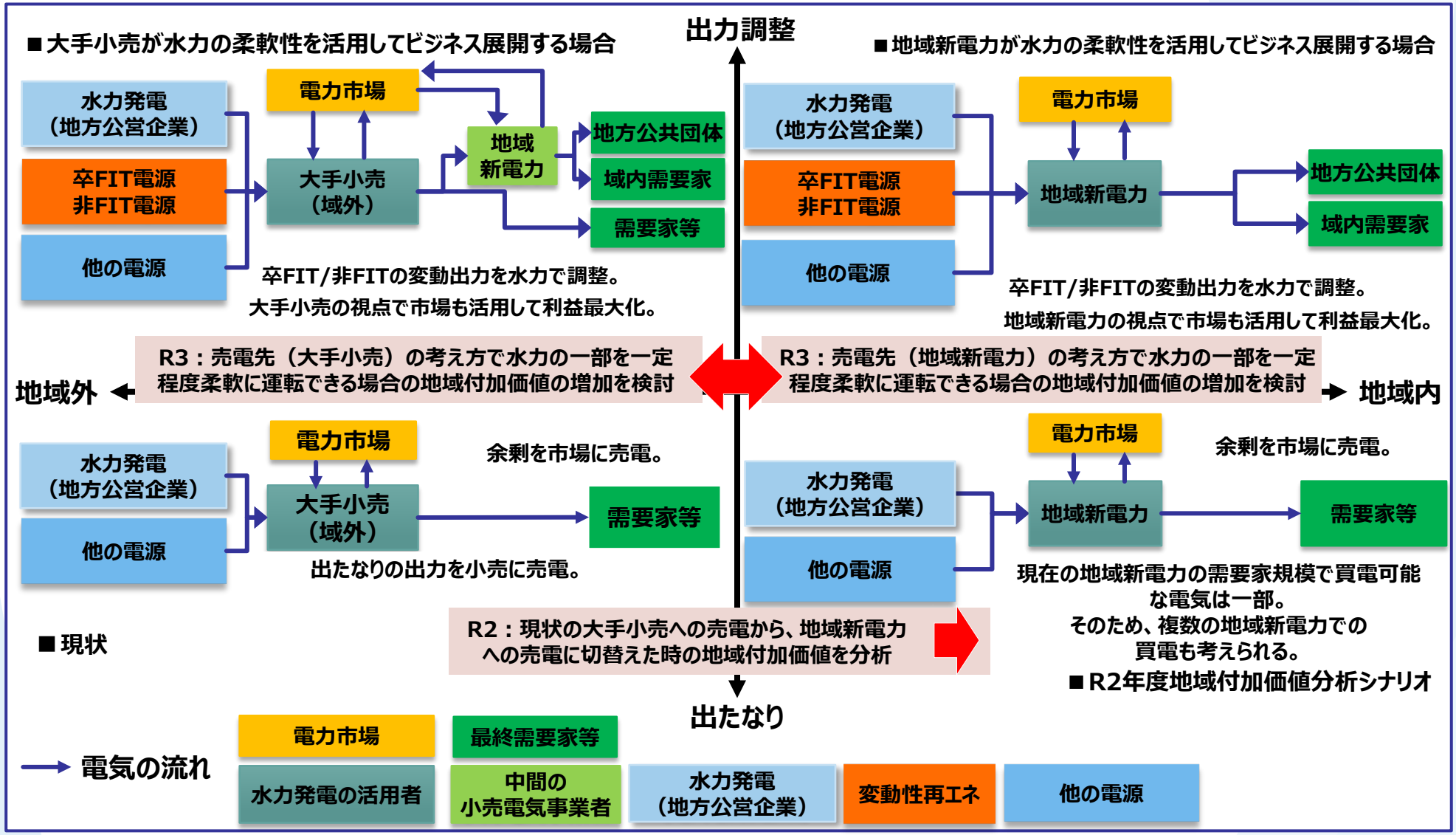
地域経済循環の向上に資する水力発電活用

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

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

（1）地方公営企業等の収益拡大につながる事業スキームの検討

➢ 水力発電の一部で柔軟な運転が可能な場合における地域付加価値の増加可能性を検討した。（下図の上部）



4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

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

（1）地方公営企業等の収益拡大につながる事業スキームの検討

- 地方公営企業は水力発電を固定価格で小売電気事業者に売却しているが、市場価格に応じて出力を増減できれば、現状よりも小売電気事業者の利益を増やすことができるのではないか。増加した利益を地方公営企業と折半できれば、地方公営企業も増収が見込めるのではないか。
- 一方、現状の売電契約では、そのような方式はこれまでのところ、確認できていない。そこで、契約方法について調査したところ、県の最終処分場の整備運営事業で、処理手数料でプロフィットシェアの考え方が活用されている事例があった。電気事業においても適用の可能性があると考えられる。

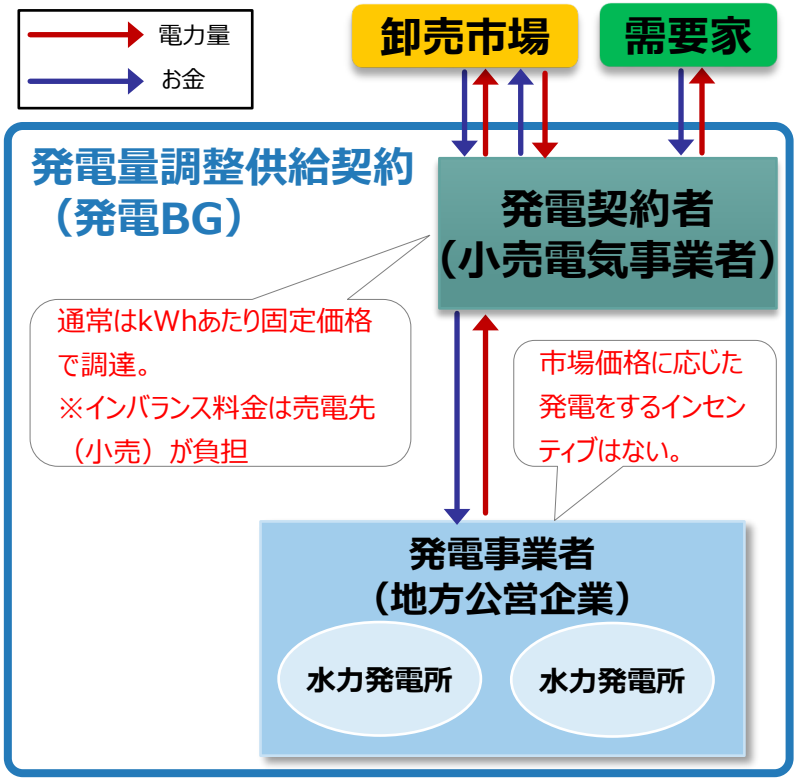


図　地方公営企業と小売電気事業者との契約（現状イメージ）

(1) 処理手数料は、県の確認を得て、事業者が決定する。

(2) 事業者は、提案に当たって、県への納付金算定の基本となる平均単価（円／ｔ）（以下「基準単価※1」という。）を設定する。なお、基準単価は、埋立期間において原則固定とする。

(3) 事業者は、各年度の実績平均単価（円／ｔ）が、基準単価を上回った場合は、その上回った差額分に対する収入（差額×埋立量）の原則３分の２を県に納付する。
納付金の算定方法は以下のとおりである。

売電で例えた場合

n 期のプロフィットシェアリングに伴う県への納付額
$= (U_n - U_b) \times A_n \times 2/3$
U_n ＝ n 期の実績平均単価（円／ｔ）＝ $P_n \div A_n$ ←30分毎の市場価格で評価
U_b ＝ 基準単価（円／ｔ） ←入札時に最低価格として小売電気事業者が提示する価格
A_n ＝ n 期の埋立量（ｔ） ←30分毎の発電電力量
P_n ＝ n 期の処理手数料収入（円）

(4) 事業者は、各年度終了後、年次報告書により納付金の算定結果を記載して提出すること。県は、年次報告書を受理した後 30 日以内に確認及び金額の確定を行い、その結果を事業者に通知する。事業者は、通知を受理した後 30 日以内に県に納付額を納付すること。

※1：基準単価は、税抜き 16,200 円／t 以下（100 円未満切り捨て）で提案すること。

図　県の最終処分場の整備運営事業での処理手数料におけるプロフィットシェアの事例

出典：栃木県「馬頭最終処分場整備運営事業」（2016年10月）

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

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

（1）地方公営企業等の収益拡大につながる事業スキームの検討

➢ ヒアリングの質問内容についてのご意見を有識者等にお伺いし、下表のように取りまとめた。

表 ヒアリング項目と詳細

No.	地方公営企業		地域新電力	
	項目	詳細	項目	詳細
1	現在の売電方式（プロポーザル）の選定や県内枠拡大の考え方、今後の可能性	• 地域枠の設定を含めて、売電方法はどのように決まってきたか • 発電所を分けるときの分ける考え方 • 分けることの課題やデメリット • 現在の売電方式における出力調整の状況、可能性と課題	事業の現状と今後の展望、2021年1月の電力価格高騰の影響	
2	非FIT水力発電（ダム式・ダム水路式）の出力調整（治水面・利水面を含む技術的可能性）	• 毎日の運転計画の設定の仕方、運転計画の変更の頻度・可能性、その制約 • 需給調整市場への設備面での対応可能性	インバランス、再エネ電源調達（FIP/卒FIT）、当日市場や需給調整市場開設に対しての対応の考え方	
3	出力調整を前提とした場合の契約等の可能性や条件	• 非FIT電源（可能となる契約内容、前日市場当日市場等での売買可能性や効果の検討、柔軟な運転による売電収益のシミュレーションの有用性、データ提供可能性） • FIT電源（FIP電源への切り替えにより増収となる場合に切り替えうるための条件）	地方公営企業の水力発電への興味関心	• （既に調達されている場合）どのようなメリットを感じておられるか。（FIT／非FIT） • 経営安定化、供給量増加など。 • 逆にデメリットや留意点もあるのか。 • 価格高騰に対するリスクヘッジ、地産再エネ、需給管理やインバランス回避のための柔軟な出力などの視点 • 契約の上での課題
4	地域内企業や地域新電力への再エネ供給についての考え方		アグリゲーションビジネスへの関心	
5			地域新電力からみて好ましい競争的発注方式の在り方	

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

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

（1）地方公営企業等の収益拡大につながる事業スキームの検討

➢ 地域新電力に販売されている地方公営企業として、2団体にヒアリングを実施させていただいた。また、地域新電力には販売していないがシミュレーションの観点からもさらに3団体にヒアリングを実施させていただいた。

■ **ヒアリングする地方公営企業の選定**

表　売電先を公募により決定している地方公営企業

電力会社管内	自治体	施設名	FIT/非FIT	公募方式	販売電力量(MWh)	売却期間	売却先
北海道電力	北海道★	鷹泊など5か所	非FIT	一般競争入札	365,022	2022/4/1～2024/3/31	エネット（一般枠）
東北電力	岩手県★	胆沢第二など12か所	非FIT	プロポーザル	1,088,990	2022/4/1～2024/3/31	東北電力（一般枠）
		早池峰			14,836	2022/4/1～2024/3/31	東北電力（県内枠） ※参加者不在の場合は胆沢第二などと同じ
		滝			4,742	2022/4/1～2024/3/31	久慈地域エネルギー（県内枠）
	秋田県★	鎧畑ほか13か所	非FIT	プロポーザル	1,140,544	2020/4/1～2023/3/31	東北電力（一般事業者枠）
		早口、荻方	FIT		98,124		ローカルでんき（県内事業者枠）
	山形県	白川など8か所	非FIT	プロポーザル	461,879	2022/4/1～2024/3/31	東北電力（一般枠）
		鶴子			25,769	2022/4/1～2024/3/31	やまがた新電力（県内枠）
		神室及び県営太陽光	FIT		8,254	2022/4/1～2024/3/31	やまがた新電力（県内枠）
		新野川第一、野川第二			141,244	2022/4/1～2024/3/31	地球クラブ（一般枠）
		横川など２か所及び酒田風力			88,626	2022/4/1～2024/3/31	地球クラブ（一般枠）
	新潟県★	三面など３か所	非FIT	一般競争入札	681,977	2021/4/1～2023/3/31	エネット
		胎内第二など６か所			230,330	2021/4/1～2023/3/31	エネット
東京電力	東京都	多摩川第一など２か所	非FIT	プロポーザル	334,410	2021/4/1～2024/3/31	ＥＮＥＯＳ（一般枠）
	栃木県	川治第一など８発電所	非FIT	プロポーザル	不明	2020/4/1～2026/3/31	東京電力エネジーパートナー
中部電力	長野県	春近など14発電所	非FIT	プロポーザル	264,777	2022/4/1～2023/3/31	共同事業体（内訳は下記） 中部電力ミライズ・丸紅新電力・UPDATER
		高遠など7発電所	FIT		28,568		
関西電力	京都府	大野発電所	非FIT	一般競争入札	104,900	2020/4/1～2023/3/31	ゼロワットパワー

出典：各都道府県HP、企業経営戦略等よりPCKK作成、★はH31年度に需給調整市場に関するアンケートを実施済み。赤：非FITプロポーザル、青：非FIT一般競争入札

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

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

（1）地方公営企業等の収益拡大につながる事業スキームの検討

➢ 地域新電力として、地方公営企業が売電している地域新電力（2社）を選定した。また、アグリゲーションビジネスへの参入可能性という観点から、販売電力量の多い地域新電力1社、DRに取組まれている2社を選定した。

■ ヒアリングする地域新電力の選定

地方公営企業が売電している地域新電力2社（やまがた新電力、久慈地域エネルギー）にヒアリングを実施したが、アグリゲーションビジネスへの参入可能性は低いとの意見であったため、2社より販売電力量の多い地域新電力のうち、事業内容として「電力の小売販売」以外に「エネルギーマネジメントサービス」も掲げておられる北九州パワーを選定した。さらに、デマンドレスポンスに取組まれている企業2社（福山未来エナジー、パシフィックパワー）を選定した。

1：第一段階のヒアリング
地方公営企業の水力発電と契約している地域新電力
・やまがた新電力
・久慈地域エネルギー

地方公営企業が立地している地域でJEPX会員かつ販売電力量の多い地域新電力
・北九州パワー

いずれも、アグリゲーションビジネスへの参入は考えていなかった。

2：追加ヒアリング
追加的な自治体新電力及び関連企業
・福山未来エナジー
・パシフィックパワー

■福山未来エナジー
（デマンドレスポンスの実証実験を実施）
■パシフィックパワー
（電力広域的運営推進機関の「需要抑制契約者（ネガワット事業者）一覧」に記載あり）

●ヒアリング事項
・アグリゲーションビジネスへの興味関心、参加可能性
・リソースとしての地方公営企業の水力発電への興味関心

図 ヒアリングを実施する地域新電力の選定フロー

表 地域新電力の選定結果

地域	事業名称（いずれもJEPX会員）	資本金（百万円）	地方公共団体出資比率（%）	売電開始時期	販売電力量（MWh）
東京都（23区）	東京エコサービス(株)	200	60	2009年12月	143,418
福岡県北九州市	(株)北九州パワー	60	24	2016年４月	118,088
福岡県みやま市	みやまスマートエネルギー(株)	20	55	2015年11月	55,473
鳥取県鳥取市	(株)とっとり市民電力	20	10	2016年４月	55,214
大分県由布市	新電力おおいた(株)	20	未公表（但し0ではない。）	2012年1月	54,299
熊本県熊本市	スマートエナジー熊本(株)	100	5	2018年5月	47,006
山形県	やまがた新電力(株)	70	33	2016年４月	46,605
鳥取県米子市	ローカルエナジー(株)	90	10	2016年４月	26,284
新潟県新潟市	新潟スワンエナジー(株)	50	10	2019年11月	22,495
岩手県久慈市	久慈地域エネルギー(株)	10.5	4.8	2018年10月	12,532

※環境省「廃棄物エネルギー利活用方策の実務入門～廃棄物エネルギー利活用にあたっての技術的課題等への対応手順の解説書～」（2021年3月）に基づき販売電力量上位の地域新電力を抽出した上で、JEPX会員状況を2021年12月時点で調査した。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

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

（1）地方公営企業等の収益拡大につながる事業スキームの検討

- 市場価格に合わせて発電することについて、運用面での制約だけでなく、地域にとってのメリット（公益性）の必要性を示唆する御意見があった。
- 地方公営企業の水力が市場に応じて発電することで（まずはバランシンググループとしての、さらにはTSOによる）需給調整の担い手になり得ることや地域におけるアグリゲーターのリソースとなりうることについて、それらの意義や可能性が必ずしも認知されていない可能性がある。（さらに調査が必要）

■ 地域新電力に販売している地方公営企業等へのヒアリングのまとめ

- **地域の脱炭素化や経済循環について**
  - 地域脱炭素化の点で、需要家は重要と考える。発電事業者は再エネ電源で発電すれば、脱炭素に貢献していると理解している。需要家が脱炭素電源からの電気の調達できれば、自らの事業で排出するCO_2とは別に、間接的に電気のCO_2排出係数を減らすことができるので、需要家に着目してはどうか。
  - 地域への企業誘致や人口増につながる取組が重要になると思われる。「この県に工場を作れば脱炭素電源の購入につながる」などの需要家の脱炭素のニーズに対して地方公営企業の電気を供給できれば、地域の脱炭素化にもつながるのではないか。
  - 地域新電力への切替だけでは、メリットの規模が小さい印象である。地域の需要家に安く供給できるなどして、初めてメリットが生まれるのではないか。
  - ダム（水力発電所）によっては、24時間合計の発電電力量を変えないことを前提に、１日の中である程度の出力調整を行うことは可能。一方、水力の出力を市場価格に応じて変化させることについて、そのようなケースを考えたことはないが、地域の需要に合っているなど、何らか地域のためになるということがなければ、難しいように感じる。

※いずれも組織としての御見解ではなく職員の方の個人的コメントを受託者の理解で要約等したものである。

- **出力調整に関する小売電気事業者との連携について**
  - これまでの本業務を通じての感触として
    - 出力調整（発電計画の変更）については、旧一電との随意契約では、出力調整が求められる時には現場の担当者同士で相談されるなどして可能な場合に実施されていたようである。一方、随意契約が終了されている場合でも、相談を受けた場合に可能な範囲で対応されているケースはある模様。
    - ダム式の場合において、現在の発電計画（１日のうちでの割り振り）の作成方法については、十分把握できていない。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

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

（1）地方公営企業等の収益拡大につながる事業スキームの検討

- 地方公営企業は、発電所の種々の制約条件を踏まえた出力調整を実施し、柔軟に運転することによる利益拡大の可能性より、安定的な収入を志向する地方公営企業が多かった。FIP化については、契約内容によっては検討する団体もある一方で、固定価格のFITであることを重視する傾向にあった。
- 地域新電力は市場価格の変動に影響されない電源を志向しており、その中で水力にはベースロード電源として安定した出力に期待・価値を見出す地域新電力が多かった。また、 FIP制度に興味関心を示す地域新電力は、得られるメリットを発電側に示す必要性を感じている。

■ **地方公営企業及び地域新電力へのヒアリング（第一段階まで）のまとめ**

地方公営企業（水力発電を地域新電力と契約）	地域新電力（地方公営企業の水力発電を調達）
＜地域の脱炭素化や経済循環＞ 地域枠等の設定により地域新電力への売電に至った経緯としては、県の戦略への協力を依頼されて対応した事例や、企業局の電気を地域内に供給することを前提とした中での地域貢献の一環としていた団体もあった。	**＜地方公営企業の所有する水力発電所への関心＞** 昨今の市場価格高騰を踏まえて、市場調達を減らしており、相対を志向している中で、水力発電に関心はあるものの、まずはベースロード電源としてであり、調整電源より優先。非FIT電源への関心が高い。調達規模拡大は、地消が制約になり難しいとの団体もあった。
地方公営企業（上記以外も含む3団体）	**地域新電力（上記以外も含む3団体）**
＜発電所の柔軟な運転＞ ダムによっては24時間合計の発電電力量を変えないことを前提に、１日の中である程度の出力調整を行うことは可能。旧一電との随契が終了している場合でも、相談を受けた場合に可能な範囲で対応しているケースはある模様。水力発電の出力を市場価格に応じて変化させるようなケースを考えたことはないが地域のためになることがなければ難しいと考える団体や、放流の影響を受ける水利権者にメリットがあったとしても、利水目的の重要性を鑑みれば多少の金銭的利益では理解いただけないと理解していると回答する団体もあった。	**＜アグリゲーションビジネスの可能性など今後の事業展開＞** あまり調査や検討をしていない団体が2社、参入しても事業性は成り立たないと考える団体が1社であった。 PPA事業に関連して、太陽光発電の不足分を小売供給したりする団体や、発生した余剰電力を調達する団体があり、後者の団体はPPA事業者になることを検討中であった。 また、電力制御による省エネビジネスに取り組む団体もあった。
＜FIT電源のFIP化＞	
未検討が1団体、発電事業者の利益安定化のために固定価格で売電できるFITを重視している地方公営企業が1団体、契約内容によってはFIP化することも考え得るといった回答の地方公営企業が1団体あった。	FIPの方が収入増加につながりうると考えている団体が1社あり、FIPを理解していただくために発電事業者にメリットを説明する必要性を感じているという意見であった。

※いずれも組織としての御見解ではなく職員の方の個人的コメントを受託者の理解で要約等したものである。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

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

（1）地方公営企業等の収益拡大につながる事業スキームの検討

- 福山未来エナジーは広島県福山市も出資する地域新電力であり、そのBG親は地域新電力の設立から運営までの支援を実施しているアーバンエナジー（福山未来エナジーの最大株主であるJFEエンジニアリングの100%子会社の新電力会社）である。
- 上下水道局の設備による調整力公募にも参加されており、BG親と合わせ、アグリゲーションビジネスには御関心が高い。
- 地方公営企業の水力発電に対しては、まずは、地域の再エネ（FIT）、ベースロード電源的な位置づけ（非FIT）として期待されている。

■ **地域新電力（福山未来エナジー）への追加ヒアリングのまとめ**

ヒアリング結果の要約
＜事業の現状と今後の展望＞ ・2024年３月31日までのモデル事業期間中に事業計画以上の実績を出せている。BG親との契約により市場価格変動の影響を受けないことも一因。 **・小売事業に加え、地域の脱炭素化につながる複数の事業**（小中学校FIT売電屋根貸し、**上下水道局DR**実証から**調整力公募**での落札に至る事業化、太陽光・蓄電池PPAの検討）**を組成できた**点も高い評価を得た。 ・同期間後の事業継続に議会の承認が得られ、公共施設の再エネ拡大・CO2削減等に向けて長期的な視点で事業拡大にチャレンジするフェーズ。
＜インバランス対応、再エネ電源の調達、当日市場や需給調整市場への対応＞（主にBG親での対応について） **BG親は**経済産業省の「分散型エネルギーリソースを活用した次世代技術構築実証事業補助金」に**再エネアグリゲーター**として参加しており、FIP等のインバランス回避による収益を得る知見を深めている。得られた知見は地域新電力に還元する予定。 **当日市場や容量市場には対応できる体制**が整っており、**需給調整市場には蓄電池がリソースとして市場参加できるように準備**している段階。
＜地方公営企業の所有する水力発電所への関心＞ 大変興味はある。**FIT電源ならば（地域の）再エネ電源として、非FIT電源ならば相対の安定電源として有用性が高い。**ただし、アーバンエナジーが**支援している地域新電力は市町村が対象**となっており、地方公営企業を有する都道府県とは地方公共団体としては異なる。また、調達実現のためには県内枠の設定なども有用と考えるが、一般的に**地方公営企業の水力発電は規模が大きい**（１箇所で数億kWh/年）ものもある。よって、地域新電力では消費**（地消）しきれない場合**があるが、分割した売却は考え得るのではないか。 地域新電力との連携や調整力化・FIP化など新たな活用に向けては、国が水力発電の望ましい活用の在り方の一つとして提示する、何らかのインセンティブが設けられる、実現可能であり利益も得られることが実証されるなどの**誘導・支援措置が何らかなければ、実現は難しい**のではないか。また、**地域脱炭素化や地域貢献の観点での定量的な評価**が提示されることも望まれる。
＜アグリゲーションビジネスの可能性など今後の事業展開＞ **興味関心はある。**リソースの規模にもよる。地域新電力は、再エネを地域で賢く使うことに役割があると考えているが、単体では需給調整システムのシステム費用や入札への対応は難しいのではないか。そこで、**地域新電力とBG親とが対象等に応じた役割分担をしていくことが必要**ではないか。

※いずれも組織としての御見解ではなく職員の方の個人的コメントを受託者の理解で要約等したものである。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

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

（1）地方公営企業等の収益拡大につながる事業スキームの検討

- パシフィックパワー（PP）は、自治体が出資する地域新電力の設立・運営を支援（自らも出資）しており、小売電気事業のBG親となっている。
- 支援する地域新電力のうち複数で浄水場の設備による調整力公募にも参加されており、PPがアグリゲーションコーディネーター（束ね役）、地域新電力がリソースアグリゲーター（需要家とVPP契約）という形でアグリゲーションビジネスを進めようとしている。
- 地方公営企業の水力発電に対しては、まずは、地域の再エネ（FIT）、ベースロード電源的な位置づけ（非FIT）として期待されている。なお、地方公営企業が保有するうち容量市場に直接参加していない数百kWの水力を発動指令電源としてアグリゲートされている。

■ **自治体新電力関連企業（パシフィックパワー、「PP」と略記）への追加ヒアリングのまとめ**

ヒアリング結果の要約
＜事業の現状と今後の展望＞ ・支援する地域新電力の現状として、小売電気事業が2021年の市場高騰の影響は受けたこと以外は順調。固定価格電源を増やしつつある。 ・当初から**小売電気事業以外の事業を地域に応じ展開**。具体的には、PPA、省エネ・ESCO、マイクログリッド、その他エネルギー以外の事業等。 ・これらの事業以外に**VPP事業**がある。複数の地域の**浄水場でDRへの協力を地域新電力が自治体と契約し、調整力公募に参加**している。
＜インバランス対応、再エネ電源の調達、当日市場や需給調整市場への対応＞ **PPA事業の中で**太陽光発電とともに**蓄電池の導入**を進めており、リソースとして**当日市場（経済DR）や需給調整市場に対応していく**予定。
＜地方公営企業の所有する水力発電所への関心＞ **FIT電源は地産地消の訴求**でメリットがあり、**購入している地域新電力もある。非FIT電源は経営安定化や固定電源**の観点で供給量増加につながる可能性もあり有用性が高いが、長期契約や入札の関係で購入には至っていない。いずれの電源でも地方公営企業の**水力は大きい発電所もあり、地消しきれない場合があることは懸念点**となる。（特にFITであれば、転売を認められても、需要超過分はJEPXに手数料を支払うだけとなる。） 地域新電力の立地していない地域も含めて**地方公営企業に容量市場参加の提案**をしている（変動電源（アグリゲート）でも参加できず余っている**数百kWの水力を発動指令電源としてアグリゲート**）。多くの地方公営企業が安定電源で直接市場参加されているが、容量市場参加者が増えれば低稼働率の火力の維持・建設が抑制され社会的コスト減につながるため、**小規模電源でも変動電源（アグリゲート）や発動指令電源として参加できることの認識がもっと周知されるとよい**と感じているが、旧一電との長期随契など**既存契約見直しで売電価格が下がる場合には地方公営企業側には参加するメリットがない**。（なお、地方公営企業でも変動電源（アグリゲート）で参加されている事例はある。） **需給調整市場での水力の活用までは未検討であるが**、小売電気事業と切り離した形は実際には難しく、**卸売契約とセットが必要**と考える。
＜アグリゲーションビジネスの可能性など今後の事業展開＞ **地域新電力が単体で需給調整市場の取引を実施することは難しい**ため、PPがアグリゲーションコーディネーター（AC）で、各地域新電力がリソースアグリゲーター（RA）という形（**役割分担）により実施**しようとしている。

※いずれも組織としての御見解ではなく職員の方の個人的コメントを受託者の理解で要約等したものである。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【２）地方公営企業等が有する水力発電の活用による地域付加価値の増大方策の検討】
（2）地域付加価値の増加可能性の調査

➢ 1日～365日の単位で、放流量と有効水位による効率の変化を考慮せず最適化した（単に整列した）場合に一定の収益増加可能性があることが判明した。そこで、1日の範囲で放流量と有効水位に応じた水車発電機効率の変化も考慮した最適化（１日単位）を実行することとした。
二つの地方公営企業よりデータを受領し、そのうち一つの地方公営企業（一発電所）についてシミュレーションした結果を示す。

■ **市場価格に応じた発電により収益を最大化するシミュレーションのまとめ**

シミュレーションの概要

シミュレーションは以下に示す目的関数について、第1段階と第2段階の2段階で実施する予定である（発電所は１つ）。

Max Σ Price(t) ×kWh(t)

第1段階

一定期間の発電電力量を固定し、当該期間内の発電電力量の合計値を最大発電出力以下で自由に30分ごとに配分できると仮定する。
（流量・水位と効率の関係を無視）
Σある期間ごと kWh(t)=実績値（初期値）でのΣ kWh(t)
kWh max ≧ kWh(t) ≧ 0（ kWh maxはtによらず一定の即値）

第2段階

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。
kWh＝ｑｇｈ×水車・発電機効率(q,h)
ｑ：水車に流す流量，ｇ：重力加速度，ｈ：有効水位
ｔ：1~8760×2（30分単位のため）の離散値（１年間）
制約条件として、貯水量（Q）の制約を以下のとおり考慮する。
ｑmax≧ ｑ(t) ≧0
Q(t+1)＝Q(t)－ｑ(t)＋流入(t)－発電しない放流量(t)

第1段階の結果

現状の出力で市場に売電した場合の収益と、1日～365日で無制約に売電するとした場合の収益を比較した。制約条件として、1日の48コマの最初と最後（正確には翌日の最初）のQ（貯水量）とｈ（有効水位）を初期値として最適化計算を実施する。なお、1日の範囲ではkWhへのｈの変化の影響は小さいため、無視して計算を実施した。

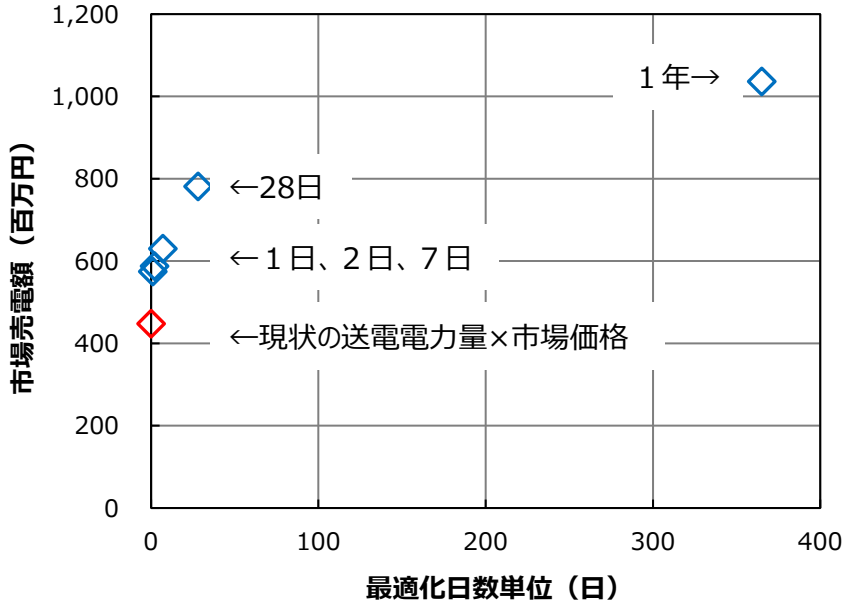


図　最適化日数別の市場売電額の比較

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【２）地方公営企業等が有する水力発電の活用による地域付加価値の増大方策の検討】
（2）地域付加価値の増加可能性の調査

- 毎日の深夜０時の水位を実績と同じとする制約を与えた場合の下で最適化計算を行った結果、現在の発電パターンで市場売電するよりも1億2600万円（28%）程度の増収になり、単価は約9円/kWhから約11円/kWhに増加した。
- 当然市場価格に応じて発電されているが、最適化された１日毎の運転パターンが連続している期間もある。すなわち、１日単位の最適化を目指した実際の運転では、価格水準そのものの予測は難しいとしても、運転パターン自体は最適に近い形が実現できる場合もあることが示唆された。一方で、前日時点での予測の限界を踏まえれば当日市場の活用も考えられる。今後は、市場価格を所与とせずに予測による場合の運転シミュレーションが課題である。

■ 市場価格に応じた発電により収益を最大化するシミュレーションの結果

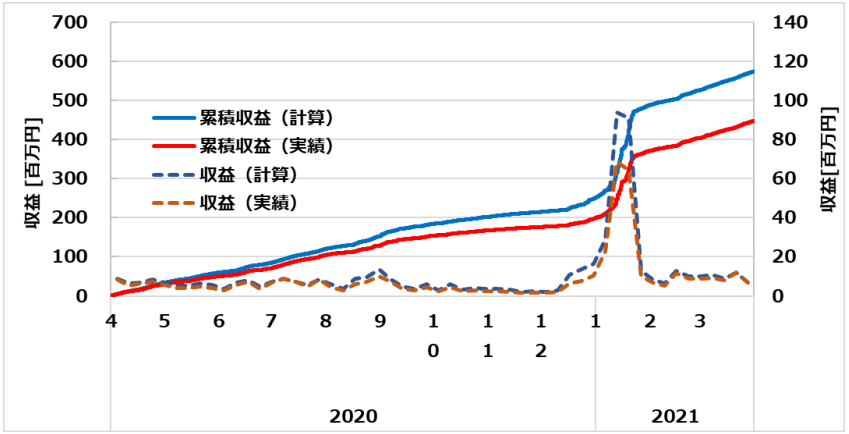


図　1年間の収益の比較（実線：累積値、点線：週間値）

表　総額及び単価の比較

項目	実績× 市場単価	単純 並び替え	最適化× 市場単価
総額 （百万円）	448	574	574
単価 （円/kWh）	9.0	11.5	11.2
送電電力量 （MWh）	49,812	49,812	51,421

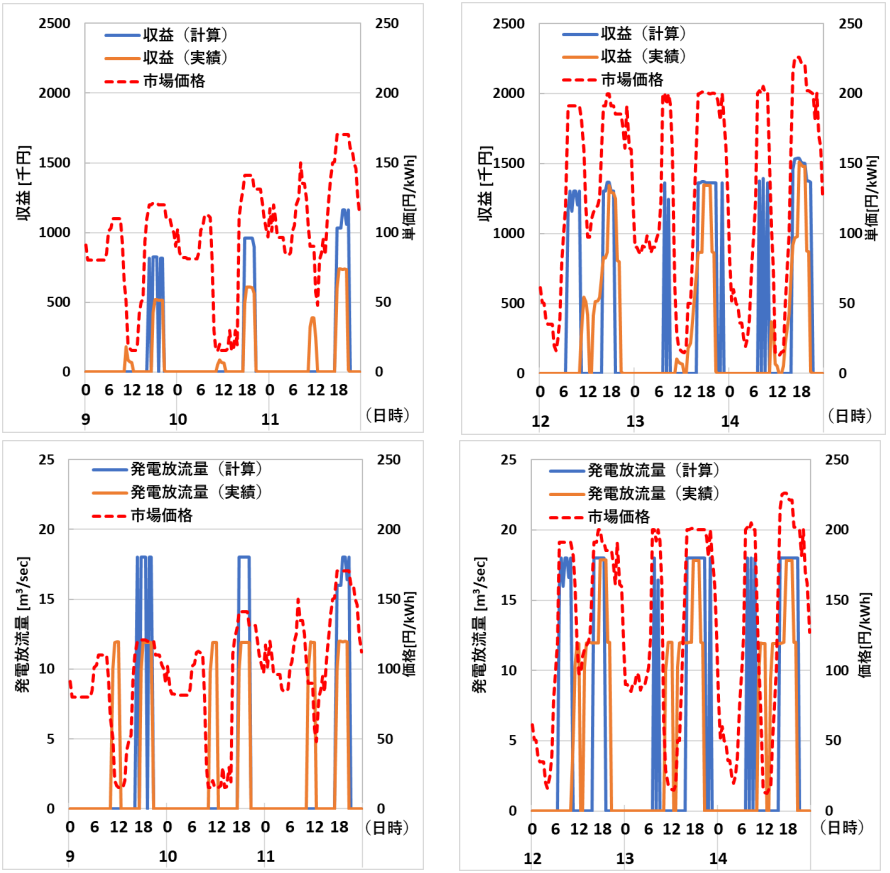


図　１月の比較（上：収益、下：発電放流量）

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【２）地方公営企業等が有する水力発電の活用による地域付加価値の増大方策の検討】
（3）事業実現方策の整理

- 今回の調査では、**地域新電力の公営水力への期待としてはベースロード電源的なものが主**であり、柔軟性を持った電源として期待している地域新電力は確認されなかった。地方公営企業では、収益だけではなく安定的な収入を重視される傾向が強いように思われた。
- アグリゲーションビジネスについて、単体で取り組んでいる地域新電力は少ない可能性が示唆された。また、それぞれの地域新電力が単独かつ地域に閉じた形で取り組むことは容易ではない可能性がある。加えて、現在の地域新電力の規模では地方公営企業の水力を地消するには小さい可能性。
- まずは、**市場の状況に応じた出力調整など卸売（売電）の取組が、調整力化やFIP化の前提となると考えられた**。

■ ヒアリングのまとめ

表　プロポーザル方式で水力を調達

地域	地域新電力
岩手県	久慈地域エネルギー
山形県	やまがた新電力

表　アグリゲーションの観点で着目

地域	地域新電力
福岡県	北九州パワー
広島県	福山未来エナジー
※全国	パシフィックパワー

表　地方公営企業

地域	地方公営企業
岩手県	岩手県企業局
山形県	山形県企業局
長野県	長野県企業局
北海道	北海道企業局
宮崎県	宮崎県企業局

＜地域新電力＞

- BG親との契約で市場価格変動リスクを負っていないケースを除き、市場価格高騰の影響を受けたところが多く、市場調達から相対電源などへの切り替えを志向されている。
- 地域での自家消費型再エネ（PPAなど）導入など小売電気事業以外に展開されているところが多い。
- 水力については、**非FITは地域再エネ（地産地消）、FITは固定価格のベースロード電源的な期待**であり、**柔軟性をもったリソースとして現時点で期待されている地域新電力は無かった**。実際に調達している地域新電力の中には、FITからFIPへの移行が収入増加につながりうると考え、地方公営企業へのFIPのメリットの説明の必要性を感じておられた地域新電力もあった。
- アグリゲーションビジネスについては、地域新電力単体では実際に取り組まれようとしている事例は今回ヒアリングした中ではなかった（※）。一方、複数の地域新電力をBG親として支援している方式を採用していた事例（２例）へのヒアリングでは、地域新電力単体で需給調整市場等に参加することは難しいとの見解であり、いずれもBG親（例：AC）と地域新電力（例：RA）の役割分担でのアグリゲーションビジネスを想定されていた。

※2022年2月28日の京大第3回再エネ講座公開研究会ではローカルエナジーがVPPを進められていることを発表。

- 自治体も出資する形式の地域新電力はほとんどが市町村単位である。地方公営企業として水力を保有する都道府県単位の地域新電力は一例にとどまるが、当該地域では水力の柔軟な活用は電源の状況として農業利用との関係などから容易ではないと思われた。

＜地方公営企業＞

- ヒアリングした中では、発電所の種々の制約条件を踏まえた出力調整を実施し柔軟に運転することについては、発電所ごと、または季節ごとなど様々であった。
- 安定的収入への志向の強さが共通的に感じられた。（例：基本料金部分重視、FIPよりもFIT等）
- 現在、プロポーザル方式で県内枠により一部の水力発電所の電気を地域新電力に販売している企業局にヒアリングしたところ、売電契約を複数にすることにより、「売電上は特段問題無い。1本の契約から2本の契約に増えたが、契約手続きを除き、事務負担が特段増えたというほどではない。」という意見と「事務的負担はあるが県内地域新電力の育成のために行っている」という意見があった。
- 一般的に公営水力発電所には大規模なものも多く、小売電気事業者の規模によっては全量を地消できない場合がある。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

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

（3）事業実現方策の整理

- 水力発電の市場化された価値を引き出して地域の増収を図るには、調整力化・FIP化などの前段階として、最適化シミュレーションなどで増収可能性のある発電所を特定しつつ、非FIT水力の売電契約において柔軟な運転により地方公営企業と地域新電力の双方が収入を増加できるような**取組事例の創出が重要**と考えられる。
- ただし、地方公営企業にとっては増収可能性以外の地域へのメリットが示されることも重要な可能性。地域の需要家との連携も含め**地域脱炭素化における地域新電力の重要性の認識の普及が前提**となり、そのためには都道府県の地方公共団体実行計画などでの施策としての位置付けなどが期待される。また、都道府県が設立や運営に関与する地域新電力の場合には、実現可能性が高まるのではないか。

■ **事業実現方策の整理**

表　市場価値別の整理

市場価値	kW価値	kWh価値	ΔkW価値
現状 （通例）	• 安定電源は直接市場参加中 • 1000kW未満の水力で未参加あり • 市町村の上下水道局のリソースでは調整力公募（電源Ⅰ’）に参加されている例はある	• 長期随契から入札・プロポーザル方式への切替中 • 基本料金＋従量料金で従量単価固定 • FIT志向（FIPよりも） • 地域新電力への売電（特に非FIT）の事例は限定的	• 三次②も含め公営水力で具体的に検討されている例は知られていない。
収益拡大方策	• 発動指令電源としてのアグリゲーション	• 市場連動型の売電 ※事例によっては市場価格連動に対しては最適化の余地も小さくない。 ※一定の調整に応じている場合もある模様	• 需給調整市場に参加することで収益拡大可能性はあるが、市場開設後の実績に基づく検討例は知られていない。
社会的意義	• 社会的コスト削減	• 再エネ導入拡大（システム統合コスト削減）	• 同左
地域新電力が果たしうる役割	• 地域新電力の他のリソースとのアグリゲート	• 市場価格等に応じた発電計画の提案と買取	• アグリゲーター（少なくともRA）
実現に向けた障壁	• 容量市場参加への認知度 • 既存契約見直し時のメリット確保	• 柔軟な運転可能性は発電所によって、また、季節によっても異なり、それぞれ • 地域新電力では当面、ベースロード電源としての期待 • 地域新電力の需要に対して大きすぎる恐れ • 出力調整による収益拡大を前提とした契約方式は考えうるが水力での前例がない	• 発電側、地域新電力側のいずれもが、少なくとも当面の取組とは捉えていない可能性
考えられる対応策	• 当局からの情報提供	• 分割売電 • モデル的試行への支援 • 幾つかの異なる地域の発電所での可能性検討（当日市場含め）	• まずは前日・当日市場からの取組が必要

4．地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）水力発電を活用した災害に強い分散型エネルギーシステム事業モデル検討】

【検討/調査内容】
本業務では、過年度調査での地方公共団体における災害時自立運転の情報等を踏まえ、水力発電による電気を平時に地域で活用しつつ、災害にも対応可能な分散型エネルギーシステム事業モデルを検討し、事業成立の要件を整理した。

■実施方針

（1）事業モデル検討の方向性整理
・平時・災害時の電力供給スキーム整理

↓

（2）事業モデルの検討
・水力発電の事業モデル検討
・事業により期待される効果整理
・電力供給先・供給方法検討
・事業収支概略試算
・事業実施体制検討

↓

（3）成立要件整理
・ハード面・ソフト面からの成立要件整理

図　検討/調査フロー

■実施内容

(1) 事業モデル検討の方向性整理

災害に強い分散エネシステムを構築するには、事業継続性の観点から平時のメリットが得られることが望ましい。そこで、平時から電気を供給でき、災害にも強い分散エネシステムに活用可能な電力供給スキームを検討した上で、平時のメリット・デメリットや事業者間の関係性を整理することで実現性・事業性等の観点から有望なスキームを抽出し、事業モデル検討の方向性を絞り込んだ。

(2) 事業モデルの検討

(1)を踏まえ、過年度業務の調査により災害時自立運転が可能であった水力発電所を参考に、水力発電による電気を平時より地域で活用し災害にも対応した事業モデルを検討した。

事業モデルの検討項目イメージ

検討項目案	内容	想定されるアウトプット
事業により期待される効果整理	分散エネシステムの構築により得られる効果例を整理。	事業実施の意義・目指す姿（省CO_2、災害対応、地域貢献等）
電力供給先・供給方法検討	どのような分散エネシステムを構築可能かパターンについて検討。	エネルギーシステム構成概要（自営線、既設送配電線活用等）
事業収支概略試算	上記で検討したシステムにおいてどの程度の事業収支が得られるか概略で試算。	事業収支概算（追加的なイニシャル費用、ランニング費用、採算性評価結果）
事業実施体制検討	事業を実施する上で必要となる実施体制（資格、官民での連携等）を検討。	事業実施体制イメージ（設備設置、運用、保安当の体制、地域連携等）

(3) 成立要件の整理

上記の結果を踏まえ、成立要件となり得る要素について検討を行った。要件についてはハード面・ソフト面別に整理し、そこから想定される地方公共団体等が取組む方向性案をまとめ、水力発電を活用した災害に強い分散エネシステム事業モデルの普及展開に資する情報として整理した。

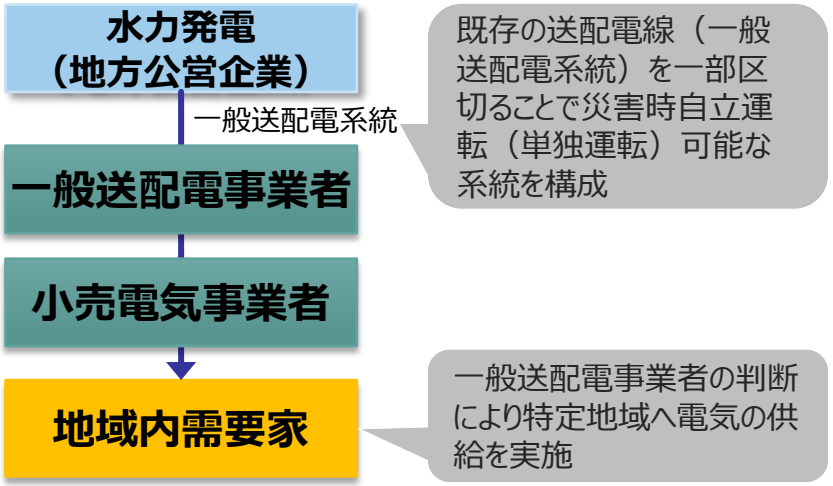
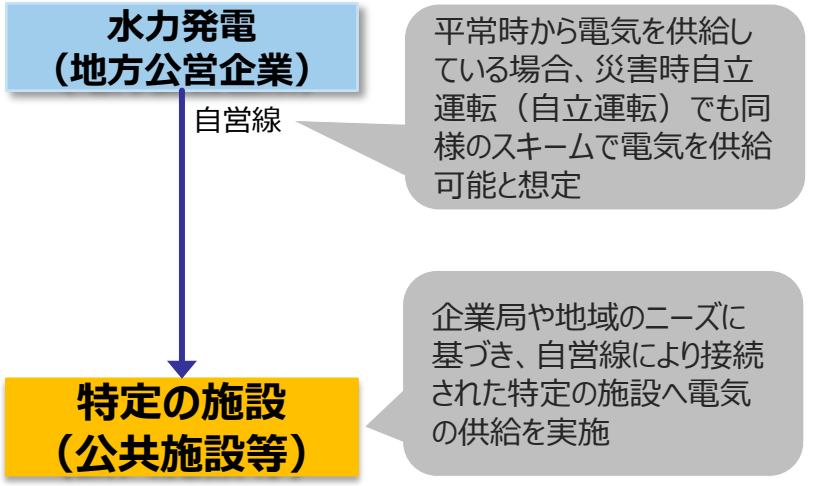
4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）水力発電を活用した災害に強い分散型エネルギーシステムに関する事業モデル検討】

（1）平時・災害時に対応した電力供給スキーム検討

- 昨年度までの調査において、災害等により系統停電が発生した際に、一般送配電事業者の要請により、企業局の水力発電所を災害時自立運転（単独運転）させることで、周辺地域への電気の供給を再開させることができた事例を確認した。
- 一般送配電系統を介した供給では、災害時自立運転（単独運転）開始のタイミングや電気の供給先（供給エリア）の判断について企業局が関与することは難しく、災害時の対応としては不十分となる可能性がある。また、一般送配電系統を活用することから、実施可能な場所は既存の電力系統の構成に依存し限定的となることも考えられた。
- 水力発電所の近傍に災害時に電気を必要とする特定の施設（公共施設等）がある場合、企業局や地域での災害対応のニーズ等に合わせ、自営線を活用した供給等の方法を選択するといったことも考えられた。

表　災害時の電力供給スキーム例

	一般送配電事業者の要請に伴う 一般送配電電系統を介した災害時自立運転	自営線を用いた災害時自立運転
概要	災害等により系統停電が発生した際、一般送配電事業者の判断や要請に伴い、特定の地域へ電気の供給を実施	災害等により系統停電が発生した際、既存の一般送配電系統とは切り離し、自営線等の電線路を活用することで特定の施設へ電気の供給を実施
災害時の電力供給スキーム例		

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）水力発電を活用した災害に強い分散型エネルギーシステムに関する事業モデル検討】

（1）平時・災害時に対応した電力供給スキーム検討

- 小規模な水力発電所の場合は系統への売電なしに電気の供給が可能な場合があるため、パターン1～3の適用が考えられた。
- 電力供給先の規模に対して発電所が比較的大きい場合は、系統への逆潮流による売電があるため、パターン4～7の適用が考えられた。
- パターン4～7の検討が重要であるとのご意見を委員からいただいたため、パターン4～7において活用可能な事業モデルを検討した。

表　平時・災害時に対応した電力供給スキームの組合せパターン分類

	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	パターン5	パターン6	パターン7
電力供給方法	自営線					系統を介した供給	
逆潮流による系統への売電	なし			あり		–	–
電力供給先（水力発電から見た供給先との関係性）	自らの需要施設	密接な関係※1を有する者の需要施設	他者の需要施設	• 自らの需要施設 • 密接な関係※1を有する者の需要施設	他者の需要施設	• 自らの需要施設 • 密接な関係※2を有する者の需要施設	供給先に制限はない
平時の電力供給スキーム	自家発自家消費※3による供給もしくは登録特定送配電事業を介した供給	**（1つの施設もしくは構内であれば）** 自家発自家消費※3による供給 **上記以外は** 特定供給事業※4 もしくは登録特定送配電事業を介した供給	**（1つの施設もしくは構内であれば）** 自家発自家消費※3による供給 **上記以外は** 登録特定送配電事業を介した供給	特定供給事業※4による供給 もしくは登録特定送配電事業を介した供給	登録特定送配電事業を介した供給	自己託送による自家発自家消費※3	小売電気事業を介した供給
災害時の電力供給スキーム	自営線を用いた災害時自立運転					一般送配電事業者の要請に伴う災害時自立運転 もしくは配電事業による災害時自立運転	

※1 電気事業法施行規則第45 条の24 において規定
※2 電気事業法施行規則第2 条、第3 条において規定
※3 経済産業大臣の許可や届出が不要の「いわゆる」自家発自家消費に類するエネルギー事業
※4 電気事業法第27条第31項第1号、2号において規定

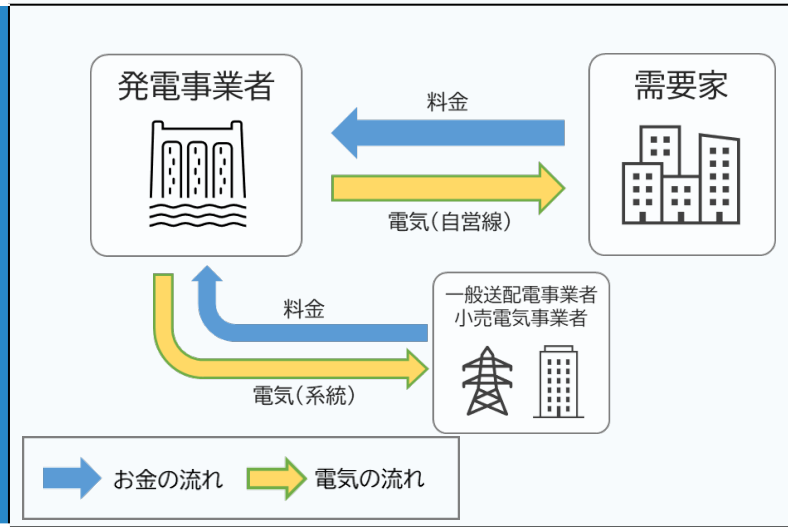
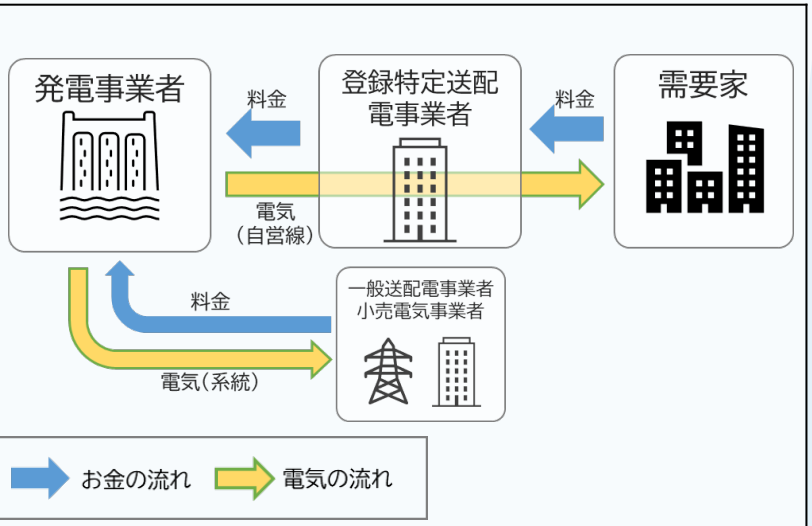
4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3） e.災害時自立運転可能性調査 】

（2）水力発電の事業モデル検討

- 自営線による供給（パターン4、5）においては、特定供給事業、登録特定送配電事業の2つについての事業モデルが考えられた。
- 発電した電気を自営線によって平時から近隣の公共施設等に電力供給を行い、災害時（系統停電時）にも自営線によって電力供給を行うことが考えれた。
- 自営線で供給する分以外の電気については、系統を利用して売電（余剰売電）を行うことが考えられた。

表　水力発電を活用した事業モデル（電力供給スキームパターン4、5）

	特定供給事業	登録特定送配電事業
事業モデル		
概要	• 電気の供給者と供給の相手方に密接な関係性が認められた場合、自営線による電気の供給が可能 • 需要家から電気の供給に伴う電気料金を徴収 • 不足する電気は系統を介して小売電気事業者等から調達 • 自営線による供給で電気が余剰となる場合は系統への逆潮流により売電	• 他者の需要施設へ電気を供給が可能（供給先との関係性に制限はない） • 需要家から電気の供給に伴う電気料金を徴収 • 不足する電気は系統を介して他の小売電気事業者や電力市場等から調達 • 自営線による供給で余剰となる場合は系統への逆潮流により売電
留意事項	• 自己保有電源要件を満たすことが必要であるため、水力発電設備による供給力の50%未満の需要家への供給が可能	• 事業の開始には、特定送配電事業者の届出、小売電気事業の登録申請・届出を行った登録特定送配電事業者が必要

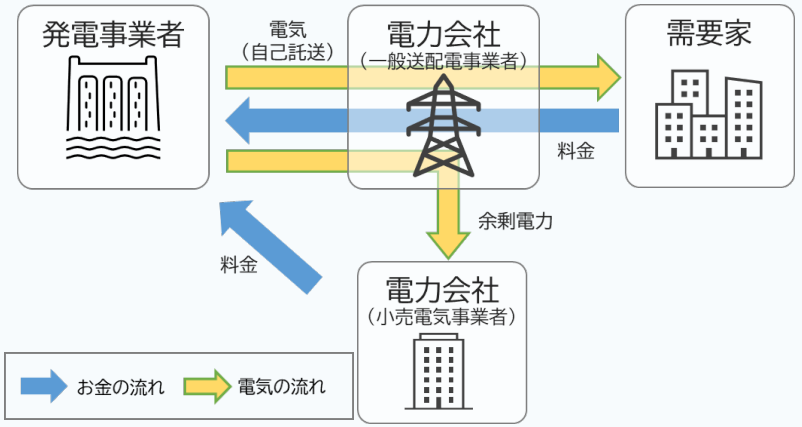
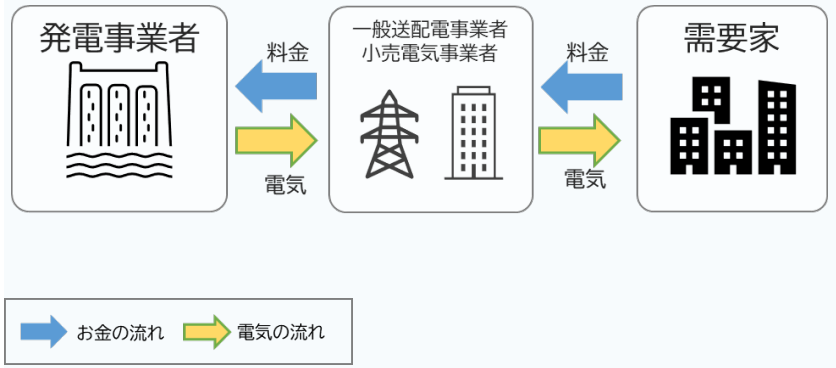
4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3） e.災害時自立運転可能性調査 】

(2) 水力発電の事業モデル検討

- 自営線による供給（パターン6、7）においては、自己託送による自家発自家消費、小売電気事業を介した供給の2つの事業モデルが考えられた。
- 発電した電気は系統を介して電力供給を行い、災害時（系統停電時）には一般送配電事業者の要請に伴い電力供給を実施することが考えられた。

表　水力発電を活用した事業モデル（電力供給スキームパターン6、7）

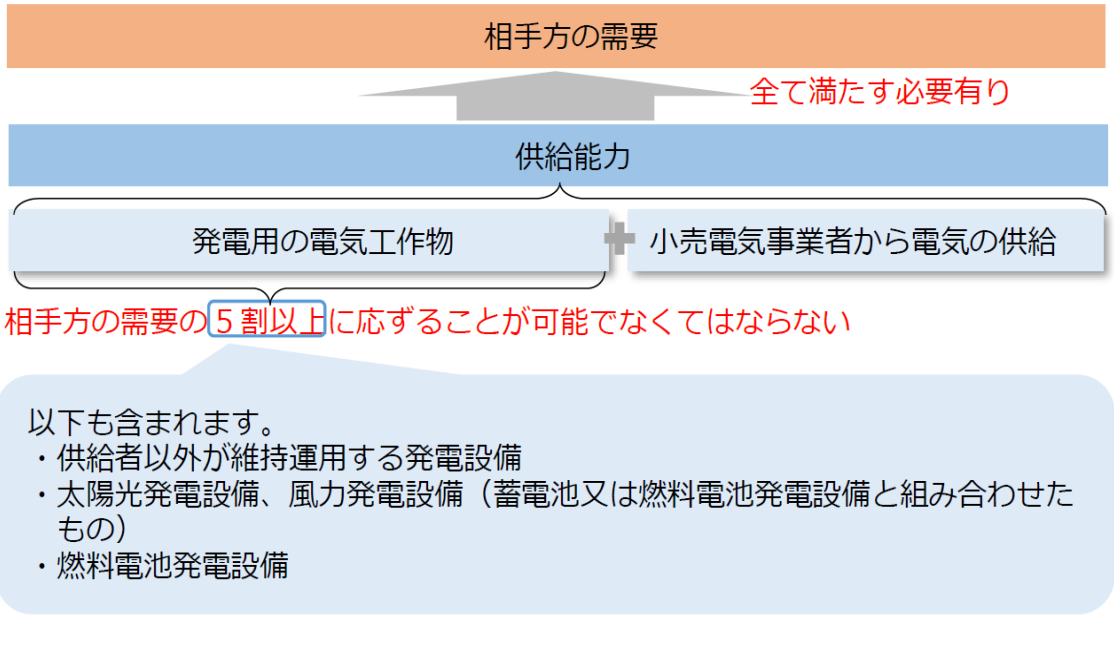
	自己託送事業	小売電気事業
事業モデル		
概要	• 電気の供給者が供給の相手方に密接な関係性が認められた場合、もしくは電気の供給者自らの施設に電気の供給が可能 • 需要家から電気の供給に伴う電気料金を徴収 • 不足する電気は系統を介して小売電気事業者等から調達 • 電気が余剰となる場合は小売電気事業者に売電 • 一般送配電事業者の要請に伴い一般送配電系統を介して災害時に電力供給	• 供給先の制限はなく、いずれの施設にも電力供給が可能 • 小売電気事業者に発電した電気を売電し、料金を徴収 • 一般送配電事業者の要請に伴い一般送配電系統を介して災害時に電力供給
留意事項	• 電気の供給者と供給の相手方と共同して組合を設立することで電気の供給を行うことは不可	• 新たな小売電気事業者を立ち上げや、小売電気事業者の選定が必要

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）水力発電を活用した災害に強い分散型エネルギーシステムに関する事業モデル検討】

(3) 電力供給先･供給方法検討

- 特定供給事業を行う場合、供給先となる需要施設の容量の50%以上の発電設備を設置することが必要である。（自己保有電源要件）
- 水力発電による特定供給では、水力発電設備の全容量を自己保有電源の供給能力として数えることが可能なものと考えられるため、発電所容量の50%未満までの需要施設への自営線での供給を想定した。
- 特別高圧（6kVより高い電圧）の自営線の場合は、受変電設備の費用が増大することや保安体制の構築が課題となる可能性があるため、高圧（6kV）で供給可能な２MW未満で送配電を行うことを想定した。



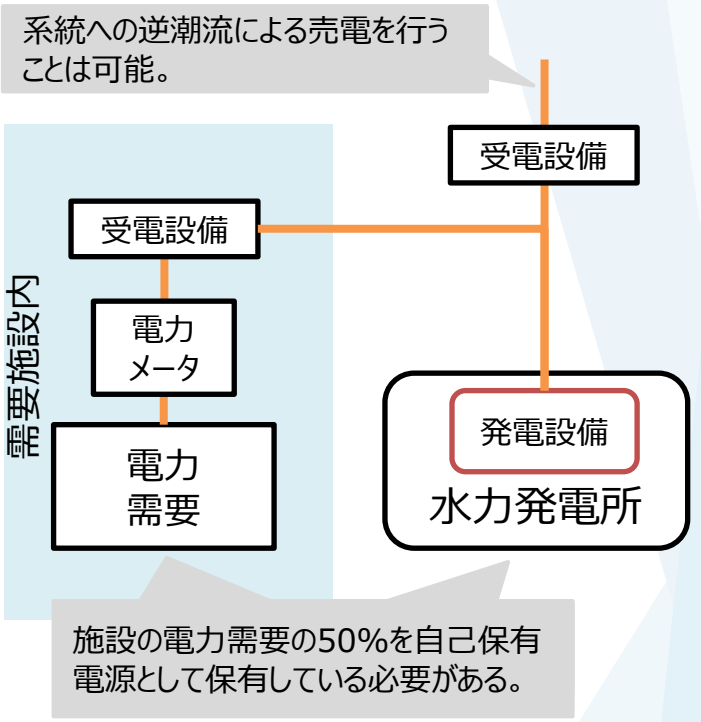


図　特定供給における自己保有電源の概要

【出典】環境省、廃棄物エネルギー利活用方針の実務入門（2021年）　資源エネ庁、電気事業法に基づく経済産業大臣の処分に係る審査基準等（令和3年7月9日施行）より作成

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）水力発電を活用した災害に強い分散型エネルギーシステムに関する事業モデル検討】

(4) 事業により期待される効果整理

- 発電事業を行う場合の収入項目と支出項目を整理した。
- 経済面としては自営線による売電によるメリット増加分と、イニシャル・ランニング増分の比較により効果を評価する想定した。
- 経済面以外にも災害時対応（系統停電時対応）という観点からの効果も考えられる。

表　平常時における事業収入と支出項目・自営線による供給で想定されるメリット・デメリット

収入項目	概要	自営線による供給で想定されるメリット・デメリット
売電（自営線）	自営線で需要施設へ売電を行う分の収入	**系統を介した売電よりも高い単価で供給が可能な場合経済性効果として得られる可能性**（託送料金、再エネ賦課金が不要な場合はメリット拡大の可能性あり）
売電（系統）	系統へ売電を行う分の収入	自営線による供給分、売電可能な電力量が減少

支出項目		概要	自営線による供給で想定されるメリット・デメリット
イニシャル	自営線等の新設費	新設する自営線、受変電設備の工事費	自営線による供給のために**追加的に費用が発生**
	受変電設備の改造費	地絡継電器等の既存受変電設備内の継電器類の改造費	
ランニング	設備の維持管理費	人件費、メンテナンス費用等の費用	新設する設備分の維持管理費用が**増となる可能性**
	小売電気事業に係る費用	**（登録特定送配電事業の場合）** 発電計画・需要計画等の作成・提出等に伴う費用	• 登録特定送配電事業の場合は**追加的な費用が発生** • 特定供給の場合は不要
	一般管理費	事務費用等	－
	固定資産税	固定資産の評価額より算出	
	法人税、住民税、事業税	利益等から算出	
	減価償却費	設備の耐用年数により算出	－

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【３）水力発電を活用した災害に強い分散型エネルギーシステムに関する事業モデル検討】

(5) 事業実施体制検討：想定する分散型エネルギーシステムの構成イメージ

- 必要となる事業実施体制を検討するため、分散型エネルギーシステムの構成に関して検討した。
- 災害による被害を防ぐための措置、温室効果ガス等の排出の抑制等のための措置に伴う設備にあっては、構外にわたる電線路により、一方の需要場所で受電した電力を他方の需要場所へ融通する、「複数需要場所・１引込み」が一定の条件の下、可能となったことから、本検討では水力発電所の電気を複数需要場所・1引込みにより特定の施設に融通するシステムを想定することとした。

複数需要場所・1引込みを想定し、既存の公共施設等の受変電設備を流用することを想定

水力発電所内に外部への送出用の分岐盤等、自営線を新設するものと想定

平常時から水力発電所から数km程度離れた公共施設の電力需要を賄うため、高圧の電線路を設置することを想定

下記の条件※を満たしており、且つ一般送配電事業者が技術上、保安上適当と認めることが必要
- 災害対応も含むレジリエンスの向上
- 環境適合性
- 電力システムの経済性に資する場所など電気の利用者の利益に資する場合

※第23回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会（2020年3月）資料5

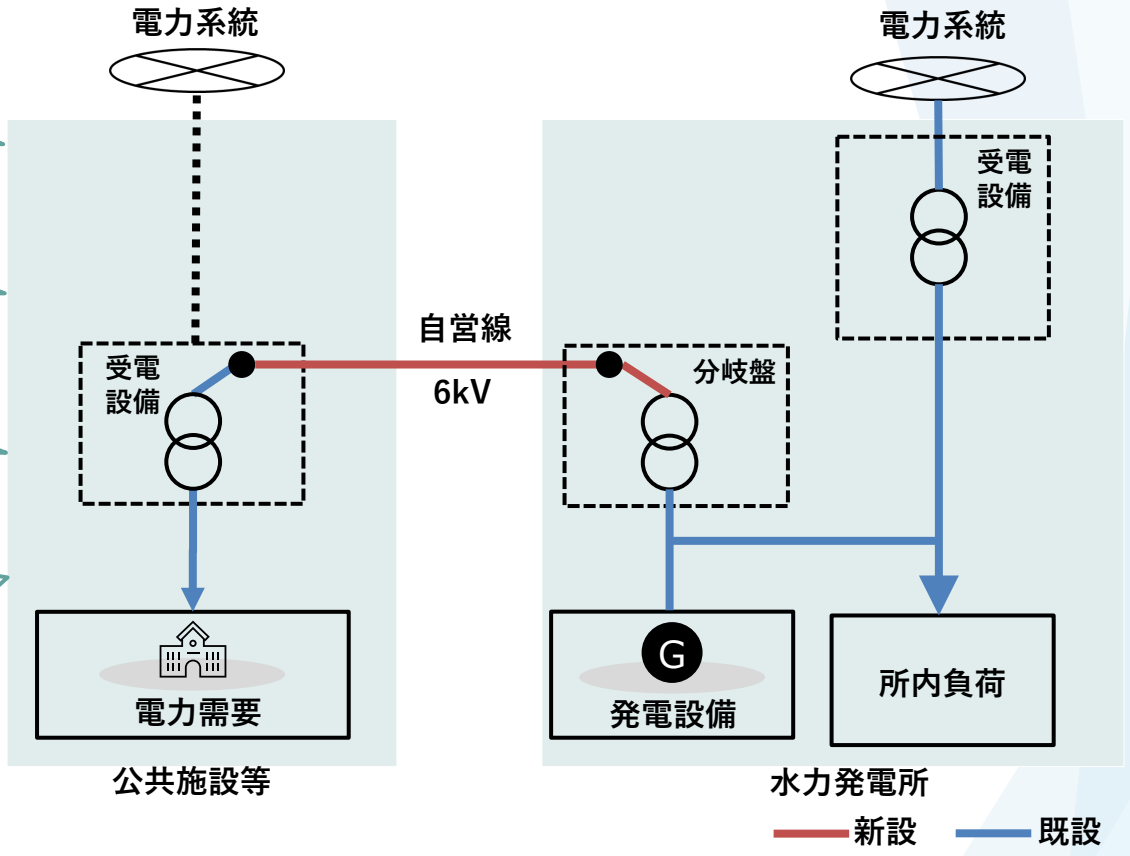


図　想定される分散型エネルギーシステムの構成イメージ（複数需要場所1引込み）

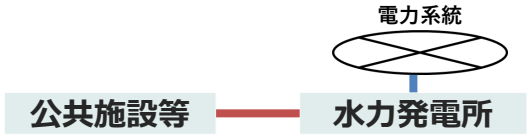
出典：経済産業省「一需要場所・複数引込」及び「複数需要場所・一引込」の電気事業法上の取扱い（電気保安）について（令和3年4月）、資源エネルギー庁「複数需要場所を1需要場所とみなすことについて」

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

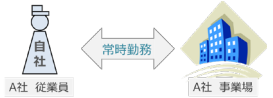
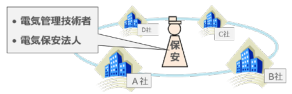
【３）水力発電を活用した災害に強い分散型エネルギーシステムに関する事業モデル検討】

(5) 事業実施体制検討：保安上必要となる体制案

- 水力発電所と公共施設等を一体的な分散型エネルギーシステムとした場合、水力発電所側の電気主任技術者が公共施設等の保安についても一体的に行うといった保安に関する事業実施体制の構築も可能と考えられた。
- 公共施設等については現在は外部委託により保安管理をしていることが想定されるため、責任分界点を明確にし、既存の体制を継続するといったことも考えられた。



水力発電所と公共施設等を1つのエネルギーシステムとした場合、下記の2つ保安に関する事業実施体制の構築が考えられる。
① 水力発電所の保安管理者（電気主任技術者）が公共施設等も含め一体的に保安管理
② 水力発電所の保安管理者が自営線までを管理し、公共施設等は別の保安管理者が管理（水力発電所：選任もしくは兼任等、公共施設等：外部委託等）

体制構築方法		イメージ	対象とできる事業場または設備	主任技術者の要件	活用可能性検討	出典
選任	社内の有資格者が実施		すべての事業場または設備	原則として、事業用電気工作物を設置する者又はその役員若しくは従業員。※1	○ 企業局内に電気主任技術者がいるため可	※1 主任技術者制度の解釈及び運用（内規）1.（1）（改正平成29年8月24日付け 20170809保局第2号）
外部選任	有資格者を他社から派遣してもらう		すべての事業場または設備	事業場に常時勤務している他社の従業員を選任	△ 他社の活用は非合理的となる可能性（公共施設等は選任は不要）	※ 主任技術者制度の解釈及び運用（内規）1.（1）①②（改正平成29年8月24日付け 20170809保局第2号） ※2 電気主任技術者制度に関するQ＆A
兼任	他の施設の有資格者に一緒に見てもらう		次の要件すべてに適合する場合※2 ● 最大電力2000kW未満かつ受電電圧7000V以下の事業場 ● 選任されている事業場を含めて6か所以内 ● 同一または同系列の会社もしくは同一敷地内にある事業場　など	次の要件すべてに適合※2 ● 2時間以内に到着 ● 常勤場所を含めて6カ所以内 ● 告示の頻度以上で執務※1 ● 連絡責任者を選任 ● 点検頻度は６月に１回以上※3	水力発電所：○ 公共施設等：△ 企業局内の電気主任技術者は複数箇所を兼任しているものと想定（公共施設等は選任は不要）	※1 電気事業法施行規則第52条の2第一号ロの要件等に関する告示第４条（改正平成28年3月22日付け 第58号） ※2　主任技術者制度の解釈及び運用（内規）６.（改正平成29年8月24日付け 20170809保局第2号） ※3　平成１５年経済産業省告示第２４９号（電気事業法施行規則第５２条の２第一号ロの要件等に関する告示）
外部委託	他の会社に委託		次の各号のいずれかに掲げる事業場※3 ● 電圧7000V以下で受電する需要設備 ● 電圧7000V以下で連系する出力2000kW未満の水力、火力、太陽電池および風力発電所 ● 電圧7000V以下で連携する出力1000kW未満の発電所（前述の発電設備を除く） ● 電圧600V以下の配電線路を管理する事業場	次の要件を満たす個人（電気管理技術者）または法人（電気保安法人） ● 委託契約書を締結※1 ● 告示の頻度で点検（最低2月に1回以上）※2 ● 2時間以内に到着 ● 連絡責任者を選任	水力発電所：× 公共施設等：○ 配電線路（自営線）は外部委託での保安管理は不可	※1 主任技術者制度の解釈及び運用（内規）４.(5)（改正平成29年8月24日付け 20170809保局第2号） ※2 電気事業法施行規則第52条の2第一号ロの要件等に関する告示第４条（改正平成28年3月22日付け 第58号） ※3 電気事業法施行規則 第52条第２項（改正平成29年9月28日 第77号）

図の出典、参考：経済産業省関東東北産業保安監督部電力安全課「自家用電気工作物に関する最近の関係法令、電気事故等について」 平成30年度版、平成29年度版

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）水力発電を活用した災害に強い分散型エネルギーシステムに関する事業モデル検討】

(6) 事業収支概略試算：発電所の選定

- 北海道企業局、長野県企業局、宮崎県企業局にヒアリングを行い、検討対象とする発電所を選定した。
- 自立運転が可能な発電所を対象に、発電所から最大5km圏内で河川・鉄道の横断がない公共施設等がある発電所を抽出した結果、発電所①、発電所②、発電所③の3つの発電所を対象に、事業収支概略試算を行った。

北海道企業局、長野県企業局、宮崎県企業局にヒアリングを行い、自立運転が可能かつ周辺に公共施設等がある発電所を抽出し、対象とする発電所を検討

【電気の供給先の考え方】
発電所から施設までの間（最大５ｋｍ圏内）で河川・鉄道の横断がない箇所を選定

以下、３つの発電所を選定※
・長野県：2箇所
・宮崎県：1箇所

※北海道の発電所について、候補となった発電所は、同一水系の発電所が系統停電時に単独運転する可能性があり、災害時自立運転に制約を受ける可能性があるというヒアリング結果であったため、検討対象外とした

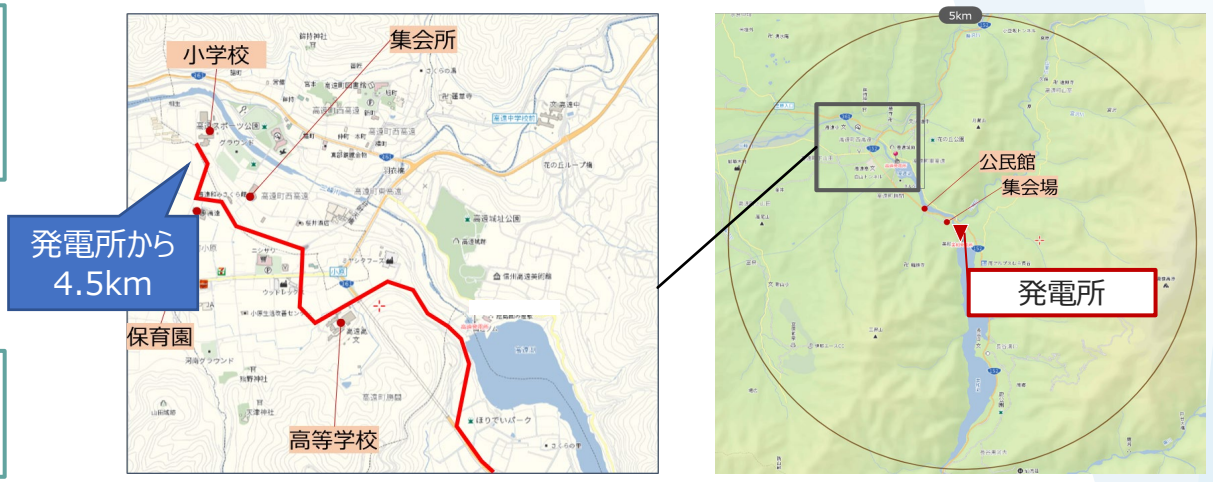


図　発電所と周辺施設の想定例

表　対象発電所一覧

発電所	発電所出力	供給先の想定	自営線の敷設距離	周辺施設への供給量※
発電所①	12,200kW	周辺5km以内の公共施設 ６箇所 集会所、公民館、学校、保育園　等	約 4.5 km	約 2,800 MWh/年 発電電力量の約６％
発電所②	5,000kW	周辺5km以内の公共施設 ２箇所 集会所、学校	約 1.9 km	約 460 MWh/年 発電電力量の約３％
発電所③	18,600kW	周辺5km以内の公共施設 １箇所 学校	約 3.9 km	約 280 MWh/年 発電電力量の約0.6%

※発電所からの周辺施設への供給量については、供給先と想定した施設の延床面積から既存文献値を用いて電力需要を算出し想定

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）水力発電を活用した災害に強い分散型エネルギーシステムに関する事業モデル検討】

(6) 事業収支概略試算：算定条件

➢ 発電事業を行う場合の事業収支概略試算の算定条件を整理した。

表　事業収支概略試算の算定条件

収入項目	概要	算定条件
売電（自営線）	自営線で需要施設へ売電を行う分の単価	17.03 円/kWh※1
売電（系統）	系統へ売電を行う分の単価（FIT切れ想定）	10.7 円/kWh※2

支出項目		概要	算定条件
イニシャル	自営線等の新設費	新設する自営線、受変電設備の工事費	以下で自営線（架空線）の単価を想定※3 架空線：0.9万円/m、コンクリート柱：1.14万円/m 開閉器（手動開閉器）：33.5万円/台
	受変電設備の改造費	地絡継電器等の既存受変電設備内の継電器類の改造費	既存設備を活用する場合を想定
ランニング	設備の維持管理費	人件費、メンテナンス費用等の費用	自営線等の新設費の1.6%と想定※4
	小売電気事業に係る費用	（登録特定送配電事業の場合）発電計画・需要計画等の作成・提出等に伴う費用	特定供給等で電力供給する場合を想定し、各種計画の作成・提出作業は発生しないものと想定
	一般管理費	事務費用等	設備の維持管理費に含まれると想定
	固定資産税	固定資産の評価額より算出	固定資産税率1.4%
	法人税、住民税、事業税	利益等から算出	税引前当期純利益の30%と想定
	減価償却費	設備の法定耐用年数により算出	高圧受電設備の15年と想定

※1　調達価格等算定委員会より大手電力の電気料金平均単価（2019年度）の値を想定

※2　長野県の春近発電所発電所など21発電所発電所の売電に係る公募型プロポーザル評価基準より非FIT単価の下限価格を想定し、FIT切れの水力発電所の場合として試算

※3　電力広域的運営推進機関　送変電設備の標準的な単価の公表についてより、高圧線・高圧引き込み線の最大値とコンクリート柱の中央値（25mおきに設置）、開閉器（手動開閉器）の中央値を想定

※4　電力広域的運営推進機関　地域間連系線の費用体便益評価より送電線の維持管理費用の値を想定

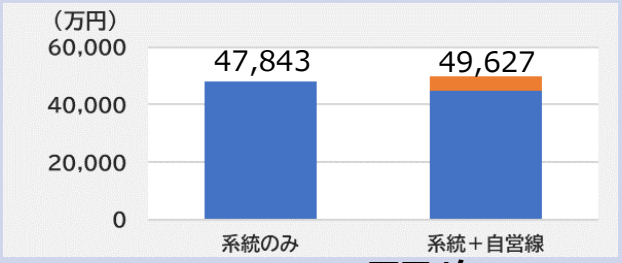
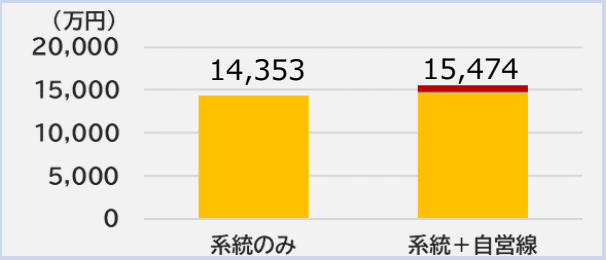
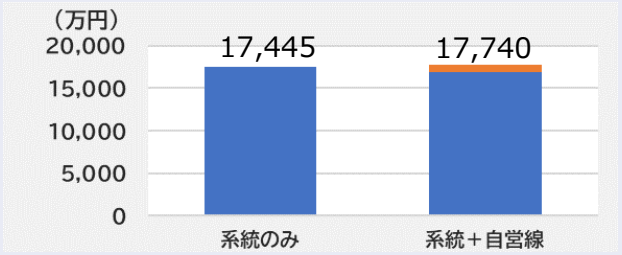
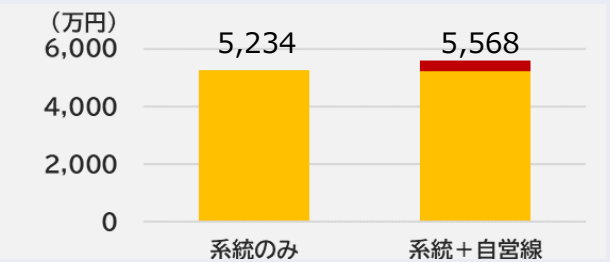
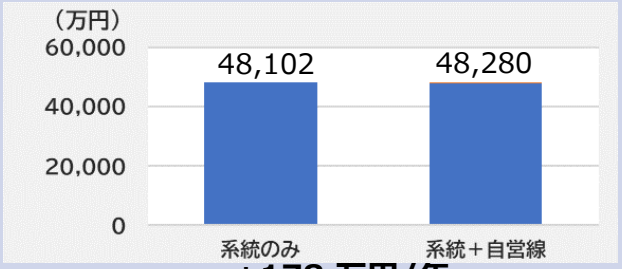
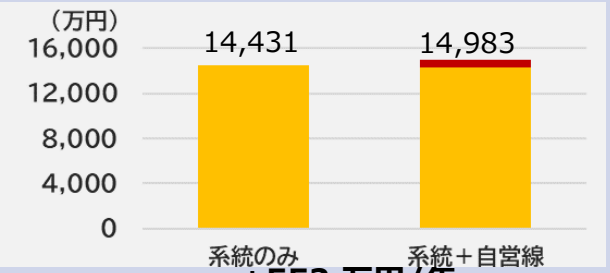
4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）水力発電を活用した災害に強い分散型エネルギーシステムに関する事業モデル検討】

(6) 事業収支概略試算：試算結果

- 自営線による売電の収入の増加分、自営線敷設による支出の増加分の比較結果を整理した。
- 発電所①は自営線の敷設距離は長いが、発電所周辺に施設が多く、電力需要が大きいため、収入の増加分が支出の増加分を上回った。
- 発電所②や発電所③は、発電所周辺に施設が少なく、電力需要が小さいため収入の増加が見込めず支出の増加分が上回った。

表　発電所毎の事業収支概略試算の結果

発電所	①収入の増加分	②支出の増加分	①－②
発電所① 12,000kW 自営線 約 4.5 km	 **+1,785 万円/年**	 **+1,121 万円/年**	**+663万円/年**
発電所② 5,000kW 自営線 約 1.9 km	 **+295 万円/年**	 **+335 万円/年**	**−40万円/年**
発電所③ 18,600kW 自営線 約 3.9 km	 **+178 万円/年**	 **+552 万円/年**	**−374万円/年**

※FIT切れした場合を想定し試算　■売電(自営線)　■売電(系統)　■維持管理費、固定資産税、減価償却費　■法人税、住民税、事業税

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）水力発電を活用した災害に強い分散型エネルギーシステムに関する事業モデル検討】

(6) 事業収支概略試算：事業の便益確保の条件確認

- 発電所①、発電所②、発電所③について、縦軸を自営線を介した周辺施設への供給量、横軸を自営線の敷設距離としプロット図で整理した。
- 各発電所において、収入の増加分と支出の増加分が釣り合うまで自営線を介した供給量（＝電力需要量の想定）を変化させる試算を行った結果、事業の便益を確保可能と考えられる境界を示すことができた。
- 自営線の敷設距離が短ければ、供給量が小さくても事業の便益確保を行える可能性が比較的高くなるが、敷設距離が長い場合でも供給量が大きければ事業の便益確保の可能性はある。本試算条件下では0.3MWh/年/m程度が成立するための要件であった。

検討結果①（▲凡例）
施設の延床面積から電力需要量を推計し、発電所で発電した電気を自営線を介して周辺施設へ供給した場合の結果をプロット

検討結果②（◆凡例）
検討①の結果から供給量を増減しながらケーススタディを行い、事業の便益が±０となった時点の結果をプロット

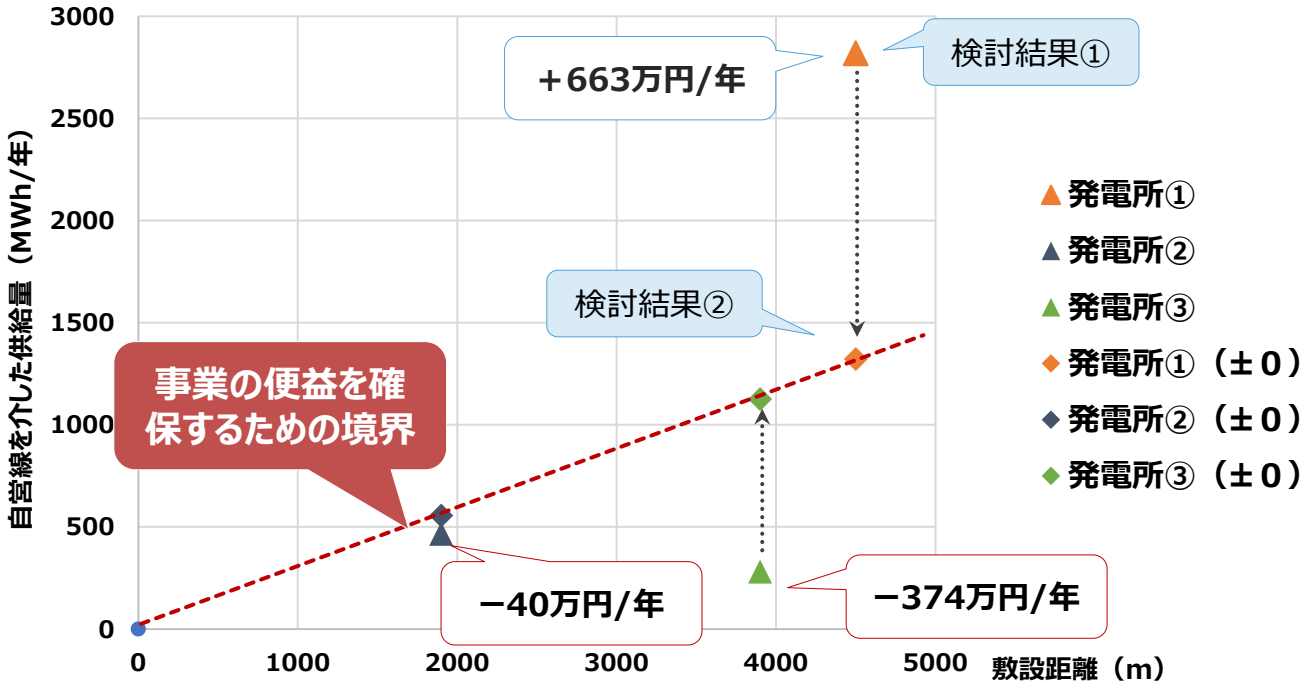


図　各発電所のプロット図

発電所の周辺施設の電力需要量については施設の延床面積から既存文献値を用いて算出しているため、実際の電力需要を用いた場合とは結果が異なる可能性がある。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）水力発電を活用した災害に強い分散型エネルギーシステムに関する事業モデル検討】

(7) 成立要件整理

- 分散型エネルギーシステムの事業モデルについて、ハード面とソフト面での成立要件・方向性案を整理した。
- ハード面では発電所周辺で電力需要を確保し、自営線の敷設距離を短くすることで、イニシャルコスト・ランニングコストを削減することが成立要件として考えられる。また、同一河川で上流と下流に発電所がある場合は、上流側の発電所が下流側の発電所の運転に影響を与える可能性があり、一般送配電事業者の要請に伴う系統停電時の単独運転と、自営線による自立運転の同時実施により不都合が発生しないよう留意が必要である。
- ソフト面では、企業局内の専門技術者の活用や、環境価値といった付加価値を評価した上での自営線による電力供給の便益の評価等により、自営線を用いた災害に強い分散型エネルギーシステムの成立がしやすくなるものと考えられる。

表　ハード面とソフト面の成立要件と方向性案

	ハード面	ソフト面
成立要件	• 短距離で自営線を敷設すると共に、自営線の距離に応じた一定規模以上の電力需要を確保（発電所の規模に比べて電力需要が非常に小さい場合は自立運転が困難な可能性がある） • 水系一貫の場合は、上流側の発電所の運転状況が下流側の発電所に影響を与えるため、干渉しない発電所を選定	• 既存の専門技術者を活用した事業体制の構築 • 環境価値や災害対応等の電気以外の付加価値を考慮した自営線による電気の供給 • 系統へ売電する際に小売電気事業者と安定的な価格で売電を継続（自営線で売電する場合は、系統への売電量が大きく変動する可能性があるため、売電単価が低くなる場合がある）
方向性案	• 短距離で自営線を敷設することでイニシャルコストやランニングコストを削減 • 一定規模以上で、今後長期間安定して電力需要のある施設を単独・複数選定し収入を確保（災害の対応の必要がある施設が望ましい） • 単独水系の発電所を選定し、自営線での安定した電力供給による収入の確保	• 既存人員を活用することで、新たに資格者を確保することによるランニングコストを削減 • 災害対応や環境価値を持つ電気の取引価格を考慮しつつ事業の便益評価を実施 • 需要施設側での需給調整を行い変動を抑制する等、系統への売電量が安定した運用を実施（需給調整を行うための追加コストが生じる可能性がある）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

A．河道内樹木・ダム流木の利活用検討

1.河川・ダムにおける伐採処理実態の把握

①国交省直轄河川・ダム
- 平成28～29年度の傾向を整理

②都道府県管理河川
- 10都道府県を対象に傾向を整理

本報告書１）
③国交省直轄河川・ダム
④都道府県管理河川
- 国交省直轄河川の最新傾向を整理
- 追加20都道府県を対象に傾向を整理

本報告書４）
⑤コスト把握
- バイオマス利用に必要な造材作業コストを把握

2.バイオマス受入先の実態把握

①発電所等ヒアリング
- ３施設を対象に受入可否・受入条件のヒアリング実施

②受入先施設の把握
- 発電所、チップ工場、一般廃棄物処理施設を対象に、受入可否等のアンケート調査

③ペレット工場での受入可能性把握

本報告書２）
④受入先施設の拡大把握
- ペレット工場含め全７業種に調査対象を拡大しアンケート調査

本報告書３）、４）
⑤一般廃施設調査
- 施設へのヒアリング等

⑥先進事例調査
- 受入実績のある施設へのヒアリング等

3.バイオマスとしての品質把握

①河道内樹木チップの成分分析
- 品質規格に則って分析評価

本報告書１）
②ダム流木の成分分析
- 品質規格に則って分析評価

4.河道内樹木利用の実証

1)直轄河川等における実証モニタリング
- 河道内樹木をチップ工場にてチップ化し利用

本報告書５）
②都道府県管理河川実証
- 河道内樹木をチップ工場にてチップ化しボイラ利用

本報告書４）
③現場チップ化実証
- 伐採現場にて移動式チッパーでのチップ化を試験

5.普及啓発資料の作成

本報告書７）
1)関連法制度の整理
2)普及啓発資料「河川内樹木・ダム流木の利用の手引」の作成

＜アウトプット＞　「河川内樹木・ダム流木の利用の手引」作成
受入先施設リスト、マップの作成

B.その他都市インフラのバイオマス利活用検討

1.刈草バイオマスの利用方法調査

①文献調査

②専門団体ヒアリング

本報告書６）
3)刈草利用状況ヒアリング

2.その他都市インフラのバイオマス利活用検討

本報告書６）
①都市インフラバイオマスの利用可能性調査
- 街路樹、公園等、河川以外の都市インフラ整備で発生するバイオマスについて整理

②竹類のバイオマスの利用可能性調査
- 竹類の利用技術について整理

H30
R1
R2
R3

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）伐採処理状況等に係る実態調査

■検討内容

令和２年度事業において、河道内樹木・ダム流木の品質や発生量等の情報が利用者にとって重要な判断材料であることが明らかとなった。これを踏まえ、国交省直轄ダムにおけるダム流木の成分分析と、国交省直轄河川・ダム及び都道府県管理河川における発生量や処理方法等の実態に関する調査を行った。

■検討結果

（1）ダム流木成分分析調査

- ダム流木の成分は、水分がやや多い点以外は燃料としてClass1基準※であった。
- 成分として問題ないが、土砂混じりのため利用困難と思われるケースも見られた。
- 乾燥させること、土砂混じりのものとの分別の徹底が必要である。

※日本木質バイオマスエネルギー協会「燃料用チップ品質規格」における基準

表　調査対象３か所のダムにおける流木成分分析結果

測定項目		サンプル①	サンプル②	サンプル③
水分		45.8%	34.1%	42.7%
灰分(wt%･気乾)		0.7	0.4	0.3
N･S･Cl (wt%･dry)	N	0.10	0.06	0.09
	S	<0.01	<0.01	<0.01
	Cl	0.03	0.01	0.01
重金属 (mg/kg･dry)	As	<0.1	<0.1	<0.1
	Cd	<0.1	<0.1	<0.1
	Cr	2	1	2
	Cu	4	2	1
	Pb	<1	<1	<1
	Hg	<0.01	<0.01	<0.01
	Zn	11.0	<10	<10
低位発熱量（MJ/kg）		9.02	11.31	9.69

（2）直轄河川･ダム実態調査

（3）都道府県河川実態調査

●河川に対する実態把握の結果

- 令和2年度は緊急3ヵ年事業内であり、河道内樹木の伐採量は、事業期間以前と比較して3倍程度であった。
- 一般廃棄物処理の場合、北海道を除きほとんど民間施設となっている。
- 産業廃棄物については、処分方法が不明なものが多いが、一部は堆肥化、燃料化されて再利用されている。
- 伐採木の無償配布、無料引きとりは全国で行われてるが、廃棄物処理される量に対し、絶対量は少ない。
- 都道府県においては、産業廃棄物としての処理が全体の75%を占めているが、処理の内訳は不明確な場合が多い。

●ダムに対する実態把握

- ダム流木は処分量はやや増加傾向を示しているが、その年の台風などの影響を受けて供給量に幅がみられる結果となった。
- 中部ではほぼすべての流木を現地で住民へ無償配布している。無償配布は、他の地域ではあまり進んでいない。
- 北海道、東北、関東は一般廃棄物として扱う量が多い。
- 産業廃棄物については、関東中国が多い。処分方法が不明なものが多いが、一部は堆肥化、燃料化されて再利用されている。
- 有価販売は、行われていない。

■今後の課題

- ダム流木は、利用可能なケースと現状では利用困難と思われるケースがある。乾燥の必要性も含めてパターン別の対処方法の整理が必要である。
- 緊急3か年事業内での情報収集となったため、樹木処理に要する費用への補助がなくなった場合の樹木処理量が減少する可能性は高いことから、木材供給の予測の際には留意する必要がある。

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）バイオマス受入先にかかる実態調査

■検討内容

令和２年度に作成した受入可施設リストを拡充するため、対象業種等を追加し河道内樹木及びダム流木の受入可否や受入条件に関するアンケート調査を実施した。

■検討結果

- 令和２年～３年の調査において計721件の施設から回答を得た。そのうち５割強が受入れ可であり、業種別には主に発電所・チップ工場・一般廃棄物施設が多く、地域別に集計すると、関東・中部・近畿は受入可施設が多い傾向にあった。
- 受入量や受入時期については「要相談」とする施設が多い一方、その他の条件に品質関連の項目を挙げる施設が多く、自由記入欄や受入可否の理由においても品質を懸念する声が挙げられた。

表　業種別回答数

業種	回答数		
	令和２年度	令和３年度	計
チップ工場	98	60	158（150）
ペレット工場	－	35	35
木質バイオマス発電所	97	37	134（127）
一般廃棄物処理施設	332	－	332
木質バイオマスボイラ導入施設	－	56	56
薪オガ炭生産事業者	－	1	1
木材市場	－	20	20
計	527	209	736（721）

※（ ）内は両年度とも回答した施設の重複分を除いた集計対象数

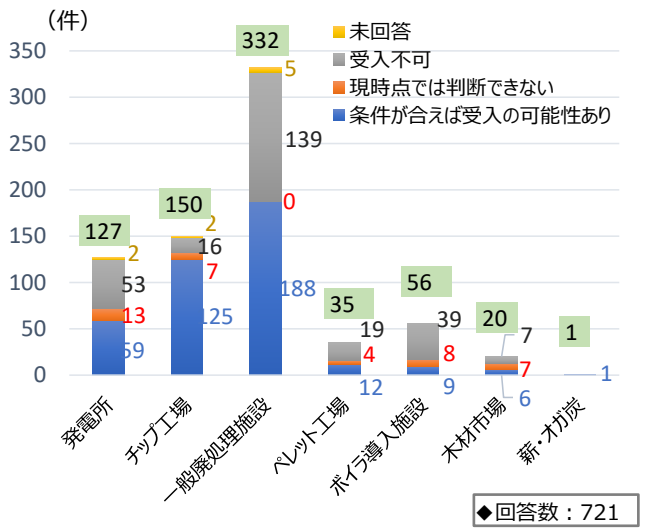


図　業種別の河道内樹木受入可否（令和2,3年度合計）

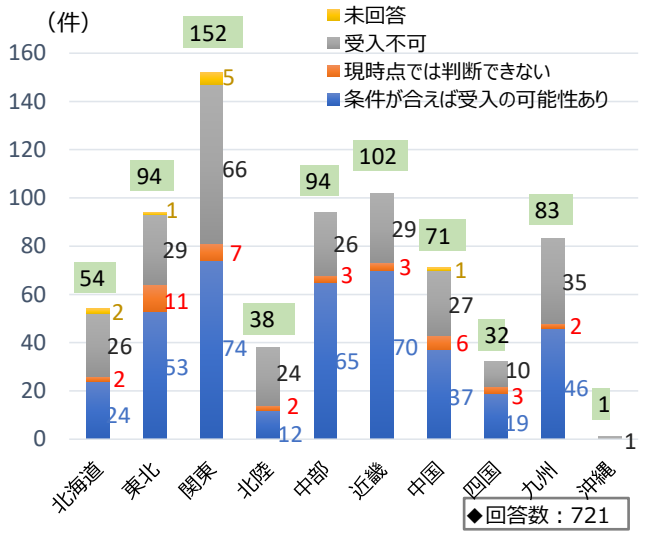


図　地域別の河道内樹木受入可否（令和2,3年度合計）

■今後の課題

- 受入先が最も関心を持っている「品質」について、適切に扱えば異物の混入や土砂の付着が無いことを周知するとともに、伐採や集積時のごみとの分別や土砂等がつかない扱い方を徹底し、それらを効率的に実施する必要がある。
- 本調査で「受入可」の施設が５割であったのに対し受入実績のある施設は２割程度であった。実際に受入れを働きかけ、受入実績を増やしていく必要がある。

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＞

3）一般廃棄物処理施設における利用可能性調査

■検討内容

一般廃棄物処理施設における木質バイオマス受入れについて、施設等へヒアリングを行い、受入可能な条件を整理するほか、バイオマス混焼のメリット・課題を整理した。

■検討結果

（1）受入可能な一般廃棄物処理施設の実態把握

- 過年度アンケートにおいて受入可と回答した施設や林地残材等の受入実績を有する施設などを対象にヒアリングを行った。過去に林地残材の受入れを行った施設によれば、受入れによりFIT売電量を増加できる、炉の稼働率維持ができたといったメリットが挙げられた。
- ヒアリング結果から受入条件として以下とおり整理した。

表　受入れが可能となる主な条件

設備面	• 焼却炉の余力 • 前処理体制の確保、もしくは前処理済みのものを受入れる
運用面	• 炉に応じた前処理 • ごみ質の均一化 • 事前協議 • 自区域内で発生したものであること • ごみ削減の目標達成の阻害要因にならないこと • 民間のリサイクル業者を圧迫しないこと
環境面	• 前処理設備と焼却施設の運搬距離が離れすぎていないこと • 受入れによって増加した発電電力をFIT売電分として計上できること

（2）木質バイオマス混焼のコスト、メリット、課題等の把握

- 木質バイオマス受入に係るコスト要素について、ごみ専焼ケースと比較した場合のコスト増減要素を整理した。
- 木質バイオマス受入によるメリット、課題を整理した。技術的な面でメリットが多い一方、コスト・制度面での課題が多く、これらの対応策を検討することで、一般廃棄物処理施設における河道内樹木の利用可能性が広がることが考えられる。

表　木質バイオマス混焼によるコスト増減要素

コスト増要素	コスト減要素
• 搬出 • チップ化 • 輸送 • 貯蔵（必要な場合） • 設備改修（必要な場合）	• 稼働率増加による電力販売量増 • 焼却炉立ち上げ時の助燃剤購入量減

表　木質バイオマス混焼によるメリットや効果・デメリットや課題

メリット・効果	デメリット・課題
• 助燃用燃料の削減 • CO_2の削減 • 設備稼働率の維持 • ごみの発熱量の向上 • バイオマス比率の向上	• 前処理の必要性 • 運転管理の難易度 • ごみ質均一化の手間 • 助燃剤とした場合の制約 • 木質バイオマス専焼との買取価格の比較

■今後の課題

- 木質バイオマス受入れによる処理施設におけるコスト増減、混焼発電によるトータルのコスト増減について検証していくことが必要。
- 木質バイオマス受入れによる課題への対応策について検討していくことが必要。

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＞

4）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討

■検討内容

令和２年度業務において明らかになった品質や低コスト化等に向けた課題を踏まえ、既存事例における対応策を把握するために関連団体等へのヒアリングを行うほか、現状の作業コストやチップ化工程の新たなサプライチェーンの構築に向けた調査を行った。

■検討結果

（1）先進事例等調査

- 自然乾燥に関する文献調査
  - 受入先施設の中では、木材が乾燥していることを条件とする施設が一定程度ある。対応には、りん木等を敷いた上で自然乾燥を３～９ヶ月程度行う必要がある。
- 受入実績のある発電所へのヒアリング
  - バイオマス利用の普及には、発生時期と受入品質の事前の調整が重要である。
- 粗朶工法等を行う事業者へのヒアリング
  - 木材の形状等が粗朶に適したものを選定できれば利用は可能である。
  - 粗朶への利用には細い幹や枝が適しているが、通常廃棄物として扱われやすいため処理量減に繋がる可能性はある。

（2）伐採・集積方法別のコスト把握

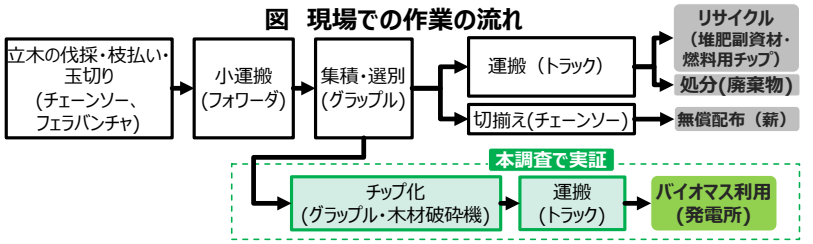
- コスト把握
  - 伐採及び集積等に要するコストについて、アンケートによる情報収集を実施
- コスト内に示す処分費
  - 工事に掛かるコストの内、処分費に掛かるコストの割合が大きい地域、小さい地域が明らかになった。
    （費用が大きい地域ではバイオマスへの転換の可能性が大きい）
- 枝払い・玉切りに要するコスト
  - 枝払い・玉切りを実施している事務所に対し、どのような積算体系で実施しているかを確認した。枝払いや玉切りに要する費用の参考値は20,000円／100本程度であるため、バイオマス化の検討の際には、費用への計上が必要である。

（3）現場チップ化検証

- 利根川の河道内樹木を用いて実際にチップ化をした結果、条件が揃えば廃棄物処理と同等程度のコストでチップ化可能と分かった。

調査時のチップ生産量	10.29 t
調査地全体でチップ化した場合の生産量予測	280 t
チップ化コスト推計	14,800 円/t
調査時の廃棄物処理単価	15,000 円/t

図　現場での作業の流れ



■今後の課題

- 伐採や収集から処理に至るまでのコストについて、地域的なばらつきがみられたことから、ばらつきについての理由の把握を行うことで、木材のバイオマス利用に向け適用性の高い地域の絞り込みに繋がる可能性がある。
- 伐採現場でのチップ化は、河道内への機械回送の可否・作業スペースの確保・チップ運搬車の確保など、複数の条件が揃った場合に、チップ化コストが廃棄物処理時の処理コストと同等程度もしくはそれ以下となる。条件を適切に整理し各工事での適用可否が判断できる状態とすることが必要である。また、自走式チッパーの確保等、各地域で実施可能な体制を整える必要がある。

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＞

5）都道府県等自治体管理河川のバイオマス利活用に関する実証のモニタリング

■検討内容

都道府県管理河川を対象に伐採作業とチップ化作業のモニタリングやヒアリングを実施し、課題等の確認を行った。

■検討結果

- 伐採・チップ化を行う森林組合によれば、今のところ河道内樹木のバイオマス利用について品質や作業上の課題はない。維持管理工事事業者によれば、河道内樹木は丸太生産量等の予測が難しいことなどが課題に挙げられた。
- 河道内樹木の品質は現時点では問題ないと考えられ、都道府県管理河川の河道内樹木についても地産地消が可能な資源として期待できる。

表　伐採・利用の概要・課題

調査地河川管轄	長野県 大町建設事務所
河川名	高瀬川
調査地概要	面積4.5ha、20～50年生程度のマツ類が繁茂
バイオマス利用量	592t（市内の高瀬川における合計利用量は1,099t）
利用取組概要	• 本調査地の河道内樹木は近隣チップ工場でチップ化されており、一部が飲料工場の蒸気ボイラ燃料に使用される予定である。 • 森林経営計画由来の間伐材等は発電用燃料に優先的に使用されており熱利用施設には供給されにくい現状があるなか、河道内樹木も活用することで地産地消を目指している。 • 今後は燃焼灰の活用や枝葉の活用を目指し検討を進める予定がある。
伐採作業について	• 山林の木材と異なり、河道内樹木は砂の付着があるためチェーンソーの刃が早く痛み目立て頻度が上がると感じるが、平地での作業のため楽な部分もある。
品質について	• 現時点では、利用にあたり気になる点はない。
河道内樹木利用に係る課題	• 伐採に係る工事の出来高が見えず、運搬費や運搬回数の予測が難しい。伐採工程ではツル植物への対応などの負荷予測がしづらい。バイオマス利用のための追加作業について下請けとの調整手間がかかった。

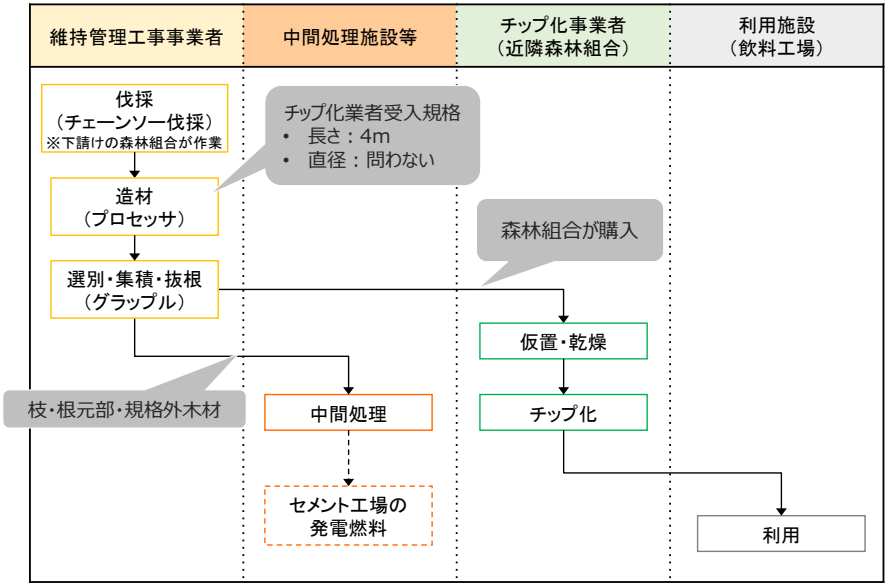


図　伐採・利用フロー図

■今後の課題

- １か所の工事現場から生産されるバイオマス量の予測という課題については、令和２年度の調査でも挙げられた。これについて参考となるデータを収集し、河川管理者や維持管理工事事業者の予測に資するものを提示できれば、工事の見積もり時に活用できるほか、バイオマス利用事業者と伐採前に利用の相談を行うことも可能となる。

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＞

6）河道内樹木・ダム流木以外のバイオマス利用可能性の検討

■検討内容

堤防除草の利用について、草本バイオマス等の利用に関する実証等が行われた施設へのヒアリングにより利用状況や課題について取りまとめた。また、河川以外の都市インフラ整備に伴い発生するバイオマスや竹類について、発生量や発生時期、利用状況等の基礎情報を整理した。

■検討結果

（1）刈草利用状況ヒアリング

河川事務所アンケート結果

- 除草量　　：477,649,814(m²)
- 処理方法　　：一般廃棄物として、あるいは、現地での処分が大部分を占める。
- 処分費の占める割合は、除草費用全体の10%程度に留まる。
- 住民への配布が浸透していることもあり、バイオマス利用が図れる刈草は、個別で見た場合もそれほど多くないことが明らかになった。
- 定量的な供給が見込めるため、事業者としても扱いやすいと考えられることから、バイオマスへの活用を図るためには、少量であれば受け入れてもらえる発電所に供給することで、利用を図ることが現実的であると考える。

新潟市中部下水処理場における刈草の利活用状況

- 夏季に刈草（年間100ｔ）を下水汚泥と混合させ、バイオガス発電を実施。
- 夏季は有機物の分解促進により下水汚泥由来の消化ガス量が低下し、刈草を下水汚泥との混合消化することで、ガス量の低下の抑制を図っている。
- 異物除去を増員して対応しているため人件費が増加、刈草の異物により、切断機の刃が摩耗し、メンテナンスや替刃交換の費用が課題

（2）都市インフラバイオマスの利用可能性調査

- 剪定枝等は142万DW-t/年発生すると推定され、5～8月には公園で、11～3月には道路や果樹園で多く、ゴルフ場では年中発生している。
- 刈草等は148万DW-t/年発生すると推定され、5～8月には公園で、6～12月には道路で多く、ゴルフ場では年中発生している。
- 国営公園や国道、空港におけるバイオマス発生量は全体に対する割合は少ないものの、多くの施設で資源化が行われている。

（3）竹類のバイオマスの利用可能性調査

- 竹類は、稈の空隙が大きいために伐採後の輸送効率が悪い、材質が硬いため破砕機の損耗が激しい、カリウムや塩素を多量に含むため燃焼時にクリンカ（溶融した灰）が発生し炉を傷めるといった課題がある。
- これらの課題に対し、国（林野庁）や地方自治体、研究機関、民間企業等が協力して、いくつかの技術実証事業が行われ、実用化段階に到達している技術も出てきている。

■今後の課題

- 少量の受け入れが可能な発電所等の把握と、実用化に向けた調整が必要となる。
- 刈草利用の普及には、排出側にもメリットがある刈草受入単価の設定、効率的な小石等の除去技術の採用が課題となる。
- 都市インフラバイオマスのうち全体に占める割合が多い発生場所（地方自治体）を対象に、資源化の状況を把握し、利用可能性を把握することが必要。
- 竹類利用に関する様々な課題ごとに、導入者が採用を判断できるように、技術実証や実用化の情報を整理・周知していくことが必要。

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＞

7）河道内樹木・ダム流木の利用に係る普及啓発資料の作成

■検討内容

令和元年度～令和２年度の調査では、河道内樹木やダム流木の発生状況や品質などの情報、関連法制度の情報が河川・ダム管理者、バイオマス利用事業者ともに不足していることが明らかとなった。バイオマス利用の普及啓発を図るために、これらの情報に関して解説する資料を作成した。

■検討結果

（1）構成検討

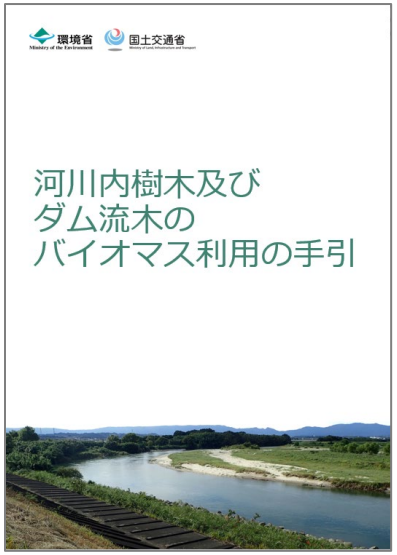
- 想定読者を整理し、各読者の河道内樹木・ダム流木に関する知識、木材・バイオマス利用に関する知識の熟度を考慮して資料構成を作成した。

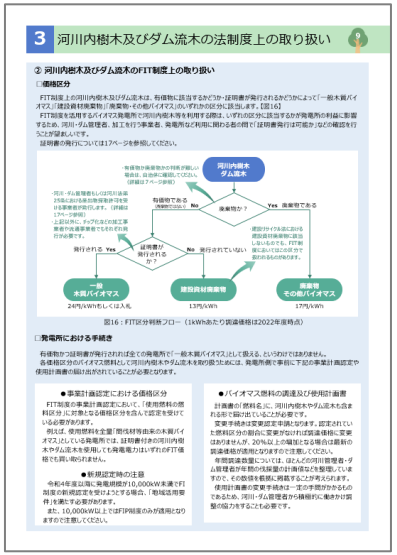
想定読者	河川・ダム管理者 発電所・チップ工場・一般廃棄物処理施設等の受入先施設担当者
資料ボリューム	計20ページ弱程度
資料構成	1　はじめに （1）河川内樹木、ダム流木とは？ （2）本手引の目的 2　河川内樹木及びダム流木の概要 （1）年間発生量と主な樹種 （2）１件の工事における発生量・利用処分状況や発生時期 （3）河川内樹木及びダム流木の成分・品質 3　河川内樹木及びダム流木の法制度上の取扱い （1）廃棄物の処理及び清掃に関する法律 （2）FIT制度・FIP制度 4　河川内樹木及びダム流木の考えられる利用先 （1）流通ルート （2）利用先等の業種の概要 （3）全国の利用可能な事業者数 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 6　河川内樹木及びダム流木の利用事例 7　関連情報

（2）関係省庁ヒアリング

（3）資料作成

- 資料整理にあたり、FIT制度・廃棄物の処理及び清掃に関する法律・河川法などの関連法令の確認のため関係省庁へのヒアリング等を行った。
- 確認結果及び令和元年度～令和３年度の調査結果をもとに「河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引」を作成した。





■今後の課題

- 想定読者に対して資料の広報を行い、適宜説明会などによって解説をすることで内容の普及を図る。
- 読者の反応等に応じて内容の更新・改善を行う。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【1）伐採処理状況等に係る実態調査】

【検討/調査内容】

昨年度業務で河道内樹木・ダム流木の品質や発生量等の情報が、利用者にとって重要な判断材料であることが明らかとなったことを踏まえ、国交省直轄河川及び都道府県管理河川において、品質や処理実態に着目して検討した。

■実施方針

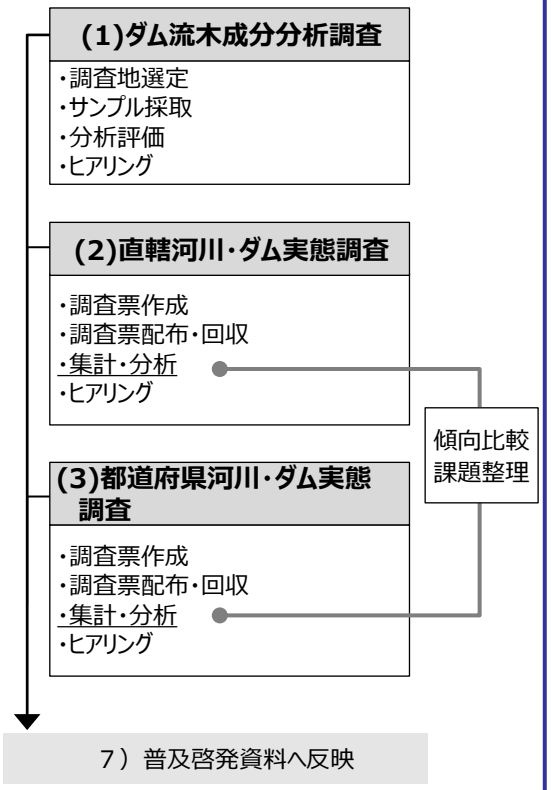


図　検討/調査フロー

■実施内容

(1)ダム流木の成分分析調査

国土交通省が管理するダムにおいて集積されているダム流木をサンプルとして採取して右記の成分を分析、評価するほか、昨年度業務の河道内樹木の品質評価結果と比較し、品質の違いを確認した。

＜成分分析項目＞
- 水分（湿量基準%）
- 灰分（%）
- N、S、Cl（wet%・dry）
- 重金属類（mg/kg・dry）
- 低位発熱量（kcal/kg）

※分析項目は「燃料用木質チップの品質規格」評価項目より設定

(2)河道内樹木及びダム流木の伐採処理状況実態調査

国が管理する河川やダムに対し、河道内樹木及びダム流木の処理について、国土交通省の協力の元、アンケート調査により右記の情報収集を行い、実態を把握した。

- 処理量とコスト、処理費の内訳、処理方法
- 運搬時の木材の形状
- 例年の傾向からみた今後の供給見込み
- 処理の時期、集積から処理までの期間

(3)都道府県管理河川における伐採処理状況実態調査

令和３年度からの５年間を対象に、「防災・減災、国土強靱化のための５か年加速化対策」が示されたことで、予算の制約が大きい都道府県でも当面は樹木伐採が行われやすい環境にある。意欲的な都道府県を対象に、アンケート及びヒアリングを行い、河道内樹木等のバイオマス活用の普及促進に向けた課題と対応策を整理するため、右記の情報収集を行った。

- 処理量とコスト
- 処理費の内訳
- 処理方法
- 伐採樹木のバイオマス利用への取組実態

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】
（１）ダム流木成分分析調査

➢ 調査対象ダムは西日本の３か所のダムであり、比較的大規模なダムとなった。

■ **調査対象ダム**

- 右表に調査対象ダムを示す。
- 調査期間中に流木が陸揚げされた状態であることを条件に選定した。
- ３か所とも比較的大規模なダムであり、豪雨があった西日本のダムを中心に対象となった。

表　調査対象ダム

対象ダム	管轄地整	所在地	竣工年 (再開発年)	総貯水容量	10年間※ 平均流入量
長島ダム	中部地整	静岡県榛原郡川根本町	2001年	78,000 千m^3	13 m^3/s
灰塚ダム	中国地整	広島県三次市	2006年	52,100 千m^3	5 m^3/s
鶴田ダム	九州地整	鹿児島県薩摩郡さつま町	1965年 (2015年)	123,000 千m^3	63 m^3/s

※2010年～2019年の10年間
流入量出典：国土交通省　ダム諸量データベースwebサイト（貯水位、流入量及び放流量に関する年表（年統計値））
http://mudam.nilim.go.jp/home



図　長島ダム湖面形状



図　灰塚ダム湖面形状



図　鶴田ダム湖面形状

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】

（１）ダム流木成分分析調査

- ヒアリングは、サンプル流木の発生状況や、普段の流木処理状況などを中心に行った。
- 成分分析は、日本木質バイオマスエネルギー協会が発行する「燃料用木質チップの品質規格」に則り実施した。

■ 調査内容

- 調査対象ダムの流木サンプルを用いた成分分析及び、右表に示す内容のヒアリングを実施した。
- 成分分析項目は下記に示すとおりである。日本木質バイオマスエネルギー協会の「燃料用木質チップの品質規格」のうち、粒径分布以外の項目について実施した。（本サンプルはチップ化していないため粒径分布項目は計測項目から除外した）

＜成分分析項目＞

・水分（湿量基準%）
・灰分（%）
・N、S、Cl（wet%・dry）
・重金属類（mg/kg・dry）
・低位発熱量（kcal/kg）

※分析項目は「燃料用木質チップの品質規格」評価項目より設定

表 ヒアリング項目

大項目	小項目
1.本調査の流木サンプルについて	(1)いつ発生した流木か（いつ頃の豪雨か、等）。 (2)いつ陸揚げした流木か。 (3)「通常年」と「大規模洪水」とどちらで発生した流木か。 (4)発生源（立木か伐り捨て間伐材か）や回収場所（浮遊している立木、沈下した流木、貯水池末端）はどこか。 (5)サンプル以外の流木はどのように処理・利用を行ったか（もしくは行う予定か）。 (6)処理先・利用先はどのように決定したか。 (7)今回のサンプルのような品質の流木は通常から発生するか、もしくは珍しいか。 (8)選別作業の委託先はどちらの会社（あるいは業種）か。
2.通常の流木処理について	(1)発生時期・発生頻度（「通常年」では非洪水期に回収等行うのが基本と思われるが洪水期に回収等することはあるか。回収・陸揚げは毎年実施するか。） (2)複数仮置場がある場合は、仮置場ごとの集積量と通常時・洪水時それぞれの内訳。 (3)陸揚げから処理までの期間。 (4)「通常年」と「大規模洪水」で発生する流木に違いはあるか。 (5)流木量の測定は空隙率を含んだ体積としていると思われるが、処理先・利用先では重量単価での測定が基本ではないかと考える。t/m^{3}などの換算値があれば教えていただきたい。 (6)これまでの処理先・利用先にはどのような業種・処理方法のところがあるか。 (7)処理先・利用先はどのように決定しているか。
3.利用について	(1)流木をバイオマス利用したことはあるか。ある場合はどのような利用内容か。 (2)無償提供以外に、公募や入札などを実施したことはあるか。どのような手続きとなるか。 (3)仮置ヤードはダム管理所の管理地か。
4.流木利用にかかる課題について	(1)利用にあたり懸念する事項・課題はあるか (2)全国で展開するにあたり必要と考える対策・情報等はあるか。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】
（１）ダム流木成分分析調査　①長島ダム調査結果

■ **調査対象のダム流木概要**

- 令和３年７月の出水時に発生した流木である（大規模洪水ではない）。
- ダム流木の品質は例年変わらず、特に選別などは実施していない。

■ **流木の様子**

- 直径10～20cm程度、長さ数10cm～2m程度で、丸太形状のものが多い。
- 表面に泥等の付着は見られず、内部の腐食もない。



図　仮置中の流木の様子



図　サンプル流木断面の様子



図　サンプル流木



図　サンプル流木

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】
（１）ダム流木成分分析調査　②灰塚ダム調査結果

■ **調査対象のダム流木概要（ヒアリング結果より）**

- 令和３年８月の豪雨時に発生した流木である。
- 灰塚ダムは、その形状から上流の伐り捨て間伐や立木が流れてくることはなく、今回も湖面が上昇した範囲にあった立木等が流れたものと思われる。
- 流木と、タイヤや草本類とで分別しており、今回のサンプルは分別後のものである。

■ **流木の様子**

- 土や草本類の茎が多く、木材はわずかであった。
- 木材は、杭などの人工物と見られるものも多く含まれていた。土の付着が著しく、土や草本類などの塊という通気性の悪い中に置かれていたため含水率が高い様子であった。



図　回収前のサンプル流木の様子



図　サンプル流木



図　サンプル流木



図　サンプル流木

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】
（１）ダム流木成分分析調査　③鶴田ダム調査結果

■ **調査対象のダム流木概要（ヒアリング結果より）**

- 昨年及び今年の出水で発生した流木を回収した。
- 水位の上昇とともに流れ込んできたものである。

■ **流木の様子**

- 直径20cm～30cm、長さ2～3m以上で地下部（根）ごと流されているものも多い。
- 樹皮が剥けており、土の付着も部分的に見られる。



図　サンプル流木



図　サンプル流木断面の様子



図　サンプル流木表面の様子



図　サンプル流木

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】

（１）ダム流木成分分析調査

- 今回の流木サンプルはいずれも湖面に浮遊する流木である。鶴田ダムのみ昨年発生した流木が含まれるが、他は今年度夏季に発生したものであった。
- 灰塚ダムの流木は、ダム内で通常時には陸地化しているサーチャージのエリアにある立木等が、増水で流れ出たことで発生したものと思われるが、他は上流から流れてきたものと思われる。

■ **ヒアリング結果（1.本調査の流木サンプルについて）**

表 「1.本調査の流木サンプルについて」のヒアリング結果

ヒアリング項目	長島ダム	灰塚ダム	鶴田ダム
(1)いつ発生した流木か（いつ頃の豪雨か、等）。	令和３年７月の出水時	令和３年８月の豪雨時	昨年及び今年の出水時
(2)いつ陸揚げした流木か。	令和３年８月	令和３年９～10月	令和３年３月
(3)「通常年」と「大規模洪水」とどちらで発生した流木か。※	洪水時発生流木であるが大規模洪水という規模ではない	洪水時発生流木であるが大規模洪水という規模ではない	大規模洪水
(4)発生源（立木か伐り捨て間伐材か）や回収場所（浮遊している流木、沈下した流木、貯水池末端）はどこか。	発生源：上流からの流木 回収場所：浮遊している流木	発生源：増水時に水位が達したダム内エリアの立木等 回収場所：浮遊している流木を上流側網場で回収	発生源：上流からの流木 回収場所：浮遊している流木
(5)サンプル以外の流木はどのように処理・利用を行ったか（もしくは行う予定か）。	１割：近隣住民への無償配布 ９割：森林組合で有料処分（チップ化）	木本類：自治体処理施設で処理 タイヤ等・草本類：民間処理施設で処理	２年前までは、所内の焼却施設において焼却処理し、少量を周辺住民の方へ薪として配布していたが、現在は焼却施設は停止しており、処理、配布は今後決定する予定である。
(6)処理先・利用先はどのように決定したか。	－	受入可能な事業者のうち運搬費・処分費の合計が安価な事業者を選定	－
(7)今回のサンプルのような品質の流木は通常から発生するか、もしくは珍しいか。	他の発生時と変わらない	他の発生時と変わらない	不明（１年間浮遊していた流木もあるため他の発生時と異なる可能性もある）
(8)選別作業の委託先はどちらの会社（あるいは業種）か。	維持工事を行う一般土木業者	維持工事を行う一般土木業者	維持工事を行う一般土木業者

※大規模洪水：計画規模に相当する洪水や、計画規模を上回る洪水（国土交通省「ダム貯水池流木対策の手引（案）」（平成30年3月）における定義）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】

（１）ダム流木成分分析調査

- 長島ダム、灰塚ダムは出水後できるだけ早期の回収を行っており、鶴田ダムは水草回収を優先しながら付帯して流木回収をしていた。沈降防止などを考慮するとダム流木が利用可能な状態にある時期を予想・計画立てることは難しいと思われる。
- 長島ダムでは多くの流木が既に利用されている。

■ ヒアリング結果（2.通常の流木処理について）

表 「2.通常の流木処理について」のヒアリング結果

ヒアリング項目	長島ダム	灰塚ダム	鶴田ダム
(1)発生時期・発生頻度 （「通常年」では非洪水期に回収等行うのが基本と思われるが洪水期に回収等することはあるか。回収・陸揚げは毎年実施するか。）	出水後１ヶ月程度を目処に回収を行っている。	沈降を防ぐため、出水後はできるだけ早期に回収・陸揚げしている。	外来水草の処理作業の優先度が高く、その回収作業が中心である。水草の回収に付帯して流木回収を行っている。
(2)複数仮置場がある場合は、仮置場ごとの集積量と通常時・洪水時それぞれの内訳。	仮置場は１か所のみ。	仮置場は１か所のみ。	仮置場は１か所のみ。
(3)陸揚げから処理までの期間。	陸揚げ後、仮置き。年度内に処理。	陸揚げ1日、分別2～3日、運搬1日程度。乾燥等の期間は設けていない。	回収後に仮置して年度内に配布する。
(4)「通常年」と「大規模洪水」で発生する流木に違いはあるか。	違いはない。量の違い程度。	洪水時以外に流木は発生しない。通常時は陸地化している範囲に繁茂しているものが流されるため以前は比較的大きい樹木もあったかもしれない。	出水規模によって、発生する量や大きさが異なる。
(5)流木量の測定は空隙率を含んだ体積としていると思われるが、処理先・利用先では重量単価での測定が基本ではないかと考える。t/m^3などの換算値があれば教えていただきたい。	台形に椪積みし体積計測している。換算値はない。	一般廃棄物処理する流木は重量計測で支払いしている。 民間処理施設とはm^3単位契約であり、トラック荷台の容積を計測した上で稼働台数を乗じて処理体積としている。 換算値はない。	台形に椪積みし体積計測している。 換算値はない。
(6)これまでの処理先・利用先にはどのような業種・処理方法のところがあるか。	１割：近隣住民への無償配布 ９割：森林組合で有料処分（チップ化）	木本類：自治体処理施設で処理 タイヤ等・草本類：民間処理施設で処理	住民等への無償配布
(7)処理先・利用先はどのように決定しているか。	－	受入可能な事業者のうち運搬費・処分費の合計が安価な事業者を選定	－

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】

（１）ダム流木成分分析調査

- 今回調査を実施した３ダムでは、利用可能な流木は無償配布による利用で捌かれていた。
- ダム管理者からは、受入先のリストが求められており、利用に向けた課題として流木発生の時期・量の不明確さが挙げられた。

■ **ヒアリング結果（3.利用について）**

表 「3.利用について」のヒアリング結果

ヒアリング項目	長島ダム	灰塚ダム	鶴田ダム
(1)流木をバイオマス利用したことはあるか。ある場合はどのような利用内容か。	無償配布を実施している。	利用したことはない。	無償配布を実施している。配布先は、チラシやホームページの告知で募る。
(2)無償提供以外に、公募や入札などを実施したことはあるか。どのような手続きとなるか。	無償提供以外に、公募や入札で流木を譲渡等した例はない。	行ったことはない。	無償提供以外に、公募や入札で流木を譲渡等した例はない。
(3)仮置ヤードはダム管理所の管理地か。	ダム管理所管理地である。	ダム管理所管理地である。	ダム管理所管理地である。

■ **ヒアリング結果（4.流木利用にかかる課題について）**

表 「4.流木利用にかかる課題について」のヒアリング結果

ヒアリング項目	長島ダム	灰塚ダム	鶴田ダム
(1)利用にあたり懸念する事項・課題はあるか (2)全国で展開するにあたり必要と考える対策・情報等はあるか。	需要先について例示やリストアップがあると良いのではないか。近隣の需要先の情報は欲しいと思う。	1年のうち、いつ頃、どの程度の量が発生するか分からない。流木の利用者の必要量とマッチングができるかどうかは不明と思う。今年はある、来年はない、などであれば、受入れられないのではないか。 当ダムで、小さな破砕機を持っている。使い物になるかどうかは分からないが、地域にニーズがあるかどうか調べたい。ダム周辺にブドウ畑があり、マルチングなどのニーズがあるかもしれない。	出水規模により発生量が異なるため、毎年安定した量が発生するとは限らない。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】

（１）ダム流木成分分析調査

- 流木品質は、水分が比較的高いダムもあったが、他の項目についてはいずれのダム流木も品質規格の基準を下回り、利用上問題がないことが分かった。
- 利用の際には、流木の状態によって分別に課題がある。一方、乾燥期間を設けることで利用可能性が高まると考えられる。

■ 成分分析結果

- 灰塚ダム、鶴田ダムの流木は水分が40%以上と比較的高めであり、Class2の判定となった。長島ダムは水分34.1%と低くClass1の判定となった。
- 水分以外の項目については、いずれのダム流木も基準値以下の判定であり、乾燥等を追加で実施することで本品質規格上では利用に問題がないことが分かった。
- ただし、灰塚ダムの流木は調査者が木材のみを採取し分析を行ったものであるため、利用の際には土・草等との選別が必要という課題がある。
- また、発電所等によっては炉への影響を懸念して土砂等の付着した燃料を避けるため、利用の際には写真等とともに調整が必要である。

表　品質基準一覧

品質	Class1	Class2	Class3	Class4
原料	幹、全木、未処理工場残材	Class1、灌木・枝条・未木・欠陥材・根張材	Class2、剪定枝等、樹皮、未処理リサイクル材	Class3、化学的処理工場残材、化学的処理リサイクル材
水分	≦35%	≦55%		
灰分	≦1.0%	≦1.5%	≦3.0%	≦5.0%
N・S・Cl (wt%・dry)	–	–	N≦1.0、S≦0.1、Cl≦0.1	
重金属 (mg/kg・dry)	–	–	As≦4.0、Cd≦0.2、Cr≦40、Cu≦30、Pb≦50、Hg≦0.1、Zn≦200	

出典：日本木質バイオマスエネルギー協会「燃料用木質チップの品質規格」

表　成分分析結果一覧

分析項目		分析結果		
		長島ダム	灰塚ダム	鶴田ダム
水分		34.1 %	45.8 %	42.7 %
灰分		0.4 %	0.7 %	0.3 %
N (wt%・dry)		0.06 %	0.10 %	0.09 %
S (wt%・dry)		<0.01 %	<0.01 %	<0.01 %
Cl (wt%・dry)		0.01 %	0.03 %	0.01 %
重金属 (mg/kg・dry)	As	<0.1	<0.1	<0.1
	Cd	<0.1	<0.1	<0.1
	Cr	1	2	2
	Cu	2	4	1
	Pb	<0.01	<0.01	<0.01
	Hg	<0.1	<1	<1
	Zn	<10	11.0	<10
低位発熱量 (MJ/kg)		9.02	11.31	9.69

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】
（２）河道内樹木及びダム流木の伐採処理状況実態調査

➢ 国土交通省管轄の河川事務所及びダムを対象に、樹木伐採及び流木の処理に要するコストを把握し、現在処分している樹木のバイオマス化に向けた検討の基礎資料とする。

■ 樹木のバイオマス化に向けたアンケートの実施

- 樹木のバイオマス化に向けて、以下のとおりアンケートを実施した。

表　アンケート対象と目的及び項目

	河道内樹木	ダム流木
1.アンケートの対象	国土交通省河川事務所	国土交通省ダム管理事務所
2.アンケートの目的	**①伐採処理費内の樹木処理費が占める割合の把握** 樹木の処理費が、伐採や運搬、処理を対象にした工事費総額の中で、どの程度の比率を占めているか把握する。 **②枝払いや玉切りの実態の把握** 樹木のバイオマス化を図る上で、枝払いや玉切りの実施が不可欠であるが、樹木伐採工事の中で実施しているかの実態把握と、実施している場合には、作業に要する費用を見込んでいるかを把握する。 **③河川堤防の除草処分費が占める割合の把握** 堤防除草の処理費が、伐採や集草、運搬、処理を対象にした工事費の中で、どの程度の比率を占めているか把握する。 **④バイオマス利用の実態把握** 樹木のバイオマス化利用の検討状況や懸念点等を記載頂くことによって、懸念点に対しての対応方法があれば、普及啓発資料に反映する。	**①伐採処理費内の樹木処理費が占める割合の把握** 樹木の処理費が、集積や運搬、処理を対象にした工事費総額の中で、どの程度の比率を占めているか把握する。 **②枝払いや玉切りの実態の把握** 樹木のバイオマス化を図る上で、枝払いや玉切りの実施が不可欠であるが、流木処理工事の中で実施しているかの実態把握と、実施している場合には、作業に要する費用を見込んでいるかを把握する。 **③バイオマス利用の実態把握** 樹木のバイオマス化利用の検討状況や懸念点等を記載頂くことによって、懸念点に対しての対応方法があれば、普及啓発資料に反映する。
3.アンケート項目	**①樹木処理費の工事内の占有率調査** 工事ごとに以下の情報の把握 工事期間、総伐採量、伐採・運搬・処理費、処理方法、処分場 **②枝払いや玉切り調査** 枝払いや玉切りの実施有無、実施の場合は費用計上状況の把握 **③除草処理費の工事内の占有調査** 工事ごとに以下の情報の把握 総除草量、集草状況、除草・集草・運搬・処分費、処理方法、処分場 **④バイオマス利用の実態調査** バイオマス化に向けた検討の有無、バイオマス利用の懸念内容の把握等	**①樹木処理費の工事内の占有率調査** 工事ごとに以下の情報の把握 工事期間、総伐採量、伐採・運搬・処理費、処理方法、処分場 **②枝払いや玉切り調査** 枝払いや玉切りの実施有無、実施の場合は費用計上状況の把握 **③バイオマス利用の実態調査** バイオマス化に向けた検討の有無、バイオマス利用の懸念内容の把握等

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】
（２）河道内樹木及びダム流木の伐採処理状況実態調査　①直轄河川における実態調査

- 国土交通省管轄の河川事務所において、令和2年度の樹木処理の実態把握を行い、過年度の実態調査結果との比較を行った。
- 令和2年度は緊急3ヵ年事業内であり、河道内樹木の伐採量は、事業期間以前と比較して3倍程度であった。

■ 調査の概要

- 調査対象：国土交通省が管轄する河川事務所
- 対象工事：令和２年度に実施された河道内樹木伐採に伴う工事
- 工事総数：全408工事が対象

■ 調査結果

①樹木伐採の概要

- 総処分量：526,000（m^3）

  ※緊急3か年事業前（137,300(m^3/年)）と比べると3倍に増加

②樹木処分の内訳

- 一般廃棄物と産業廃棄物における処理がほとんどを占めている結果となった。(全体の85%)
- 廃棄物処分時の細目が不明な量が多い(全体の30%)が、用途が判明しているうち、少なくとも20%程度は利活用されていた。

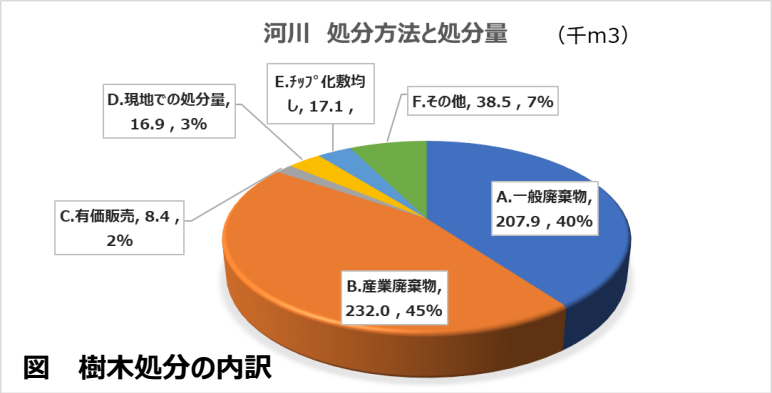


図　樹木処分の内訳

表　工事件数と処分状況

	令和２年度実績			平成28・29年度実績(合算)		
	工事件数	処分量(m3)	処分量百分率	工事件数	処分量(m3)	処分量百分率
北海道	46	106,977	20%	56	28,472	10%
東北	51	93,840	18%	78	24,195	9%
関東	50	78,029	15%	60	26,072	9%
北陸	40	19,865	4%	83	27,222	10%
中部	100	81,659	16%	60	72,900	27%
近畿	25	25,824	5%	48	28,249	10%
中国	34	64,832	12%	46	52,933	19%
四国	25	18,796	4%	32	8,348	3%
九州	37	36,674	7%	37	6,278	2%
合計	408	526,495		500	274,669	

≒137,300(m^3/年)
（平成28･29年度の平均）

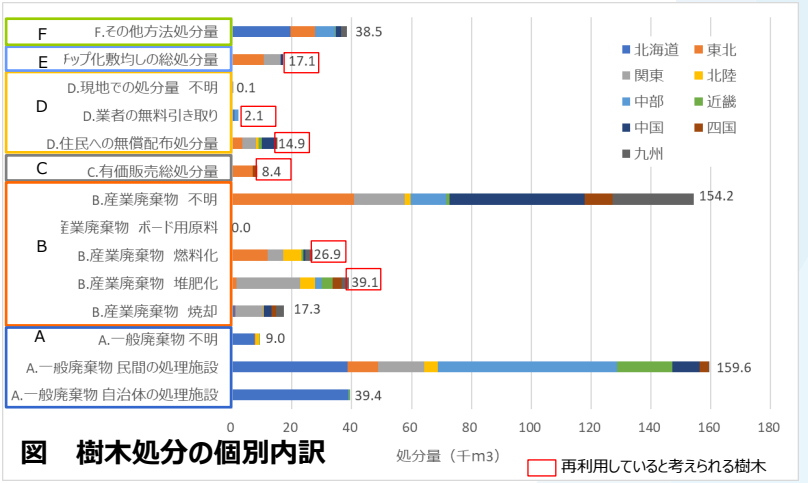


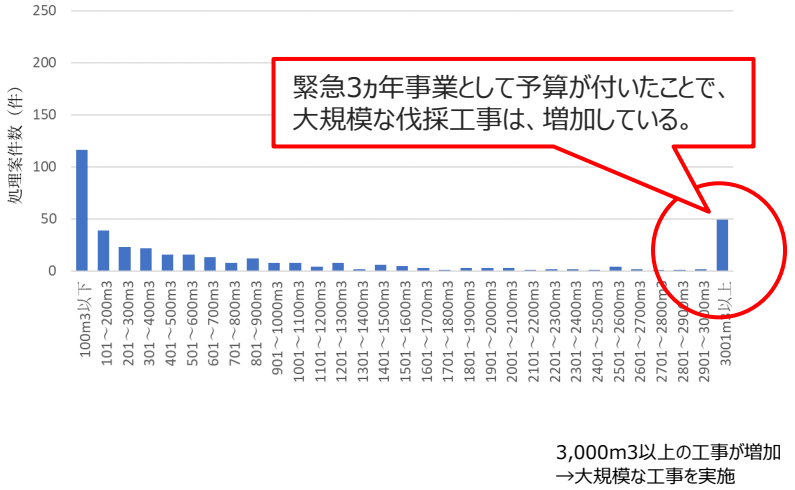
図　樹木処分の個別内訳

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】
（２）河道内樹木及びダム流木の伐採処理状況実態調査　①直轄河川における実態調査

➢ 緊急3か年事業として予算が付いたことで、過年度の実態調査結果と比べて規模が大きな事業が増加傾向にあった。
（今後の見通しを立てる上で、今年度の数値は割り引いて扱う必要がある）

表　伐採処理量比較表（全体の傾向）

河川	令和2年度	平成28･29年度
伐採処理量	案件数(件/年)：408 伐採量（m3/年）：555,790 処分量（m3/年）：235,601 平均値：577（m3/件）	案件数(件/年)：242（平成28年度）、258（平成29年度）、500（合計） 伐採面積(m²/年)：3,894,451（平成28年度）、4,819,790（平成29年度）、8,714,242（合計） 処分量(m³/年)：107,360（平成28年度）、167,311（平成29年度）、274,670（合計） 平均値：平成２８年度　443（m3/件） 平成２９年度　648（m3/件）
1件あたりの処理量	 3,000m3以上の工事が増加 →大規模な工事を実施	 ※公募伐採などで処理量データがない案件を除く 図　2.2.1　1 案件あたり処理量区分別案件数（平成 28～29 年度合計）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】
（２）河道内樹木及びダム流木の伐採処理状況実態調査　①直轄河川における実態調査

➢ 伐採が急激に進み、河道内の樹木がある程度、減少したこともあり、特に大幅に伐採量が増えた地域では、当面は樹木の供給量が減少傾向となる事務所もあることから、供給量算出時には留意が必要である。

表　地整別の伐採処理量比較表

河川

地方整備局・開発局別の伐採処理量

令和2年度

	案件数（件）	伐採量（m3）	処分量（m3）
北海道	46	106,975	106,977
東北	51	93,273	93,840
関東	50	71,172	78,029
北陸	40	17,919	19,865
中部	100	132,526	81,659

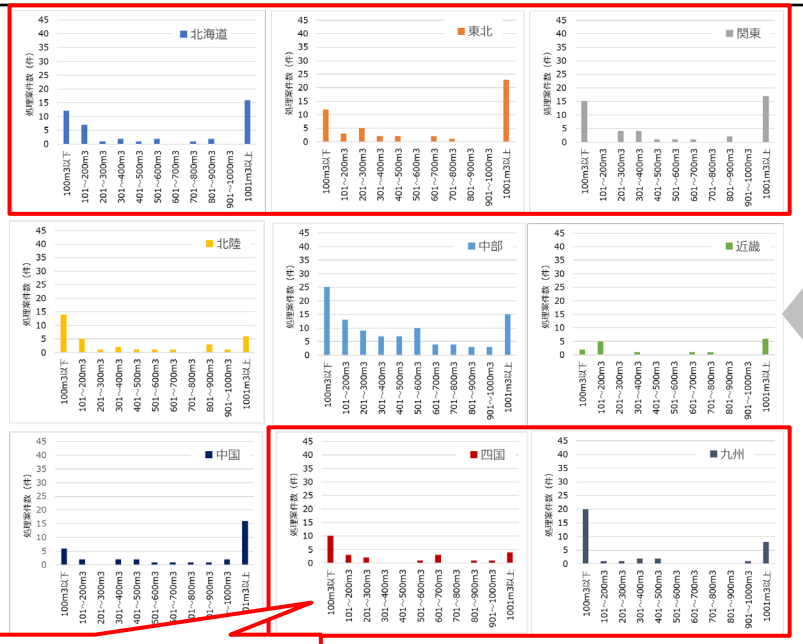
	案件数（件）	伐採量（m3）	処分量（m3）
近畿	25	25,880	25,824
中国	34	61,669	64,832
四国	25	9,703	18,796
九州	37	36,673	36,674
合計	408	555,790	526,495

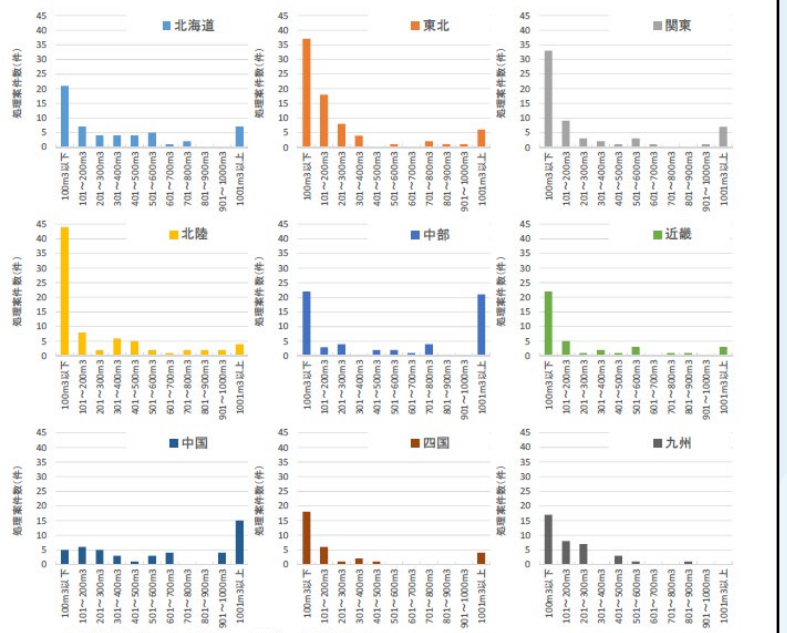
平成28･29年度

	案件数（件）	伐採面積（m²）	処分量(m³)
北海道	56	861,401	28,472
東北	78	959,924	24,195
関東	60	927,401	26,072
北陸	83	1,671,637	27,222
中部	60	1,687,887	72,900

	案件数（件）	伐採面積（m²）	処分量(m³)
近畿	48	1,175,104	28,249
中国	46	951,860	52,933
四国	32	359,090	8,348
九州	37	119,938	6,278
合計	500	8,714,242	274,670

地方整備局・開発局別の１案件あたり処理量区分別案件数





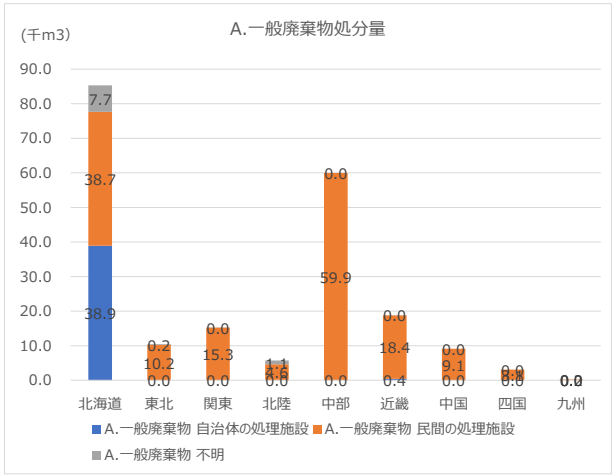
※公募伐採などで処理量データがない案件を除く

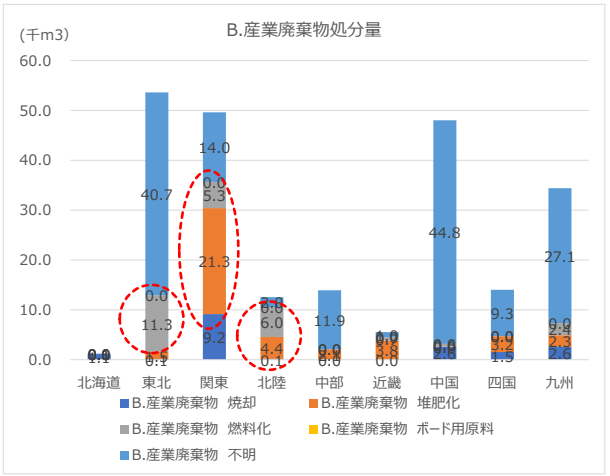
緊急3ヵ年事業として予算が付いたことで、伐採量が大幅に増えた地域
（北海道、東北、関東、四国、九州）

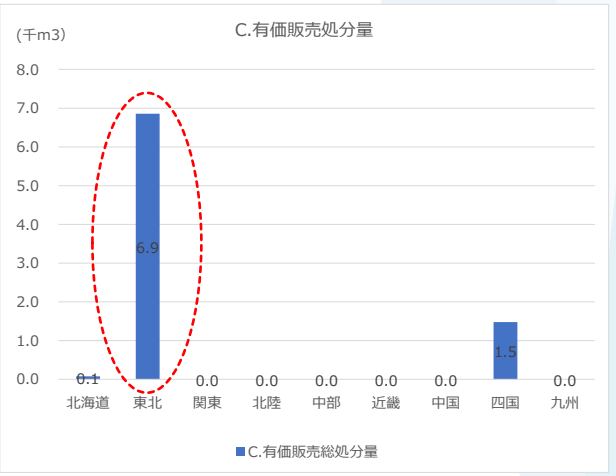
5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

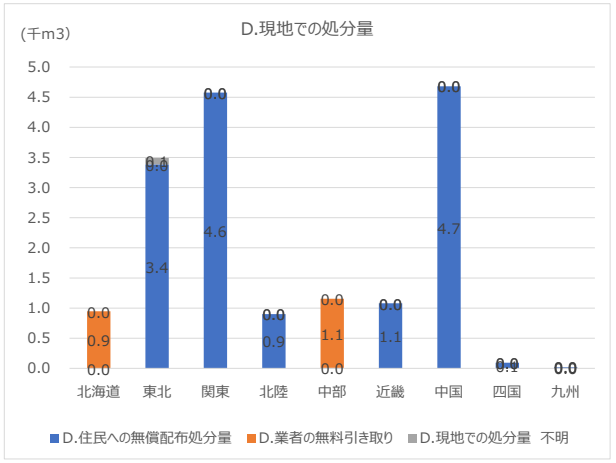
【１）伐採処理状況等に係る実態調査】
（２）河道内樹木及びダム流木の伐採処理状況実態調査　①直轄河川における実態調査

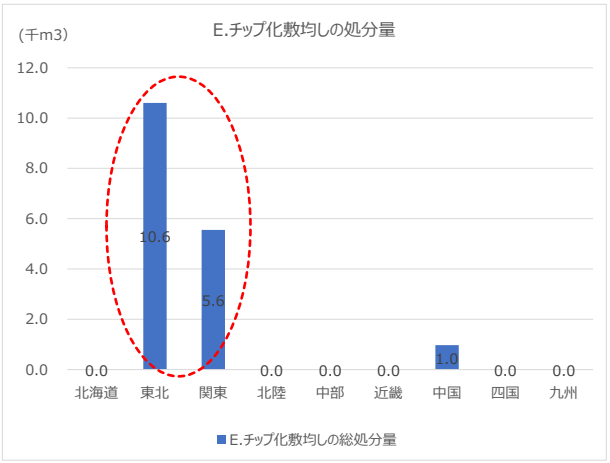
- 一般廃棄物処理の場合、北海道を除きほとんど民間施設となっている。
- 産業廃棄物については、処分方法が不明なものが多いが、一部は堆肥化、燃料化されて再利用されている。
- 有価販売は、東北地方整備局で多い。
- 伐採木の無償配布、無料引きとりは全国で行われてるが、廃棄物処理される量に対し、絶対量は少ない。
- チップ化敷き均しは、東北、関東で多い。

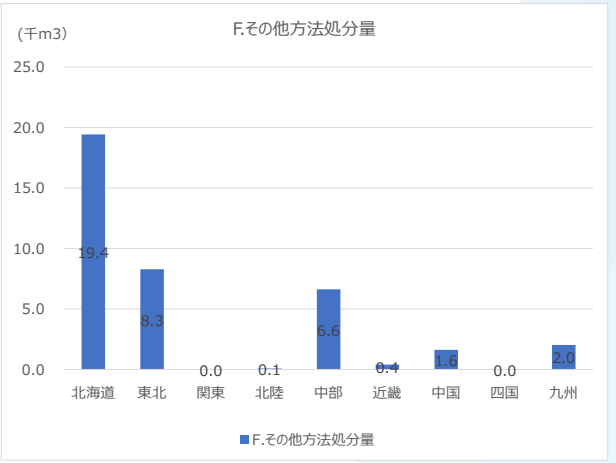












5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】
（２）河道内樹木及びダム流木の伐採処理状況実態調査　②直轄ダムにおける実態調査

- 国土交通省管轄のダム事務所において、令和2年度の樹木処理の実態把握を行い、過年度の実態調査結果との比較を行った。
- ダム流木は処分量はやや増加傾向を示しているが、その年の台風などの影響を受けて供給量に幅がみられる結果となった。

■ 調査の概要

- 調査対象：国土交通省が管轄するダム事務所
- 対象工事：令和２年度に実施された流木の処理に伴う工事
- 工事総数：全97工事が対象

■ 調査結果

①樹木伐採の概要

- 流木処分量：52,000（m^3）

※平成27年、28年の年あたりの処分量が43,000(m^3)であることから、やや増加傾向にある。

②樹木処分の内訳

- 一般廃棄物と産業廃棄物における処理が全体の半分程度に留まっており（47%）、現地での処分量やチップ化敷き均し等の処理が40%程度を占めている結果となった。
- 廃棄物処分時の細目が不明な量が多い(全体の30%)が、用途が判明しているうち、少なくとも25%程度は利活用されていた。

表　工事件数と処分状況

	令和２年度実績		
	工事件数	処分量(m3)	処分量百分率
北海道	19	6,230	12%
東北	18	5,230	10%
関東	13	16,489	32%
北陸	9	1,681	3%
中部	10	11,509	22%
近畿	4	1,483	3%
中国	9	2,429	5%
四国	6	2,643	5%
九州	7	4,554	9%
沖縄	2	30	0%
合計	97	52,276	

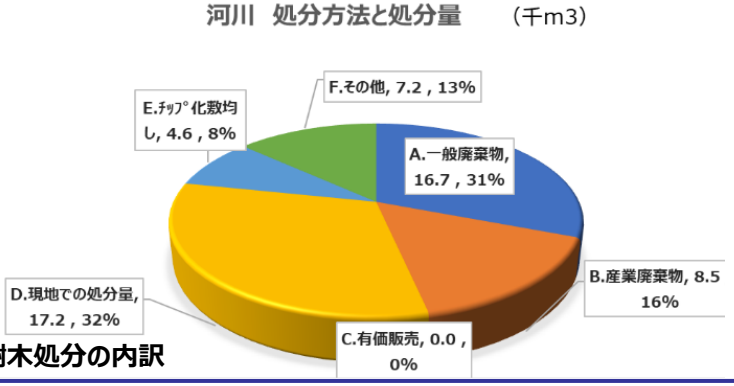


図　樹木処分の内訳

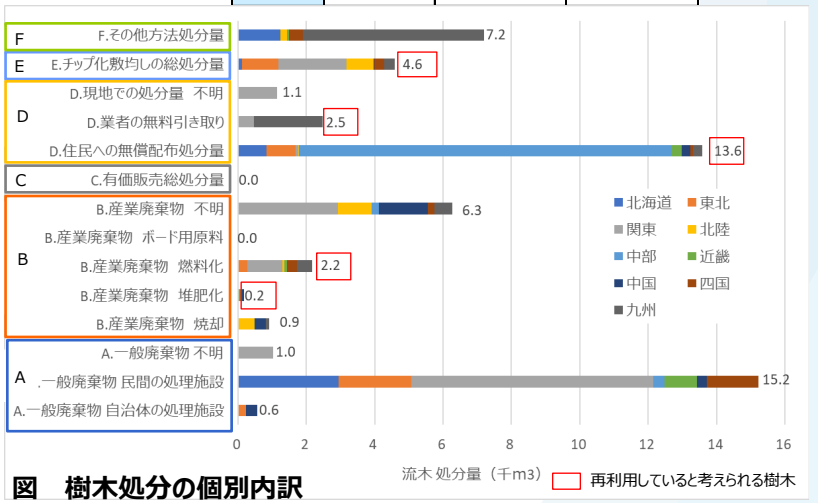


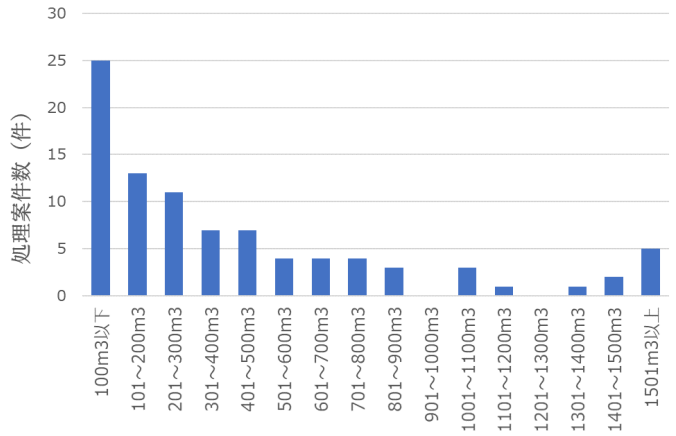
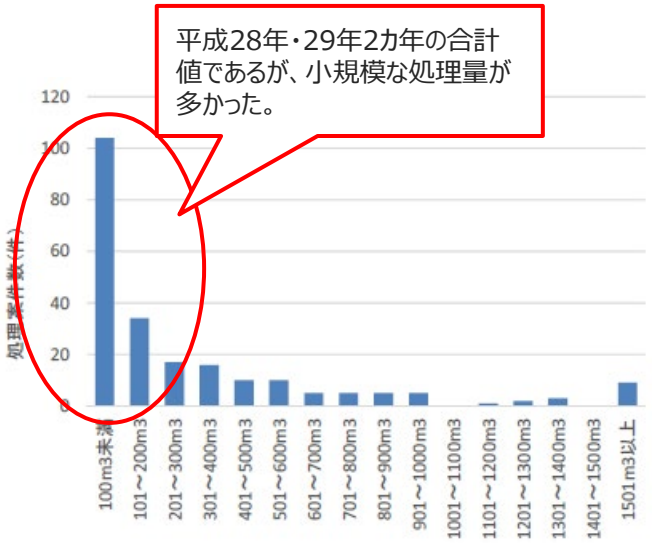
図　樹木処分の個別内訳

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】
（２）河道内樹木及びダム流木の伐採処理状況実態調査　②直轄ダムにおける実態調査

➢ ダム流木の処理については、過年度の実態調査結果と比較すると、以前は1件あたりが小規模な集積処理量に多い傾向にあった。

表　集積処理量比較表（全体の傾向）

ダム	令和2年度	平成28･29年度
集積処理量	案件数（件）／流木処分量（m3/年） 令和２年度：97／52,276 平均値：538（m³/件）	案件数（件/年）／集積量（m³/年）／処分量（m³/年） 平成 28 年度：134／50,108／41,157 平成 29 年度：142／50,301／45,485 合計：276／100,409／86,642 平均値：平成２８年度 307（m³/件） 平成２９年度 320（m³/件）
1件あたりの処理量		

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】
（２）河道内樹木及びダム流木の伐採処理状況実態調査　②直轄ダムにおける実態調査

➢ ダム流木の処理量は、全体の傾向としては安定した供給量であるが、地域別に分析すると、台風などの影響で、供給量の振れ幅が大きいことが定量的に示すことができた結果となった。（供給量の算出に向けては、数年間のデータを分析し、特異値を除いた分析が必要）

表　地整別の集積処理量比較表

地方整備局・開発局別の集積処理量

令和２年度

	案件数(件)	流木処分量(m³)
北海道	19	6,230
東北	18	5,230
関東	13	16,489
北陸	9	1,681
中部	10	11,509

	案件数(件)	流木処分量(m³)
近畿	4	1,483
中国	9	2,429
四国	6	2,643
九州	7	4,554
沖縄	2	30
合計	97	52,278

令和2年7月豪雨の影響で関東、中部における処分量が増加したと考えられる。

H27年関東・東北豪雨、H28年台風10号の影響

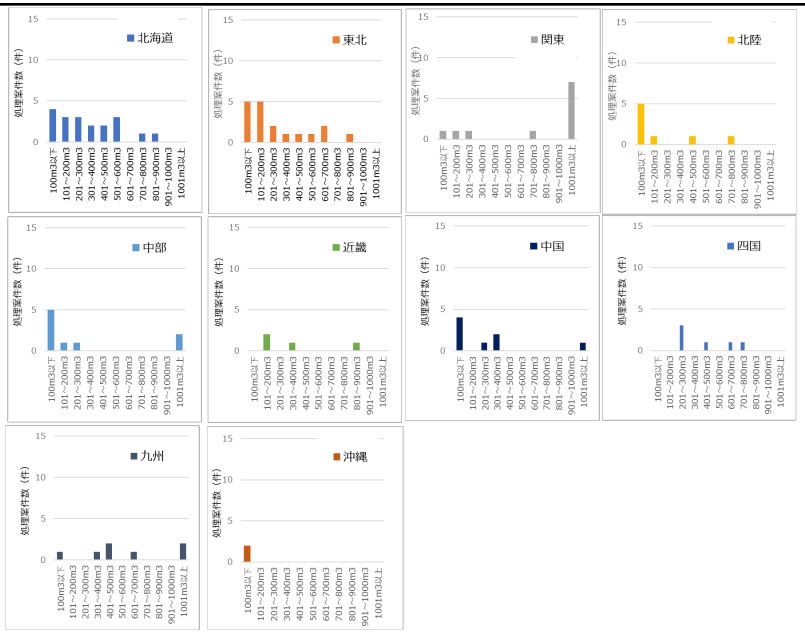
平成28･29年度

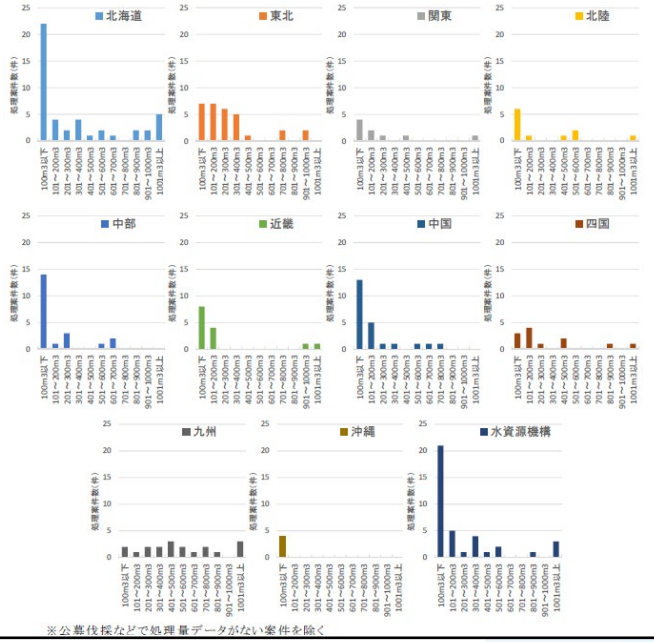
	案件数(件)	処分量(m³)
北海道	61	20,097
東北	42	8,549
関東	14	9,538
北陸	11	5,175
中部	25	3,237
近畿	14	2,926

	案件数(件)	処分量(m³)
中国	23	3,678
四国	12	4,018
九州	20	12,612
沖縄	5	127
水資源機構	49	16,684
合計	276	86,642

H27年梅雨前線、H28年台風16号の影響

地方整備局・開発局別の１案件あたり処理量区分別案件数



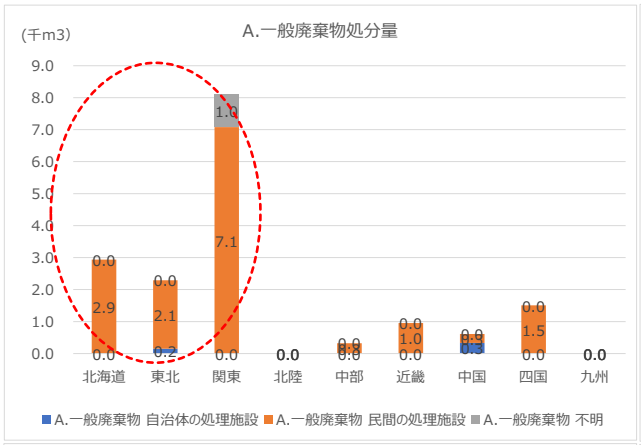


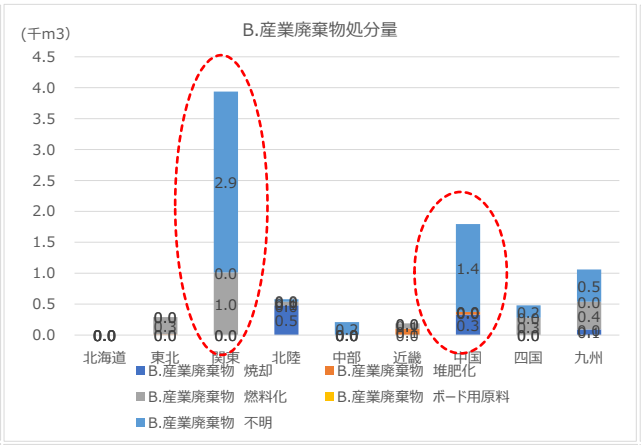
※公募伐採などで処理量データがない案件を除く

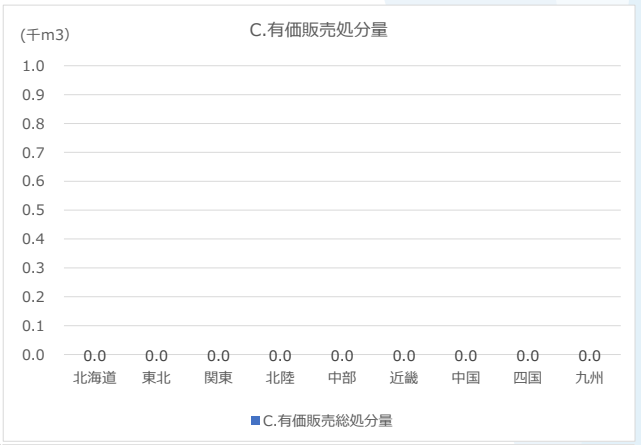
5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

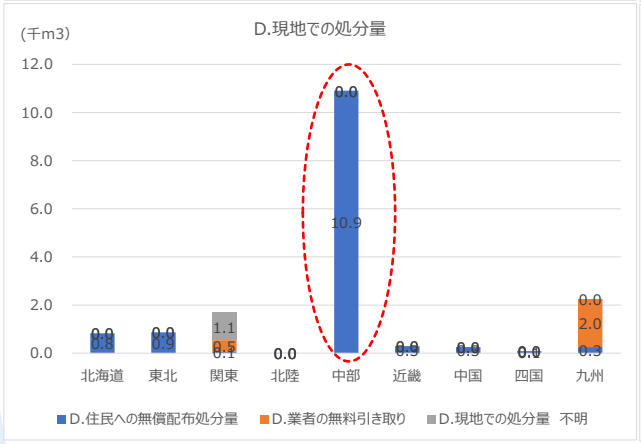
【１）伐採処理状況等に係る実態調査】
（２）河道内樹木及びダム流木の伐採処理状況実態調査　②直轄ダムにおける実態調査

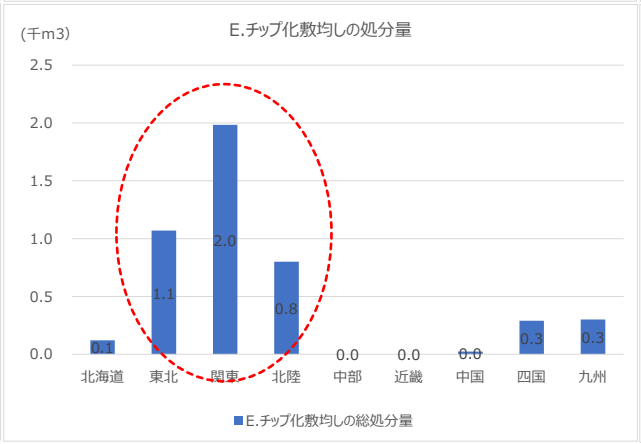
- 中部ではほぼすべての流木を現地で住民へ無償配布している。無償配布は、他の地域ではあまり進んでいない。
- 北海道、東北、関東は一般廃棄物として扱う量が多い。
- 産業廃棄物については、関東中国が多い。処分方法が不明なものが多いが、一部は堆肥化、燃料化されて再利用されている。
- 有価販売は、行われていない。
- チップ化敷き均しは、東北、関東、北陸で多い。

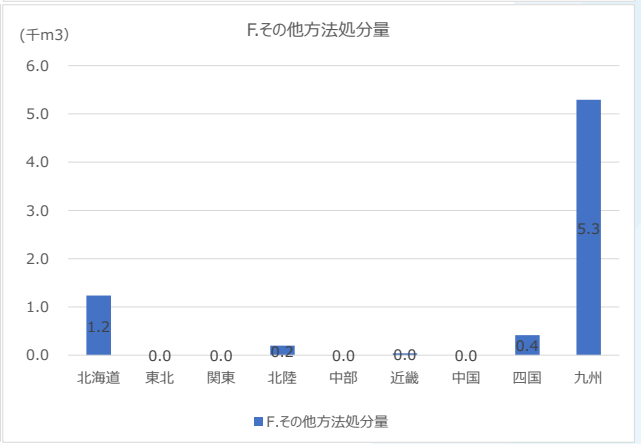












5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】

（３）都道府県管理河川における伐採処理状況実態調査

➢ 昨年度実施した10道県の調査結果に加え、樹木伐採の処理に要するコストを把握し、現在処分している樹木のバイオマス化に向けた検討の基礎資料とする。

■ **樹木のバイオマス化に向けたアンケートの実施**

- 樹木のバイオマス化に向けて、以下のとおりアンケートを実施した。

表　アンケート対象と目的及び項目

	河道内樹木
1.アンケートの対象	12県
2.アンケートの目的	**①伐採処理費内の樹木処理費が占める割合の把握** 樹木の処理費が、伐採や運搬、処理を対象にした工事費総額の中で、どの程度の比率を占めているか把握する。 **②枝払いや玉切りの実態の把握** 樹木のバイオマス化を図る上で、枝払いや玉切りの実施が不可欠であるが、樹木伐採工事の中で実施しているかの実態把握と、実施している場合には、作業に要する費用を見込んでいるかを把握する。 **③バイオマス利用の実態把握** 樹木のバイオマス化利用の検討状況や懸念点等を記載頂くことによって、懸念点に対しての対応方法があれば、普及啓発資料に反映する。
3.アンケート項目	**①樹木処理費の工事内の占有率調査** 工事ごとに以下の情報の把握 工事期間、総伐採量、伐採・運搬・処理費、処理方法、処分場 **②枝払いや玉切り調査** 枝払いや玉切りの実施有無、実施の場合は費用計上状況の把握 **③バイオマス利用の実態調査** バイオマス化に向けた検討の有無、バイオマス利用の懸念内容の把握等

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【１）伐採処理状況等に係る実態調査】
（３）都道府県管理河川における伐採処理状況実態調査

- 都道府県において、令和2年度の樹木処理の実態把握を行った。
- 産業廃棄物処理が全体の75%を占める結果となったが、処分時の細目が不明なものが多く、バイオマス化に向けた樹木量のポテンシャル把握が難しい結果となった。

■ 調査の概要

- 調査対象：12都道府県
- 対象工事：令和２年度に実施された河道内樹木伐採に伴う工事
- 工事総数：全310工事が対象

■ 調査結果

①樹木伐採の概要

- 総処分量：184,000 （m^3）

②樹木処分の内訳

- 処分方法としては、一般廃棄物と産業廃棄物が全体のほとんどを占めており、特に、産業廃棄物として75%を占める結果となった。
- 処分時の細目が不明な場合が多いため、現時点での樹木の利活用の状況が明らかでない。

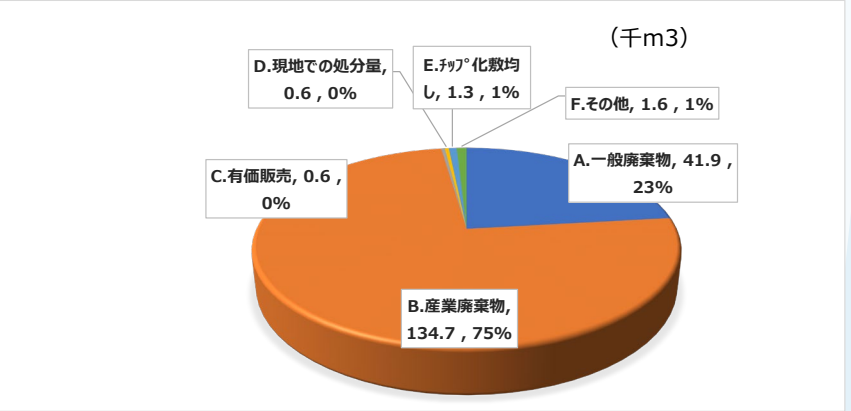


図　樹木処分の内訳

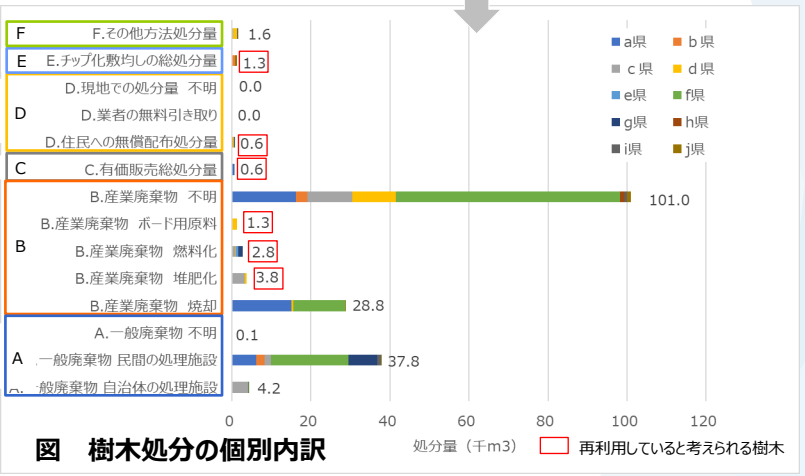


図　樹木処分の個別内訳

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【 2）バイオマス受入先にかかる実態調査】

【検討/調査内容】

「令和２年度既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業」では、326件の受入可能施設をリスト化したが、受入可能施設の所在数が少ない地域も未だ多かったことから、受入先拡充を目的としてアンケートを実施した。実施に当たっては、業種の追加による把握範囲の拡大、受入先リスト作成に資するアンケート設計とすることを着眼点とした。

■実施方針

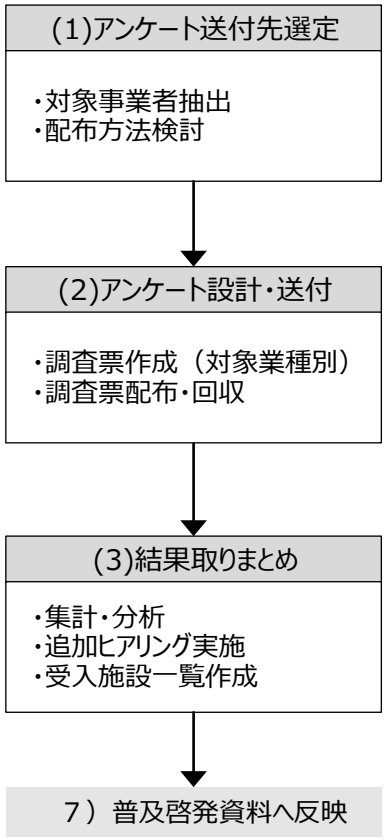


図　検討/調査フロー

■実施内容

(1)アンケート送付先選定

令和２年度業務で対象に含まれなかった木質バイオマス発電事業者やチップ工場に加え、他にサプライチェーンに加わる可能性のある業種を選定した。

表　アンケート対象施設

対象業種	令和２年度	令和３年度
チップ工場	●	●
ペレット工場	－	●
木質バイオマス発電事業者	●	●
一般廃棄物処理施設	●	－
木質バイオマスボイラ導入施設	－	●
薪オガ炭生産事業者	－	●
木材市場	－	●

(2)アンケート設計・送付

アンケート内容は、下記に示す項目を主として設計した。

業界団体等を通じた送付のほか、環境省補助事業の採択団体への送付、インターネットで収集した事業者情報を用いた送付を行った。

＜アンケート内容＞

1. 事業者概要
2. ダム流木、河道内樹木の受入について
   （1）受入実績
   （2）受入可否
   （3）受入条件（時期、量、料金、種類、サイズ、その他条件等）（「条件次第で受入可」の場合）
   （4）受入検討に必要な情報（「現時点では判断できない」の場合）
   （5）受入不可の理由（「受入不可」の場合）
   （6）活用に向けた課題、要望、回答への補足等

(3)アンケート結果取りまとめ

アンケート結果は、施設別回答を一覧表形式で整理し、令和２年度に作成した受入先リストと合わせて更新を行った。また、アンケート回答施設のうち４件を対象に回答内容についてのヒアリングを行った。回答事業者の受入条件や受入不可理由等について集計し、ヒアリング結果と合わせて受入施設が懸念する事項や課題となる条件を分析した。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】

（１）アンケート送付先選定

➢ 令和３年度のアンケートは、６業種を対象に業界団体会員やインターネット等で収集した事業者情報を用いて送付を行った。

■ アンケート対象業種

- 河道内樹木やダム流木の利用先もしくはサプライチェーンに関連すると思われる業種を選定し対象とした。
- 下表のうち、チップ工場及び木質バイオマス発電所は、令和２年度調査のアンケート対象業種である。本調査では、令和２年度に対象に含まれなかった事業者に調査を拡大するため、業界団体を通した配布等によりアンケートを実施した。

表　アンケート送付対象及び送付方法

対象業種	対象事業者	送付方法
チップ工場	・全国木材チップ工業連合会の会員事業者 ・全国木材資源リサイクル協会連合会の会員のうちチップ製造事業者	・全国木材チップ工業連合会、全国木材資源リサイクル協会連合会より、対象会員にアンケートURL・QRコードをメールにて送付。
ペレット工場	・日本木質バイオマスエネルギー協会が住所やメールアドレスを把握する事業者	・アンケートURL・QRコードをメール送付または郵送。
木質バイオマス発電所	・インターネット情報等から把握した事業者	・アンケートURL・QRコードをメール送付または郵送。
木質バイオマスボイラ導入施設	・林野庁「木質バイオマス熱利用・熱電併給事例集」等に掲載されている事業者 ・環境省補助事業によりボイラ導入を行った事業者	・事例集記載の連絡先・住所、環境省が把握する連絡先にアンケートURL・QRコード掲載の依頼文をメール送付または郵送。
薪オガ炭生産事業者	・全国燃料協会の関連団体のうち、生産事業者が主な会員である日本オガ炭生産者協議会の会員	・協議会ウェブサイトの会員住所に調査票を郵送。
木材市場	・全日本木材市場連盟登録のFIT事業者認定を取得している事業者	・全日本木材市場連盟より調査票を郵送。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（２）アンケート設計・送付

■ アンケート構成及び選択肢（チップ工場）

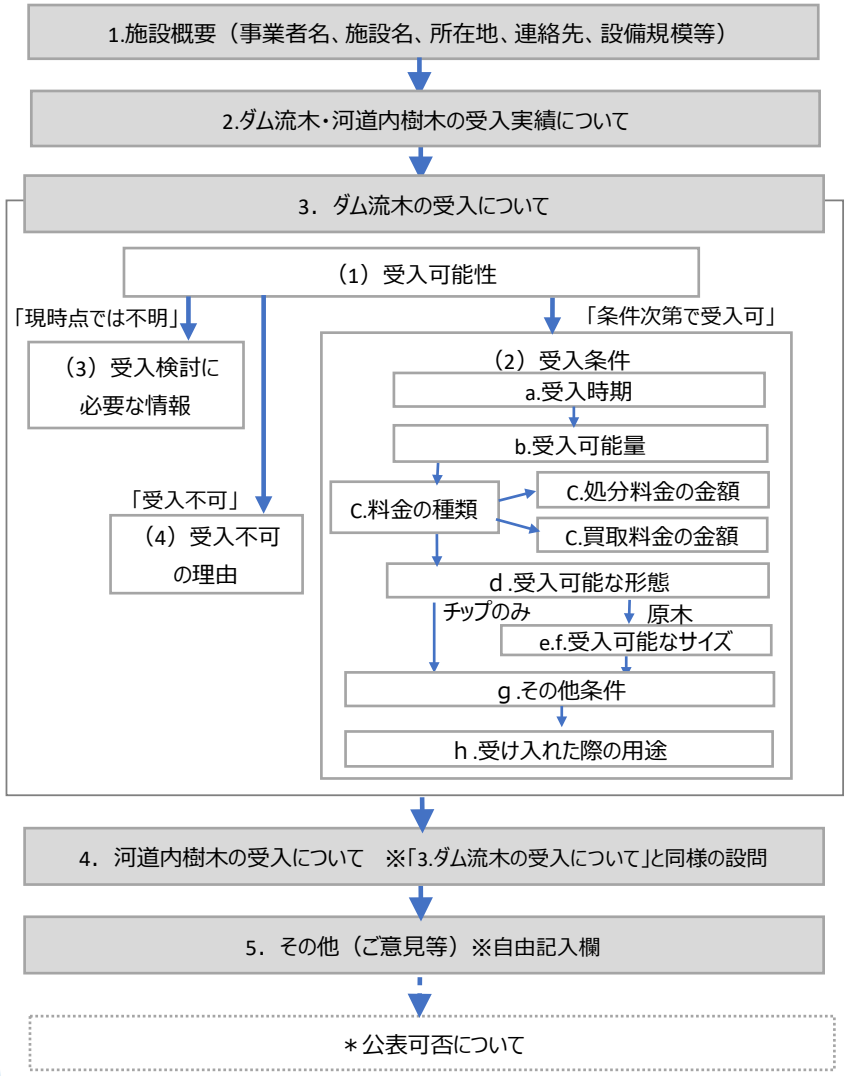


表　設問2.設問3.の回答選択肢

2. 受入実績	①受入実績あり ②受入実績なし ③不明
3.(1)受入可能性	①条件が合えば受入可能性あり ②現時点では判断できない ③受入不可
3.(2)a.受入時期	①随時可能 ②施設指定時期、時間のみ ③要相談
3.(2)b.受入可能量	数値回答（t/日）
3.(2)c.料金の種類、金額	①搬入者から処分料金や手数料を徴収する　⇒金額を記入 ②回答事業者が買取料金を支払う　⇒金額を記入 ③無償
3.(2)d.受入可能な形態	①丸太原木（サイズの制限あり）　③枝条（樹木の枝） ②丸太原木（サイズの制限なし）　④要相談
3.(2)e.f.受入可能なサイズ	長さ（m）、直径（cm）のそれぞれの上限・下限を回答
3.(2)g.その他受入れに必要な条件	①特になし　⑤腐朽材不可 ②十分に乾燥していること　⑥石の混入は不可 ③竹は不可　⑦泥の付着は不可 ④根・株は不可　⑧その他（内容を記入）
3.(2)h.受け入れた際の用途	①発電燃料　④ボード原料 ②ボイラ燃料　⑤その他（内容を記入） ③製紙用原料
3.(3)ダム流木の受入検討に必要な情報	①品質　⑥価格/料金 ②形状　⑦搬入事業者 ③異物混入の状態　⑧発生場所（伐採・集積等された場所） ④量　⑨その他（内容を記入） ⑤時期
3.(4)ダム流木受入不可の理由	①ダム流木の品質に懸念がある　⑥特定取引先からのみ受け入れている ②使用している機械や設備の性能が合わない　⑦証明ガイドライン※に基づく証明書の取得に不安がある ③受け入れられるスペースがない　⑧納入先が「一般木質バイオマス」「建設資材廃棄物」「一般廃棄物」区分の燃料を受け入れていない（使用していない） ④新たな受入れに対応できる体制がない　⑨他区分のバイオマスとの仕分け管理上、一般木質バイオマスを扱えない ⑤調達計画は十分であり、他の原料/燃料を入れる必要がない　⑩その他（内容を記入）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（２）アンケート設計・送付

■ アンケート構成及び選択肢（ペレット工場）

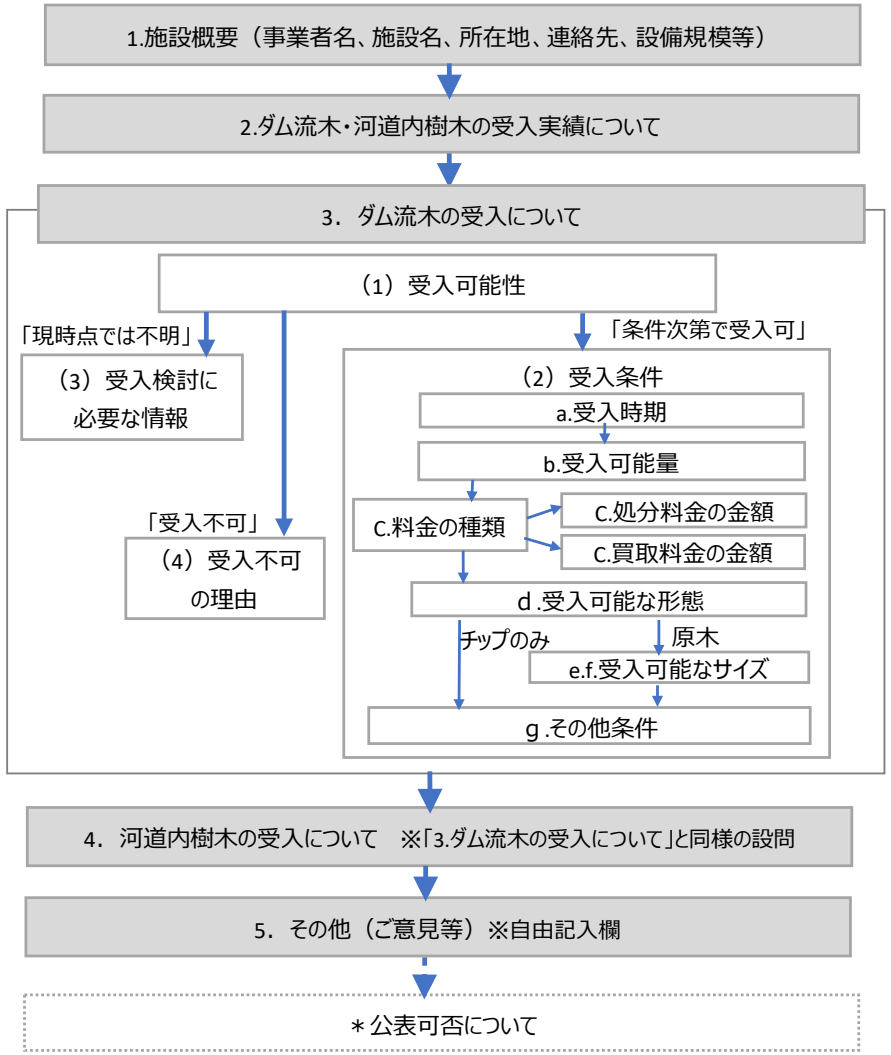


表　設問2.設問3.の回答選択肢

2. 受入実績	①受入実績あり ②受入実績なし ③不明
3.(1)受入可能性	①条件が合えば受入可能性あり ②現時点では判断できない ③受入不可
3.(2)a.受入時期	①随時可能 ②施設指定時期、時間のみ ③要相談
3.(2)b.受入可能量	数値回答（t/日）
3.(2)c.料金の種類、金額	①搬入者から処分料金や手数料を徴収する　⇒金額を記入 ②回答事業者が買取料金を支払う　⇒金額を記入 ③無償
3.(2)d.受入可能な形態	①丸太原木（サイズの制限あり）　④切削チップ ②丸太原木（サイズの制限なし）　⑤破砕チップ ③枝条（樹木の枝）　⑥要相談
3.(2)e.f.受入可能なサイズ	長さ（m）、直径（cm）のそれぞれの上限・下限を回答
3.(2)g.その他受入れに必要な条件	①特になし　⑤腐朽材不可 ②十分に乾燥していること　⑥石の混入は不可 ③竹は不可　⑦泥の付着は不可 ④根・株は不可　⑧その他（内容を記入）
3.(3)ダム流木の受入検討に必要な情報	①品質　⑥価格/料金 ②形状　⑦搬入事業者 ③異物混入の状態　⑧発生場所（伐採・集積等された場所） ④量 ⑤時期　⑨その他（内容を記入）
3.(4)ダム流木受入不可の理由	①ダム流木の品質に懸念がある ②使用している機械や設備の性能が合わない ③受け入れられるスペースがない ④新たな受入れに対応できる体制がない ⑤調達計画は十分であり、他の原料/燃料を入れる必要がない ⑥特定取引先からのみ受け入れている ⑦証明ガイドラインに基づく証明書の取得に不安がある ⑧納入先が「一般木質バイオマス」「建設資材廃棄物」「一般廃棄物」区分の燃料を受け入れていない（使用していない） ⑨他区分のバイオマスとの仕分け管理上、一般木質バイオマスを扱えない ⑩その他（内容を記入）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（２）アンケート設計・送付

■ アンケート構成及び選択肢（木質バイオマス発電所）

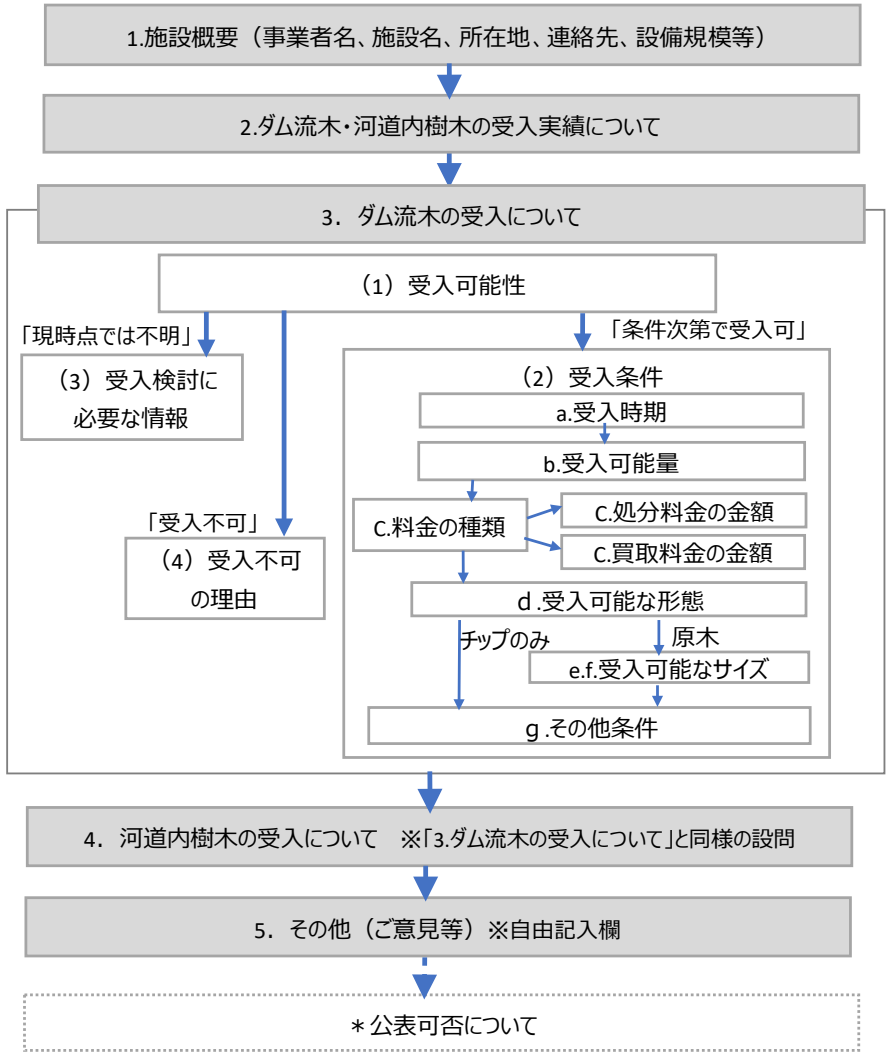


表　設問2.設問3.の回答選択肢

2. 受入実績	①受入実績あり ②受入実績なし ③不明
3.(1)受入可能性	①条件が合えば受入可能性あり ②現時点では判断できない ③受入不可
3.(2)a.受入時期	①随時可能 ②施設指定時期、時間のみ ③要相談
3.(2)b.受入可能量	数値回答（t/日）
3.(2)c.料金の種類、金額	①搬入者から処分料金や手数料を徴収する　⇒金額を記入 ②回答事業者が買取料金を支払う　⇒金額を記入 ③無償
3.(2)d.受入可能な形態	①丸太原木（サイズの制限あり）　④切削チップ ②丸太原木（サイズの制限なし）　⑤破砕チップ ③枝条（樹木の枝）　⑥要相談
3.(2)e.f.受入可能なサイズ	長さ（m）、直径（cm）のそれぞれの上限・下限を回答
3.(2)g.その他受入れに必要な条件	①特になし　⑤腐朽材不可 ②十分に乾燥していること　⑥石の混入は不可 ③竹は不可　⑦泥の付着は不可 ④根・株は不可　⑧その他（内容を記入）
3.(3)ダム流木の受入検討に必要な情報	①品質　⑥価格/料金 ②形状　⑦搬入事業者 ③異物混入の状態　⑧発生場所（伐採・集積等された場所） ④量 ⑤時期　⑨その他（内容を記入）
3.(4)ダム流木受入不可の理由	①ダム流木の品質に懸念がある ②使用している機械や設備の性能が合わない ③受け入れられるスペースがない ④新たな受入れに対応できる体制がない ⑤調達計画は十分であり、他の原料/燃料を入れる必要がない ⑥特定取引先からのみ受け入れている ⑦証明ガイドライン※に基づく証明書の取得に不安がある ⑧「一般木質バイオマス」「建設資材廃棄物」「一般廃棄物」区分の燃料を受け入れていない（使用していない） ⑨その他（内容を記入）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（２）アンケート設計・送付

■ アンケート構成及び選択肢（木質バイオマスボイラ導入施設）

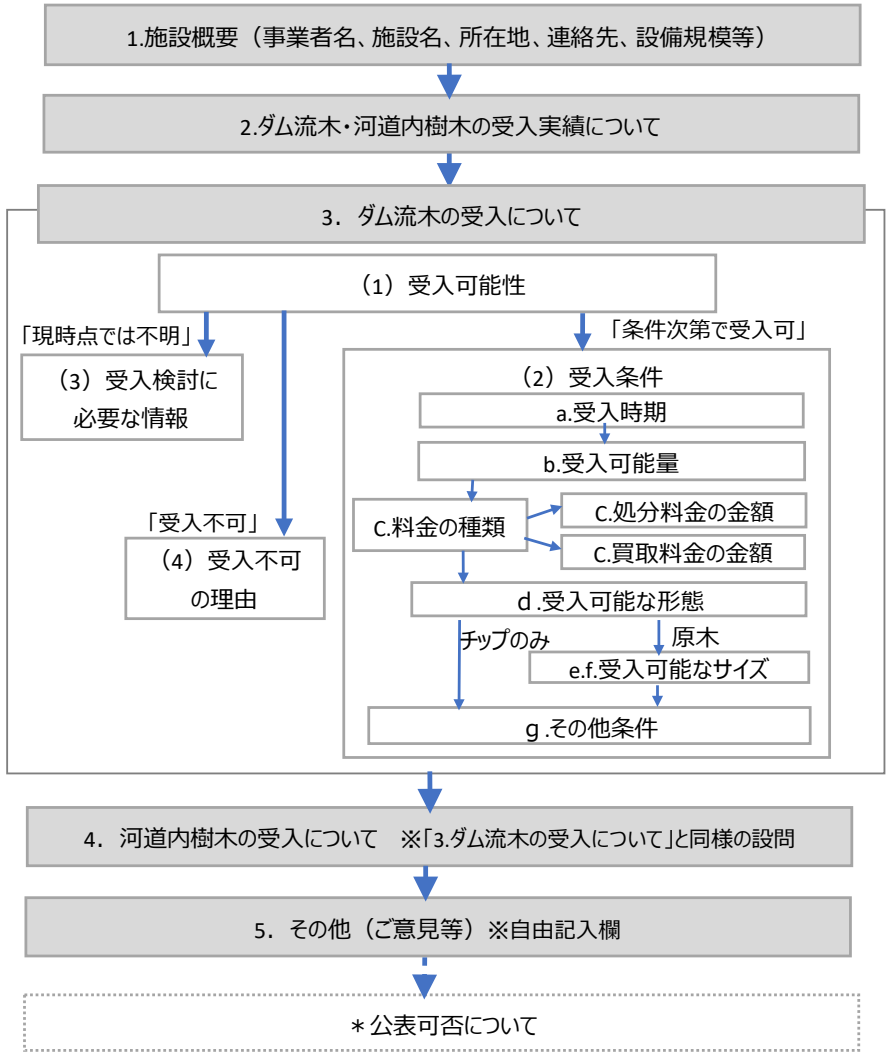


表　設問2.設問3.の回答選択肢

2. 受入実績	①受入実績あり ②受入実績なし ③不明
3.(1)受入可能性	①条件が合えば受入可能性あり ②現時点では判断できない ③受入不可
3.(2)a.受入時期	①随時可能 ②施設指定時期、時間のみ ③要相談
3.(2)b.受入可能量	数値回答（t/日）
3.(2)c.料金の種類、金額	①搬入者から処分料金や手数料を徴収する　⇒金額を記入 ②回答事業者が買取料金を支払う　⇒金額を記入 ③無償
3.(2)d.受入可能な形態	①丸太原木（サイズの制限あり）　④切削チップ ②丸太原木（サイズの制限なし）　⑤破砕チップ ③枝条（樹木の枝）　⑥要相談
3.(2)e.f.受入可能なサイズ	長さ（m）、直径（cm）のそれぞれの上限・下限を回答
3.(2)g.その他受入れに必要な条件	①特になし　⑤腐朽材不可 ②十分に乾燥していること　⑥石の混入は不可 ③竹は不可　⑦泥の付着は不可 ④根・株は不可　⑧その他（内容を記入）
3.(3)ダム流木の受入検討に必要な情報	①品質　⑥価格/料金 ②形状　⑦搬入事業者 ③異物混入の状態　⑧発生場所（伐採・集積等された場所） ④量 ⑤時期　⑨その他（内容を記入）
3.(4)ダム流木受入不可の理由	①ダム流木の品質に懸念がある ②使用している機械や設備の性能が合わない ③受け入れられるスペースがない ④新たな受入れに対応できる体制がない ⑤調達計画は十分であり、他の原料/燃料を入れる必要がない ⑥特定取引先からのみ受け入れている ⑦その他

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（２）アンケート設計・送付

■ アンケート構成及び選択肢（薪オガ炭生産事業者）

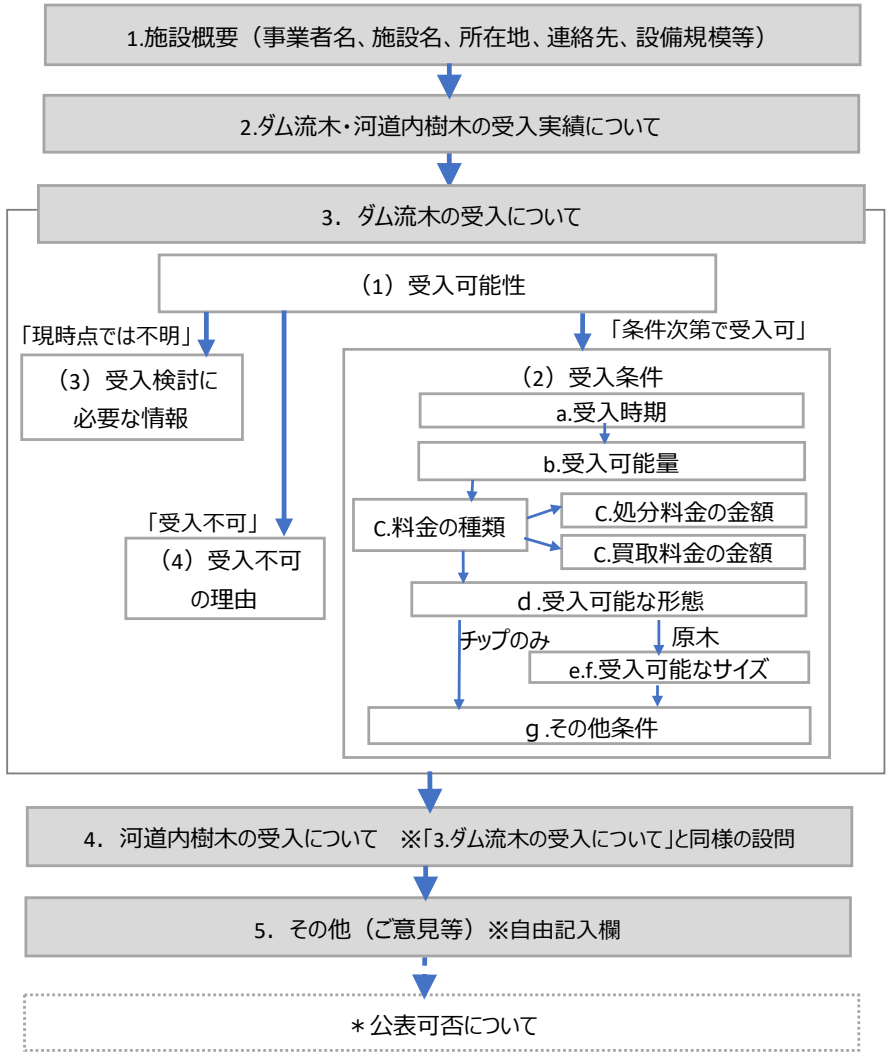


表　設問2.設問3.の回答選択肢

2. 受入実績	①受入実績あり ②受入実績なし ③不明
3.(1)受入可能性	①条件が合えば受入可能性あり ②現時点では判断できない ③受入不可
3.(2)a.受入時期	①随時可能 ②施設指定時期、時間のみ ③要相談
3.(2)b.受入可能量	数値回答（t/日）
3.(2)c.料金の種類、金額	①搬入者から処分料金や手数料を徴収する　⇒金額を記入 ②回答事業者が買取料金を支払う　⇒金額を記入 ③無償
3.(2)d.受入可能な形態	①丸太原木（サイズの制限あり） ②丸太原木（サイズの制限なし） ③枝条（樹木の枝） ④要相談
3.(2)e.f.受入可能なサイズ	長さ（m）、直径（cm）のそれぞれの上限・下限を回答
3.(2)g.その他受入れに必要な条件	①特になし ②十分に乾燥していること ③竹は不可 ④根・株は不可 ⑤腐朽材不可 ⑥石の混入は不可 ⑦泥の付着は不可 ⑧その他（内容を記入）
3.(3)ダム流木の受入検討に必要な情報	①品質 ②形状 ③異物混入の状態 ④量 ⑤時期 ⑥価格/料金 ⑦搬入事業者 ⑧発生場所（伐採・集積等された場所） ⑨その他（内容を記入）
3.(4)ダム流木受入不可の理由	①ダム流木の品質に懸念がある ②使用している機械や設備の性能が合わない ③受け入れられるスペースがない ④新たな受入れに対応できる体制がない ⑤調達計画は十分であり、他の原料/燃料を入れる必要がない ⑥特定取引先からのみ受け入れている ⑦その他

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（２）アンケート設計・送付

■ アンケート構成及び選択肢（木材市場）

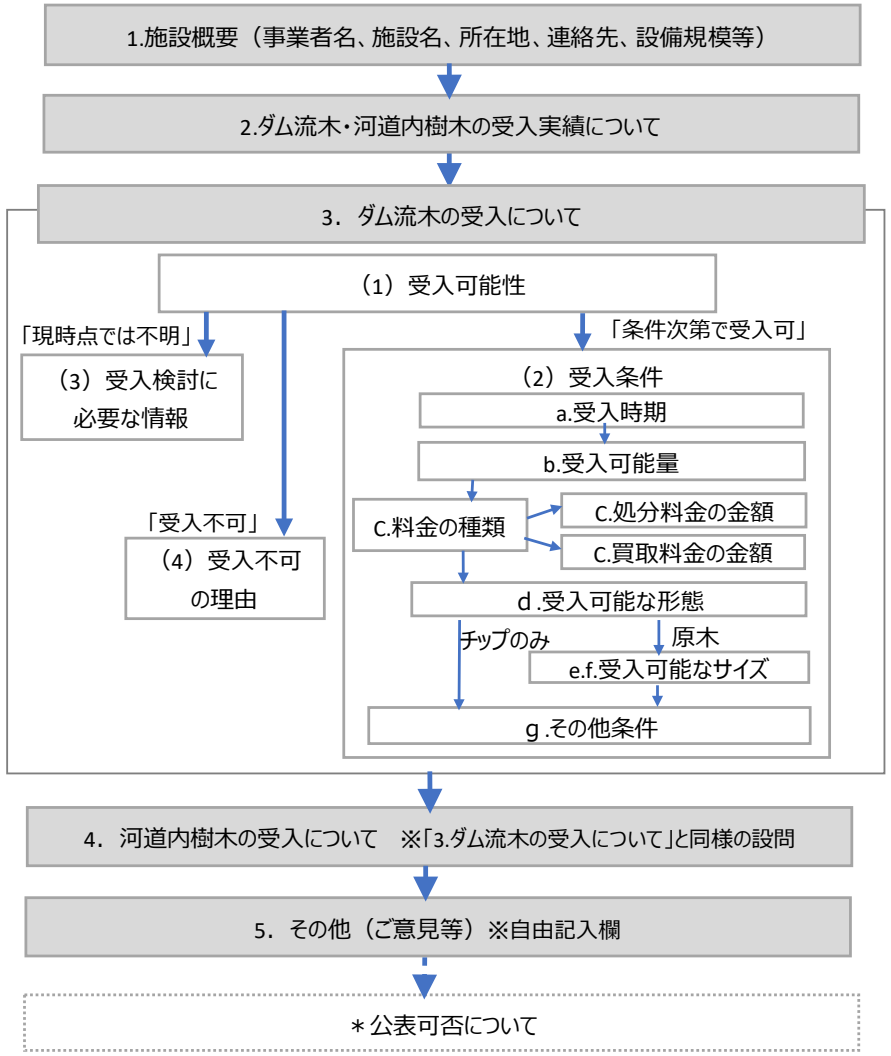


表　設問2.設問3.の回答選択肢

2. 受入実績	①受入実績あり ②受入実績なし ③不明
3.(1)受入可能性	①条件が合えば受入可能性あり ②現時点では判断できない ③受入不可
3.(2)a.受入時期	①随時可能 ②施設指定時期、時間のみ ③要相談
3.(2)b.受入可能量	数値回答（t/日）
3.(2)c.料金の種類、金額	①搬入者から処分料金や手数料を徴収する　⇒金額を記入 ②回答事業者が買取料金を支払う　⇒金額を記入 ③無償
3.(2)d.受入可能な形態	①丸太原木（サイズの制限あり）　③枝条（樹木の枝） ②丸太原木（サイズの制限なし）　④要相談
3.(2)e.f.受入可能なサイズ	長さ（m）、直径（cm）のそれぞれの上限・下限を回答
3.(2)g.その他受入れに必要な条件	①特になし　⑤腐朽材不可 ②十分に乾燥していること　⑥石の混入は不可 ③竹は不可　⑦泥の付着は不可 ④根・株は不可　⑧その他（内容を記入）
3.(3)ダム流木の受入検討に必要な情報	①品質　⑥価格/料金 ②形状　⑦搬入事業者 ③異物混入の状態　⑧発生場所（伐採・集積等された場所） ④量 ⑤時期　⑨その他（内容を記入）
3.(4)ダム流木受入不可の理由	①ダム流木の品質に懸念がある ②使用している機械や設備の性能が合わない ③受け入れられるスペースがない ④新たな受入れに対応できる体制がない ⑤調達計画は十分であり、他の原料/燃料を入れる必要がない ⑥特定取引先からのみ受け入れている ⑦証明ガイドラインに基づく証明書の取得に不安がある ⑧納入先が「一般木質バイオマス」「建設資材廃棄物」「一般廃棄物」区分の燃料を受け入れていない（使用していない） ⑨他区分のバイオマスとの仕分け管理上、一般木質バイオマスを扱えない ⑩その他（内容を記入）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】

（３）アンケート結果取りまとめ　①回答状況概要

- 河道内樹木・ダム流木の受入可否・受入条件に関するアンケート調査を令和３年10月～12月にかけて実施した。
- アンケート調査対象は、令和３年度調査では送付数不明なチップ工場分を除くと送付数計620件となり、回収率は32%となった。

■ **調査票送付数・回収数・回収率**

表　調査票送付数・回収数・回収率

業種	送付数			回答数				回収率		
	令和２年度	令和３年度	計	令和２年度	令和３年度	計	集計対象数※2	令和２年度	令和３年度	計
チップ工場※1	201	193 15+a	409+a	98	45 15	158	150	56%	23% –	36%※3
ペレット工場	–	163	163	–	35	35	35	–	22%	22%
木質バイオマス発電所	172	111	283	97	37	134	127	49%	33%	47%
一般廃棄物処理施設	364	–	364	332	–	332	332	91%	–	91%
木質バイオマスボイラ導入施設	–	93	93	–	56	56	56	–	60%	60%
薪オガ炭生産事業者	–	9	9	–	1	1	1	–	11%	11%
木材市場	–	36	36	–	20	20	20	–	56%	56%
計	737	620+a	1,357+a	527	209	736	721	72%	32%※3	54%※3

※1：令和3年度は2つの業界団体から各地域の連合組合等を介して配布しているため、一部送付数が不明。上段は業界団体A経由の送付数、下段は業界団体B経由の送付数。
※2：令和2年度、令和3年度とも回答した事業者は令和3年度の回答のみ集計対象とした。
※3：送付数不明なチップ工場分（業界団体B経由）を除いた回収率。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（３）アンケート結果取りまとめ　②回答施設概要

➢ 回答があった施設の年間燃料使用量や年間生産量は、発電所では年間5万t以上使用する施設が半数を占めており、チップ工場では年間1万t以上生産する工場が６割を占めていた。一方、ペレット工場やボイラ施設の生産量や年間使用量は、多くが1,000t未満であった。

■ 回答施設の概要

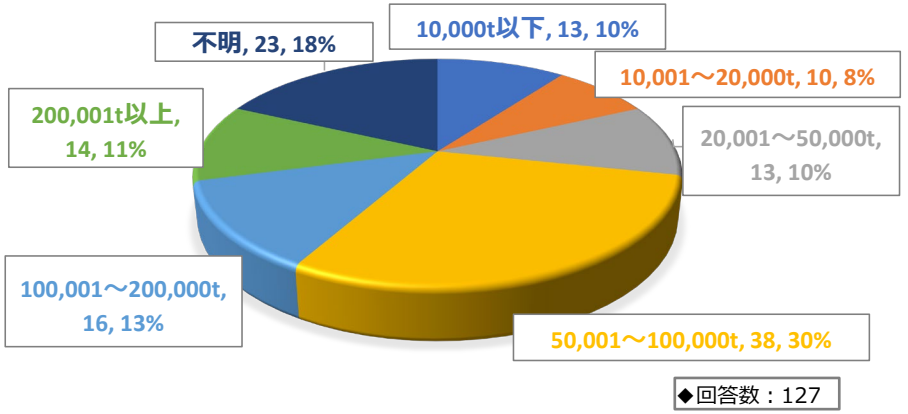


図　回答発電所の年間燃料使用量（ｔ）（令和2,3年度合計）

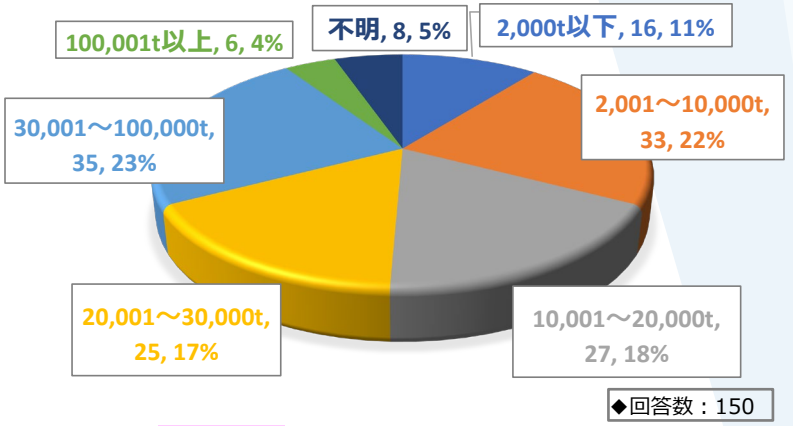


図　回答チップ工場の年間生産量（ｔ）（令和2,3年度合計）

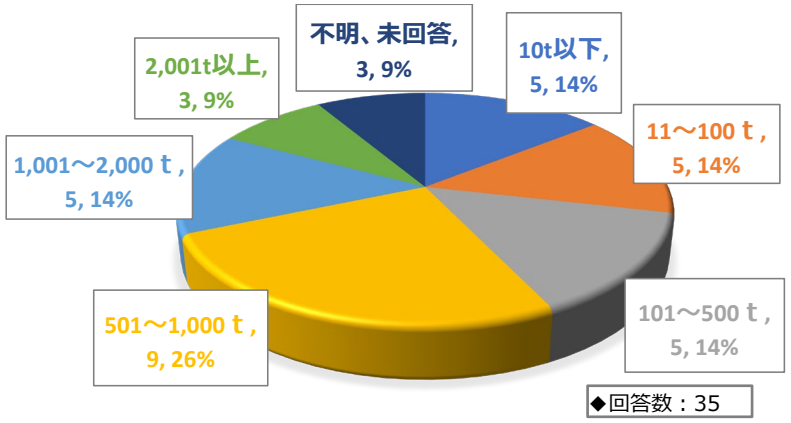


図　回答ペレット工場の年間生産量（ｔ）（令和3年度）

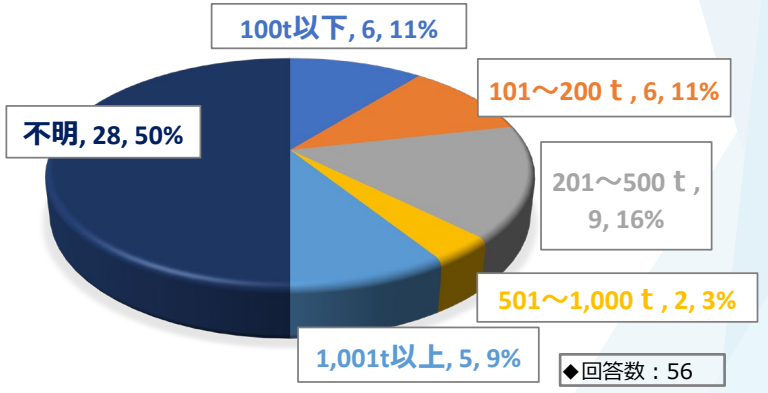


図　回答ボイラ施設の年間燃料使用量（ｔ）（令和3年度）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（３）アンケート結果取りまとめ　③受入実績・受入可否

➢ わずかにチップ工場・一般廃棄物処理施設において河道内樹木受入実績のある施設が多いが、その他はダム流木も同様の傾向であり、受入実績のある施設は全体の１～２割に留まった。

■ 受入実績

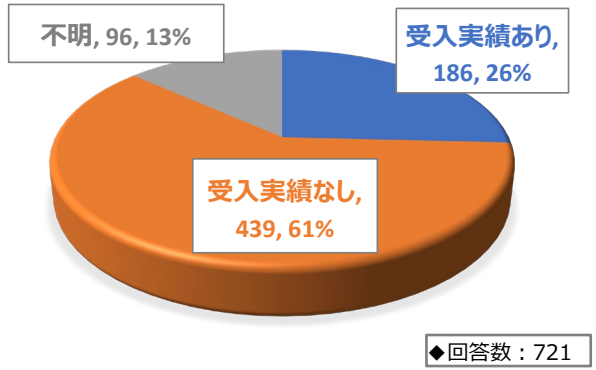


図　河道内樹木の受入実績（全業種、令和2,3年度合計）

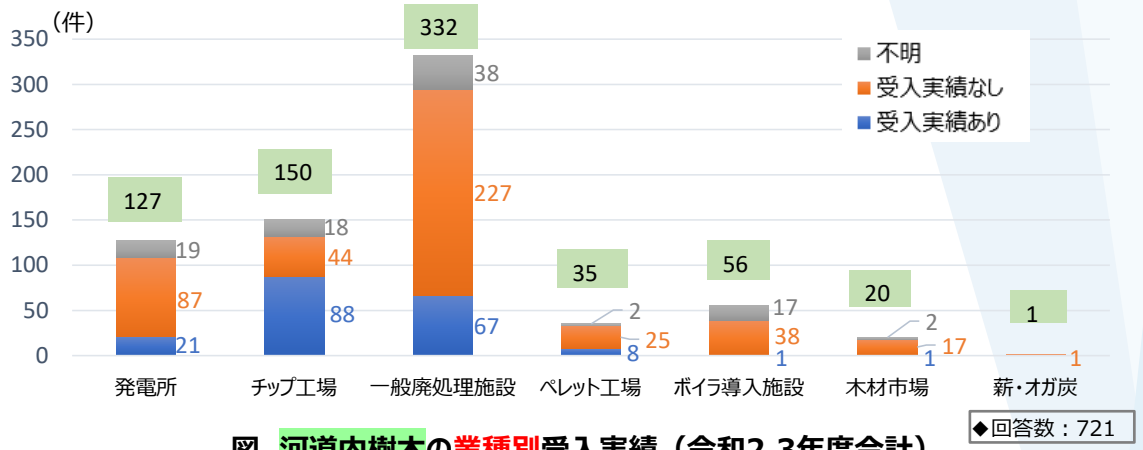


図　河道内樹木の業種別受入実績（令和2,3年度合計）

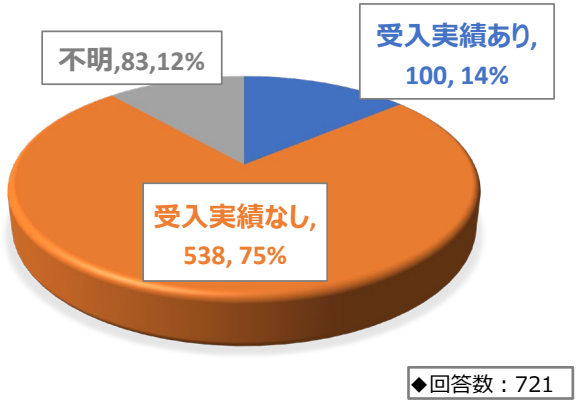


図　ダム流木の受入実績（全業種、令和2,3年度合計）

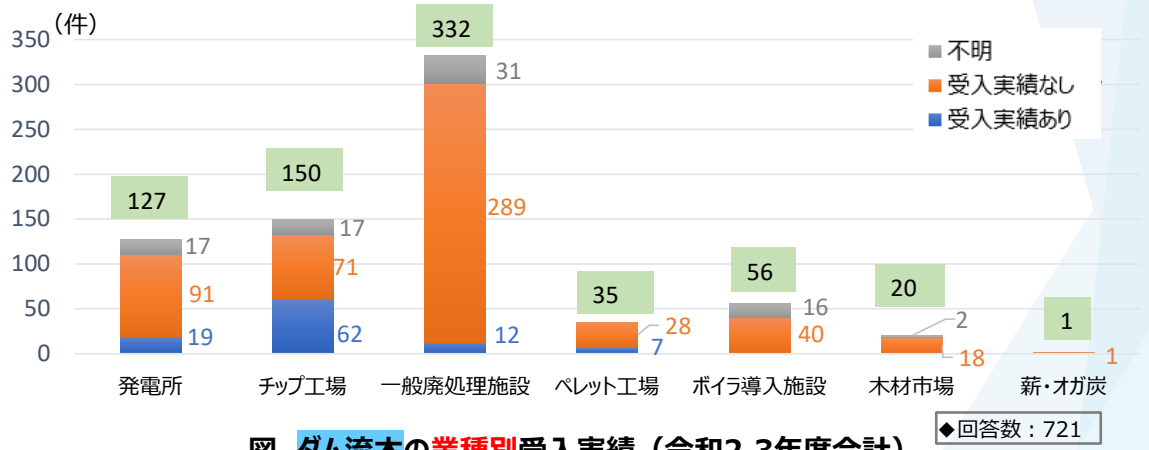


図　ダム流木の業種別受入実績（令和2,3年度合計）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（３）アンケート結果取りまとめ　③受入実績・受入可否

- 令和２年度～３年度調査対象施設の回答は、河道内樹木・ダム流木ともに５割強が「条件が合えば受入可」であった。
- 業種別には主に発電所・チップ工場・一般廃棄物施設が多く、地域別に集計すると、関東・中部・近畿は受入可施設が多い傾向にあった。

■ 受入可否

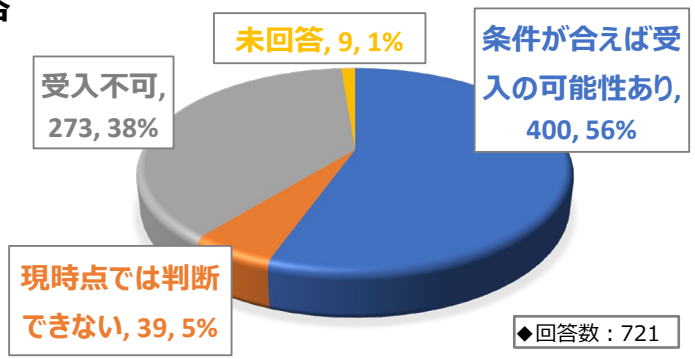


図　河道内樹木の受入可否（全業種、令和2,3年度合計）

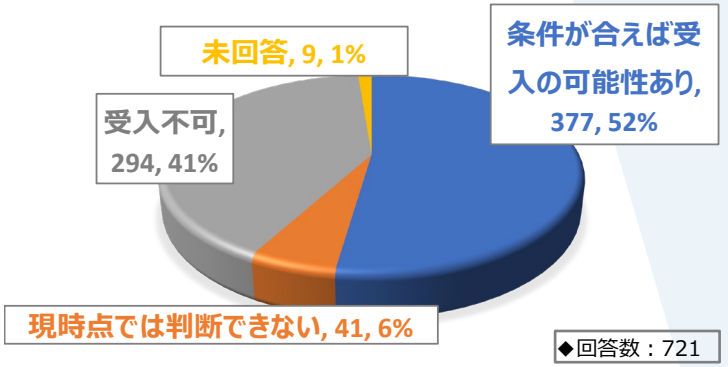


図　ダム流木の受入可否（全業種、令和2,3年度合計）

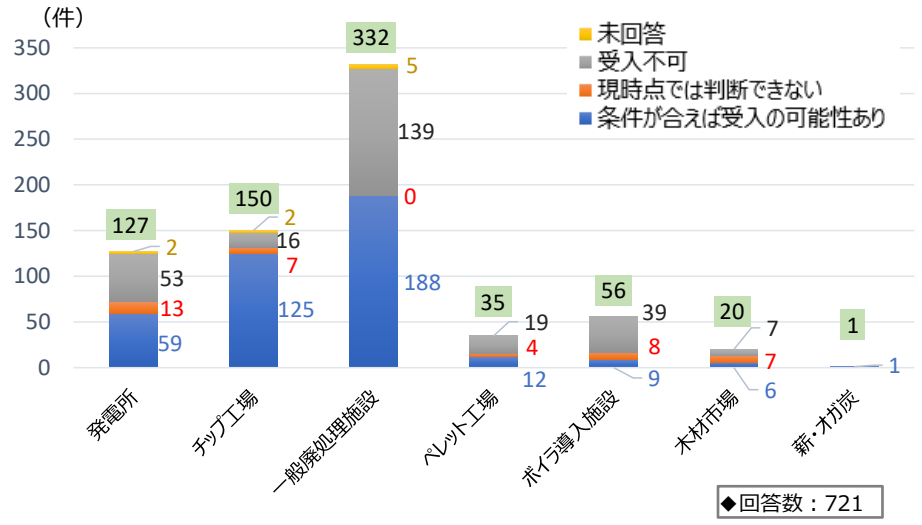


図　河道内樹木の業種別の受入可否（令和2,3年度合計）

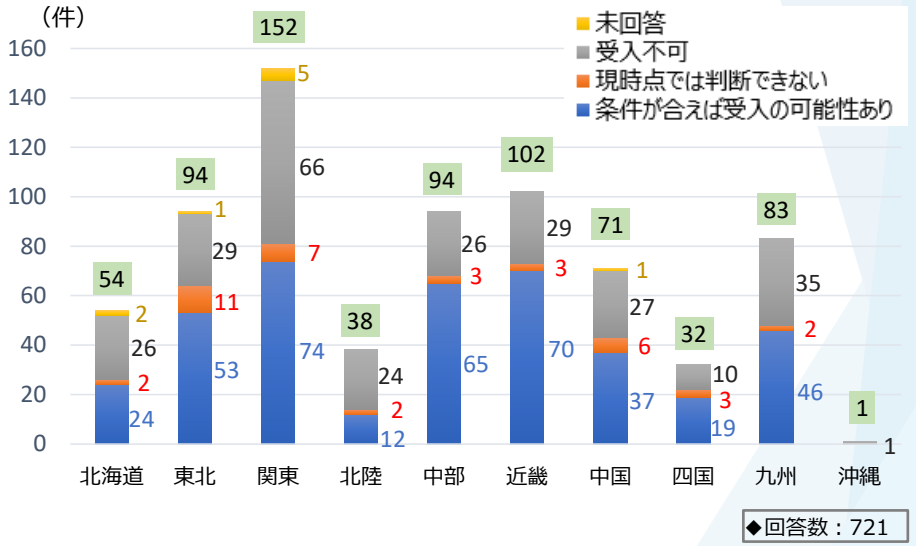


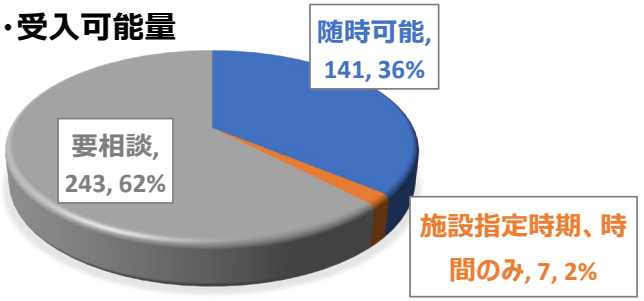
図　河道内樹木の地域別の受入可否（令和2,3年度合計）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（３）アンケート結果取りまとめ　④受入条件

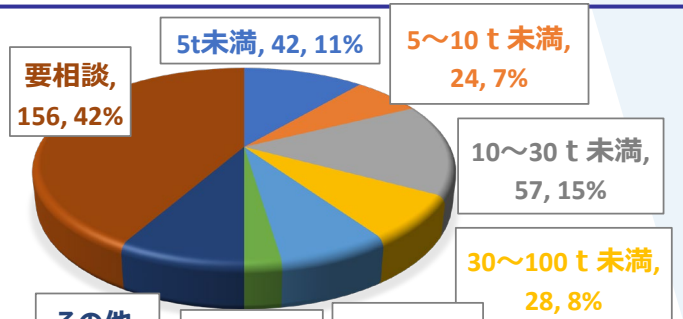
- 受入時期、1日あたりの受入可能量はともに「要相談」の回答が多かった。要相談以外の受入可能量の回答は「10t未満」と少量のものから「制限なし」まで様々であった。受入料金は、６割以上が搬入者から料金徴収をする「逆有償」であった。
- その時の木材の流通量や、発生した河道内樹木・ダム流木の品質など、状況に応じて条件が変化することが多いものと考えられ、利用の際には都度協議することが必要であると思われる。

■ 受入時期・受入可能量



◆回答数：391

図　河道内樹木の受入時期
（全業種、令和2,3年度合計）

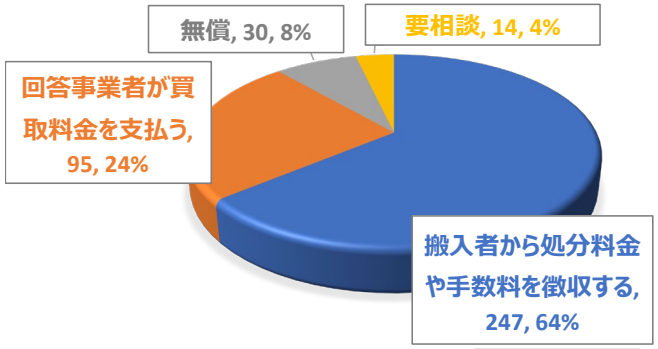


注：その他は条件設定があるもの等

◆回答数：374

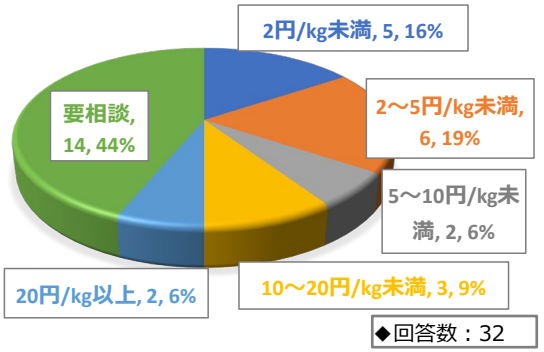
図　河道内樹木の1日あたりの受入可能量
（全業種、令和2,3年度合計）

■ 受入料金



◆回答数：386

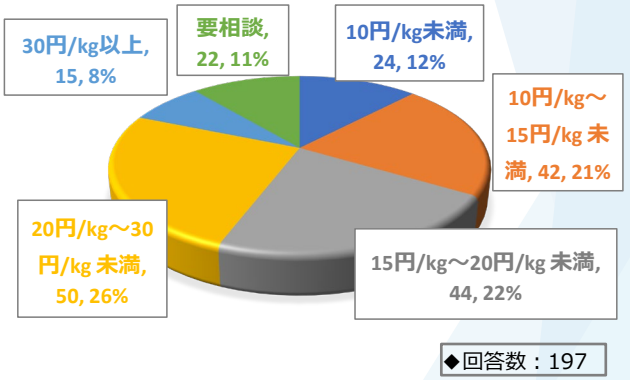
図　河道内樹木の受入料金
（全業種、令和2,3年度合計）



◆回答数：32

注：令和2年度は一般廃棄物処理施設のみ。
10kgあたりの料金設定なども kg当たりに換算した。

図　河道内樹木の買取料金（有償の料金）
（全業種、令和2,3年度合計）



◆回答数：197

注：令和2年度は一般廃棄物処理施設のみ。
10kgあたりの料金設定なども kg当たりに換算した。

図　河道内樹木の処分料金（逆有償の料金）
（全業種、令和2,3年度合計）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（３）アンケート結果取りまとめ　④受入条件

- 受入形態については、「丸太原木(サイズの制限あり)」の回答が最も多く、制限サイズに揃える作業が可能かが利用可否のポイントになると思われる。
- その他の条件では、石や泥の混入・付着を不可とする回答が多く、乾燥していることを条件に挙げる事業者は受入可施設のうち２割程度であった。

■ 受入可能な形態、サイズ

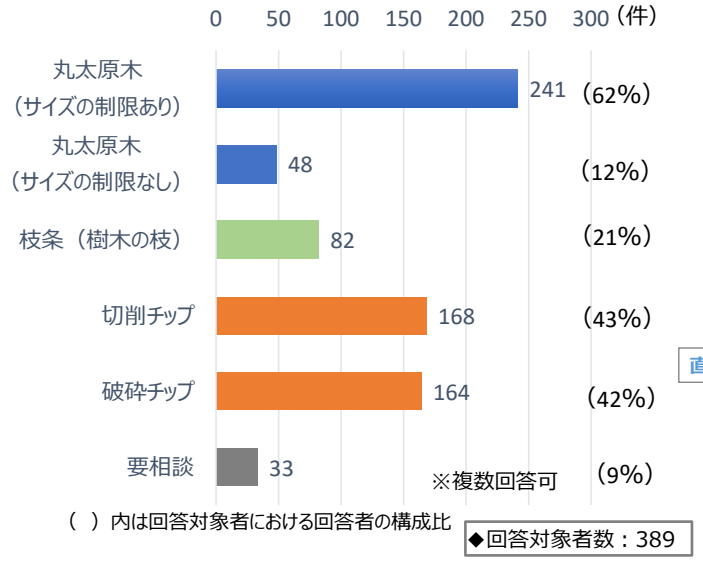


図　河道内樹木の受入可能な形態
（全業種、令和2,3年度合計）

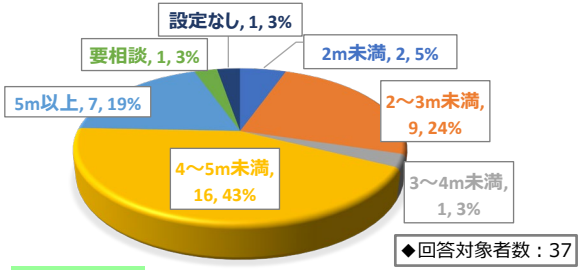


図　河道内樹木の受入可能な丸太の長さ＜最大値＞
（全業種、令和3年度）

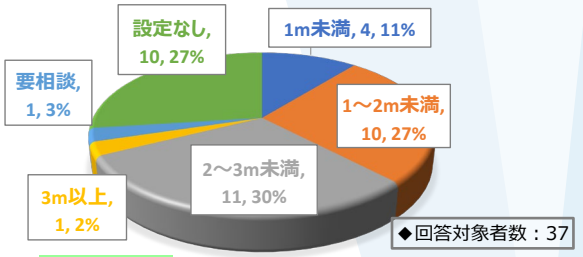


図　河道内樹木の受入可能な丸太の長さ＜最小値＞
（全業種、令和3年度）

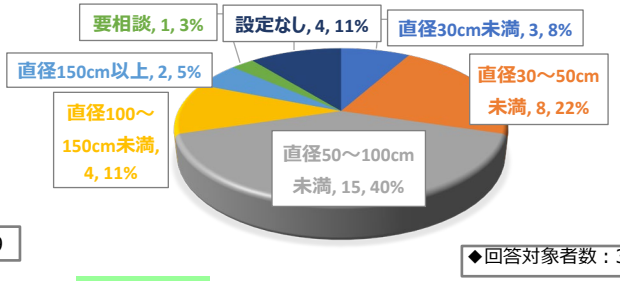


図　河道内樹木の受入可能な丸太の直径＜最大値＞
（全業種、令和3年度）

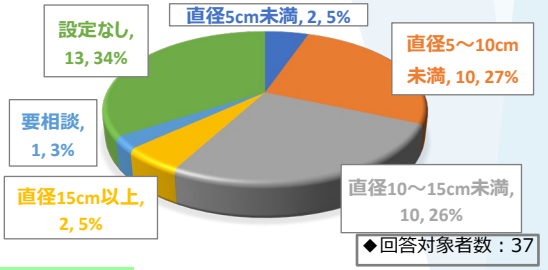


図　河道内樹木の受入可能な丸太の直径＜最小値＞
（全業種、令和3年度）

■ その他受入条件

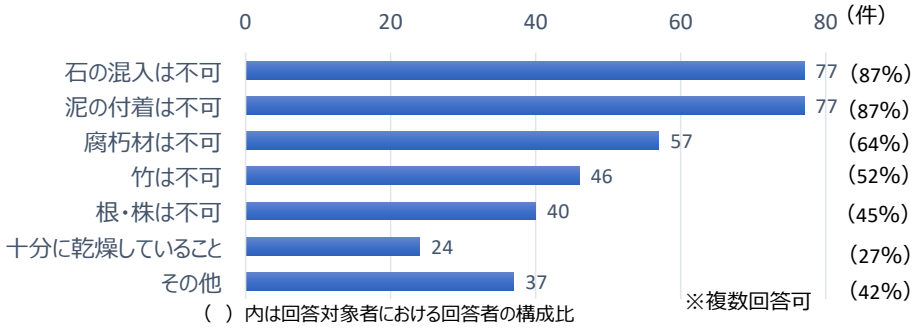


図　河道内樹木のその他受入条件（全業種、令和3年度）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（３）アンケート結果取りまとめ　⑤受入検討に必要な情報・受入不可の理由

➢ 令和３年度調査対象施設における“受入検討に必要な情報”は、品質や異物混入の状態といった項目の回答が多く、品質情報をより充実させ周知する必要があると考えられる。受入不可の理由については、「使用している機械や設備の性能が合わない」「品質に懸念がある」が多かった。

■ **受入検討に必要な情報（複数回答可）**

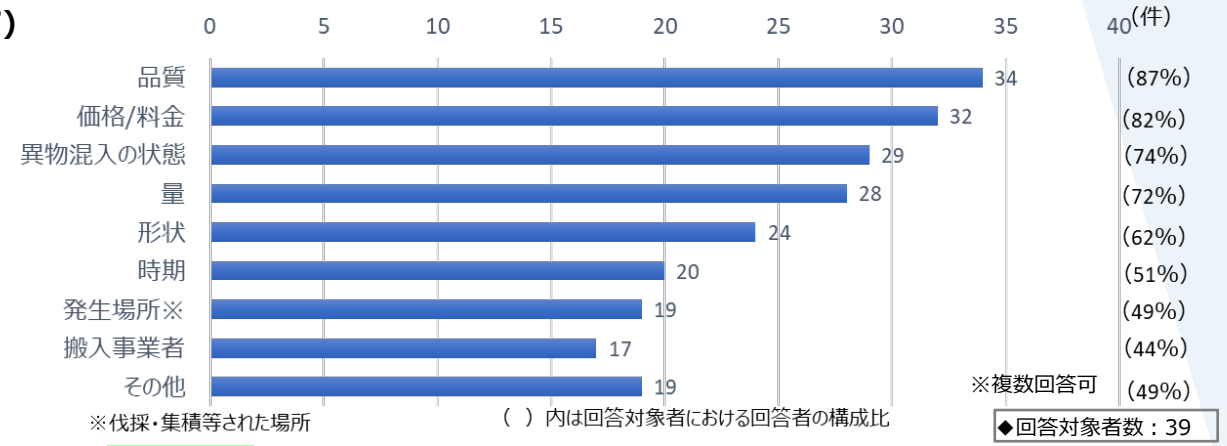
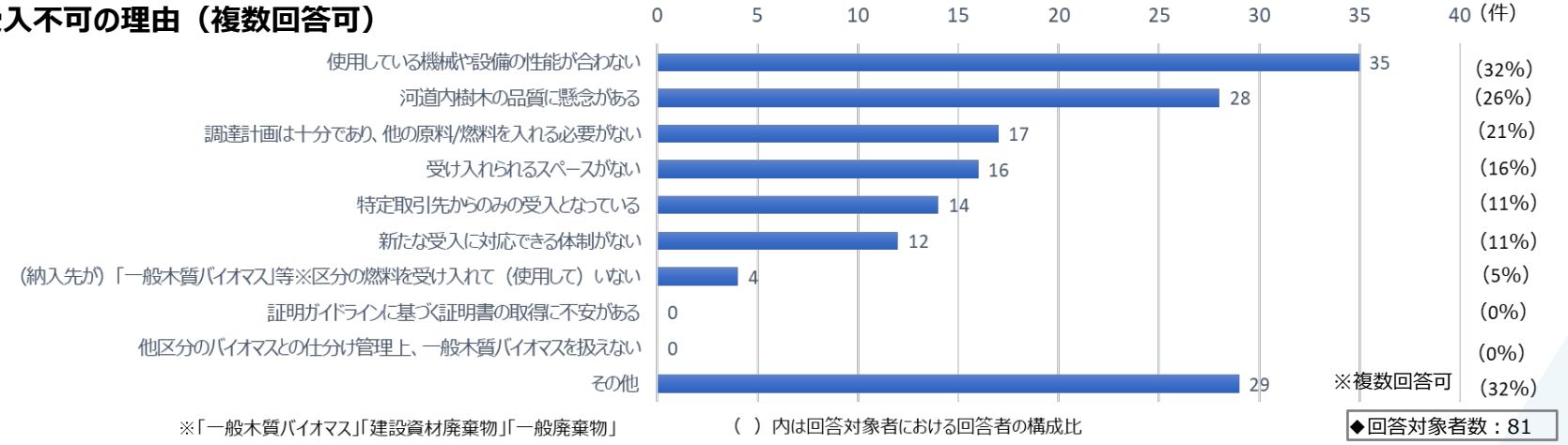


図　河道内樹木の受入検討に必要な情報（全業種、令和3年度）

■ **受入不可の理由（複数回答可）**



図河道内樹木の受入不可の理由(全業種、令和3年度)

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（３）アンケート結果取りまとめ ⑥その他意見

➢ その他意見（自由記入）欄における品質に関する意見では、「以前ビニール等の混入や土砂付着があった」という過去の受入時の状況についての意見のほか、分別等の品質管理が重要であるといったものがあった。

■ 品質

業種	自由記入内容（原文ママ）
発電所	（前略）また品質の振れ幅が大きいため、小型ガス化発電にはリスクが高いが、ボイラー燃料としての活用であれば可能性は高い。現時点でも枝葉などの低質材が活用できるボイラーの輸入が始まっており、これらの普及と合わせた利活用が重要であると考える。（後略）
発電所	（前略）ダム流木や河道内樹木、災害木に関して、正常にガスを抽出できるかなど不明なことが多く、現時点では受入可否の判断が出来ない状況でございます。ただし、環境に配慮した事業の実現を目指しておりますので、今後の状況に応じて柔軟に対応を検討致したく存じます。
チップ工場	原状、考えられる懸念材料は、石、泥の付着具合、その他の廃棄物の分別【廃プラ等】が予想されますので、現場での選別作業する事のより、混合廃棄物として排出する事を避けられれば、コストダウンを図れると思われます。
チップ工場	・受入にあたっては完全に乾燥している必要は無いが、ある程度の乾燥と他、泥や石等が受入のネックになる。腐朽材も全く受入られない事は無いがそればかりだと受入不可。（後略）
チップ工場	ダムの流木・河道内樹木は、以前搬入されたときにビニールなど木質以外のものが付着し混入していた。またダムの流木は、土砂などの付着が多かったため製品加工に向かない印象がある。現在弊社が受け入れている流木の中には腐れ木があり製品加工できない。
チップ工場	現在肱川の河床掘削の竹や草を受け入れているが泥付きが多いのと短期間（三か月）に大量（6000ｔ）に出てきているので、処理（リサイクル）が追い付かない。もう少し発生量を長期間に平均化できないだろうか？（例えば一ヶ月で500～1000ｔの発生量にするなど）
ペレット工場	流木は樹皮が捲れたり樹木内部の必要な成分が流出しているのでペレット化には不向きである。
ペレット工場	受入を検討しています。原木またはチップに小石等付着の場合、木材破砕機・ペレット製造ラインを破損する恐れがあるため、受入には慎重です（ダム流木は不可）。河道内樹木の場合は、小石等付着が少ないことが考えられますので、条件が合えば受入の対象としていますが、要相談としています。
ペレット工場	ペレットにした場合に通常の主伐・間伐材針葉樹よりは品質と火力・灰分に課題があるため、通常商品としての木質ペットとして販売することはできません。（後略）
ペレット工場	流木や原木等、素材を中間土場等（数箇所）に集約、又は現地にて、一次加工、二次加工した上で（最低チップ状）それ以降の利用方法については敷料に再加工したり、バイオマス燃料としてペレット加工業者に販売する等の体制が構築できれば、需給バランスが確保できると思う。（既に実施している電力会社もある。）但し、バイオマス燃料として利用する場合を考慮し、異物除去が、（砂、石、金属屑）前提となるので品質管理が重要となる。
ボイラ導入施設	ダム流木や河道内樹木のどちらについても、性状が明確になればボイラへの利用の可否判断はできるのではないかと思います。（後略）
木材市場	弊社はプレカット加工（特殊加工）を営んでおり、その加工で排出される端材については、バイオマス発電等の原材料として供給するべく認定をとっておりますが、現時点での原木の取扱いについては、木皮の問題等が出てくると思われますので、機械及び加工は難しいかと思われます。
薪オガ炭生産事業者	当方は薪製造事業のため、使える丸太の形質は限定されますが、そういうモノを選別して提供いただければ、原材料としてきちんとした対価で買い取ることができると思います。逆に、枝葉や根株、品質の悪い部分も混在していると取り扱いはできません（そういうものはチップ製造事業者や産廃業者に）。出す側でひと手間かけて選別し、それぞれの最適な用途に供給することが重要だと思います。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（３）アンケート結果取りまとめ ⑥その他意見

➢ その他意見（自由記入）欄におけるFIT制度や廃掃法に関する意見では、各法制度の適用に関する判断の統一見解を広めるべきというもののほか、単純な法制度解釈に関しての質問事項もあり、正しい見解を関係者に広く伝えることが課題と考えられる。

■ FIT制度

業種	自由記入内容（原文ママ）
発電所	（前略）・FITにおける「未利用材」として認められれば活用できる可能性もあるのではないか。
発電所	一般材扱いとなっている為、発電単価が低く、売上が減少してしまうので積極的に使用できない。
チップ工場	（前略）ダム流木や河道内樹木が自治体により資源として判断されており、適切なバイオマス証明の方法が整理され、実際に証明書の入手が可能なものであれば、取扱いはできるものと考える。ダム流木・河道内樹木に限らず、自治体が関係している案件については、自治体がバイオマス利用を想定していない、バイオマス証明が必要であることを知らない、ことが多々ある。自治体の判断がないと動かせないので、統一の見解を示していただけると助かる（示すだけではなく自治体への指導も）。
チップ工場	発注者が事業者認定を持たない請負者へ発注するケースがある。この場合、発注者からチップ工場等へ一般材の証明書が必要になるため、発注者には制度の理解と速やかなチップ工場等へのバイオマス証明書の発行をして頂きたい。（後略）
チップ工場	（前略）しかしながら、これを未利用材として発電事業に回すとなると以前からのユーザーにいきわたらなくなるなどの支障が出ます。建設廃材のみならず、こういった以前から処理されてきている廃棄物の未利用材認定は慎重に行っていただきたい。
ボイラ導入施設	（前略）他の整理が必要な点としては、廃棄物の該当性やもし発電燃料に使用する場合にはFITの燃料区分がどうなるかということがあるかと思います。廃棄物としての逆有償での取引がされているものが、FITでは一般材である24円/kWhになるような自体は避けて行くべきと思います。
ボイラ導入施設	ダム流木が廃棄物に該当し、廃棄物処理及び運搬の資格を持つ事業者による中間処理を施した薪（有価物）の買い取りを前提として回答しています。廃棄物処理法の制限を受けるリサイクル木材でなく、未利用木材として受け入れ可能となることを希望します。

■ 廃掃法

業種	自由記入内容（原文ママ）
発電所	（前略）ダム流木は一般廃棄物であること、当社は産業廃棄物処分業であることを考慮し、当社で取り扱いに際しては法的な整理が必要である。
発電所	産業廃棄物に該当するケースがあり、無償でも有価物扱いに出来るような仕組みが重要と考える。（後略）
チップ工場	（前略）ダム流木や河道内樹木が自治体により資源として判断されており、適切なバイオマス証明の方法が整理され、実際に証明書の入手が可能なものであれば、取扱いはできるものと考える。ダム流木・河道内樹木に限らず、自治体が関係している案件については、自治体がバイオマス利用を想定していない、バイオマス証明が必要であることを知らない、ことが多々ある。自治体の判断がないと動かせないので、統一の見解を示していただけると助かる（示すだけではなく自治体への指導も）。
チップ工場	ダム流木等が何に該当するのか？一般廃棄物か産業廃棄物なのか、一般廃棄物であれば行政間協議が必要では？
ペレット工場	（前略）・廃棄物中間処理施設の許可は取得していますが、受入れた場合廃掃法い抵触する可能性がありますでしょうか？
ボイラ導入施設	（前略）廃棄物の該当性やもし発電燃料に使用する場合にはFITの燃料区分がどうなるかということがあるかと思います。廃棄物としての逆有償での取引がされているものが、FITでは一般材である24円/kWhになるような自体は避けて行くべきと思います。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（３）アンケート結果取りまとめ ⑥その他意見

- その他意見（自由記入）欄におけるその他要望等は、バイオマスが発生する前の事前協議に対する要望があり、中には「伐採作業についても提案を行うことができるためその時点から相談が欲しい」といったものがあった。
- 木材提供情報の周知、河道内樹木やダム流木の受入情報にかかるプラットフォームの設置、加工・利用先振り分けを行う集積土場の設置など、サプライチェーンの仕組みづくりに関する要望があった。

■ その他要望等

業種	自由記入内容（原文ママ）
チップ工場	（前略）所有者とチップ工場等処理者が品質、数量、時期、価格等を事前に協議できれば計画的に処理することが可能となるので事前協議をお願いしたい。
チップ工場	弊社は伐採から集積、除根、運搬、処理まで一括して請け負い、その過程で発生した枝葉、根株、幹、刈草、竹・竹根株等の樹木廃棄物を100%資源化しています。あらゆる木質系廃棄物に対応するため、施設の維持・増強を図っています。産業廃棄物、一般廃棄物処分業の許可あり）その資源化のために必要な費用が受入料金であり、こういった調査が伐木処理コストの低減を目的としていることに違和感を感じます。一般廃棄物で発生場所の市内に民間許可業者がなく、市の処理施設で単純焼却されている場合で資源化を目的とするなら、許可の取得を促し、民間施設の活用を図るべきと思います。または市長同士の調停の上、近隣市の民間施設への越境も柔軟に考慮すべきと思います。この場合、排出事業者のコストだけを優先するのではなく、市の受入施設の能力や維持管理コストも考慮し、まずは資源化することを第一に検討すべきと思います。※市の受入施設の場合、公共料金である処理料金が実際に係る処理コストに見合っていない場合が多いため。
チップ工場	現在肱川の河床掘削の竹や草を受け入れているが泥付きが多いのと短期間（三か月）に大量（6000ｔ）に出てきているので、処理（リサイクル）が追い付かない。もう少し発生量を長期間に平均化できないだろうか？（例えば一ヶ月で500～1000ｔの発生量にするなど）
ペレット工場	提供木買い付け木の情報が極端に少ない。薪ストーブ使用者も提供木が何処に有るか知らない。市報とかに出したらどうか？
ペレット工場	受け入れたい事業者と受け入れてほしい事業者お互いに検索できるプラットフォームのようなものを作って欲しいです。
ペレット工場	（前略）一般廃棄物である（という認識ですが）ので加工委託という形でペレット成型のみを行い出来た製品は排出者が引き取り、脱炭素の取り組みとして消費する方法を考えてほしい。（後略）
ペレット工場	流木や原木等、素材を中間土場等（数箇所）に集約、又は現地にて、一次加工、二次加工した上で（最低チップ状）それ以降の利用方法については敷料に再加工したり、バイオマス燃料としてペレット加工業者に販売する等の体制が構築できれば、需給バランスが確保できると思う。（既に実施している電力会社もある。）但し、バイオマス燃料として利用する場合を考慮し、異物除去が、（砂、石、金属屑）前提となるので品質管理が重要となる。
木材市場	ダム流木や河道内樹木に関してはあまり木材販売業としてなじみのない分野となっております。ご承知の通り、樹種や伐採後の寸法でも大きく買取価格は変わっていきますので要望として出せるのであれば伐採時から販売事業者にお声かけをいただければより効率的な提案を行えるかと存じます。流通業者は自前で伐採班を抱えておりますので流木の回収や伐採の入札段階からご連絡をいただければ有価物の販売として工事費から減額するなど様々にご提案できますので何卒よろしくお願い申し上げます。今現在請負をされている事業者様に対して買取の見積もりを出すなども可能ですので柔軟に検討をいただきますようお願い申し上げます

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【２）バイオマス受入先にかかる実態調査】
（３）アンケート結果取りまとめ ⑦回答者ヒアリング結果

- アンケート回答事業者のうち、受入実績のある事業者や自由回答へ課題等の記載があった事業者を選定し追加ヒアリングを行った。
- いずれの事業者も、相談があれば現地で品質の確認等を行う対応は可能であり、伐採等を行う前に相談してほしいといった要望があった。
- バイオマス利用事業者等への事前の相談や、FIT制度に係る証明証発行等の対応により受入可能性が拡大する可能性があると考えられる。

■ アンケート回答事業者への追加ヒアリング

表 ヒアリング対象のアンケート回答及びヒアリング結果

対象事業者	アンケート回答	ヒアリング結果概要
チップ関連組合 A	受入実績：河道内樹木のみ 受入可否：河道内樹木・ダム流木共に現時点では判断できない	• これまでの実績としては、当組合自体が直接の引き取りを行ったケースはなく、組合員（チップ工場）からの相談への対応したケースとして、年１～２回程度引き取られたケースがある。 • 当組合では、発電利用として利用する際の書類の確認（一般木質バイオマス）を中心に行っている。自治体（特に土木系）側が、木質バイオマスの燃料利用に対する意識が低く、書類が不足していたり、手続きを理解してもらえないなど、困るケースが多い。 • ダム流木や河道内樹木の受入れに対応できる組合員はいるため、伐採等の発注時にバイオマス利用を想定した形で進めたり証明書等の対応をきちんと取ってもらえれば活用できるだろう。 • 自治体等の林務やバイオマス、環境系の担当者などと連携をとっていただきたい。
チップ工場 B	受入実績：河道内樹木のみ 受入可否：河道内樹木・ダム流木共に受入可	• 今までに、河道内樹木の受入れに関する問合せが年に１～２回あり、年１回程度受入れを行った。以前の受入れ時は１回当たり受入れ量は40～50t程度であり、工場まで運搬してもらった。 • FIT制度の証明書があり幹のみをきちんと分別していれば1000円/tでの買取が可能だが、持ち込みの後半になるとごみが混入した状態になることがある。最初から最後まできちんと分別を徹底することをお願いしたい。 • 受入れの判断等、相談があれば現物を見に行くなどの対応も可能である。
発電所 A	受入実績：ダム流木のみ 受入可否：河道内樹木・ダム流木共に受入可	• 過去に１度、ダム流木を受け入れた実績がある。その時の受入れ量はトラック１～２台分であった。 • 条件が合えば入札や公募といった提供方法への対応も協力可能性はある。 • 受入れの判断等、相談があれば現物を見に行き確認する。運搬を発電所側で実施することで買取料金と運賃を相殺させるといったこともあり得る。
木材市場 A	受入実績：河道内樹木のみ 受入可否：河道内樹木・ダム流木共に受入可	• ３～４年前から、国交省の河川事務所などから出される売払入札に参加し木材を買い取っている。 • 当初は、マテリアル用として活用しにくい状態であったが、国の担当者とのやりとりを繰り返すことによって、当市場で扱いしやすいように、材のサイズ等の規格や搬出期間等も徐々に調整されてきており、有効活用につながっている。 • 木材を、状態や需要に応じてマッチングさせていくことは、市場としての得意分野である、川上と川下につながりを持っていることによって、山から出てくる材だけでなく、ダム流木や河道内樹木、支障木の有効活用ができると考えており、現在それを実行している。 • 市場としては、国交省だけでなく、自治体の工事や開発事業で発生した材木についても買取することは可能と考えている。前述のように規格等を合わせることで価値が変わってくるため、販売する前に市場に声をかけてもらいたい。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【３）一般廃棄物処理施設における利用可能性調査】

【検討/調査内容】

「令和２年度既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業」の調査では、一般廃棄物処理施設における木質バイオマス受入れに関して、施設側ではコストを懸念する意見があったことを踏まえ、取組是非を判断する材料にすることや今後の課題把握を目的として、施設のパターン別に受入可能な条件を整理するほか、バイオマス混焼のメリット・課題を整理した。

■実施方針

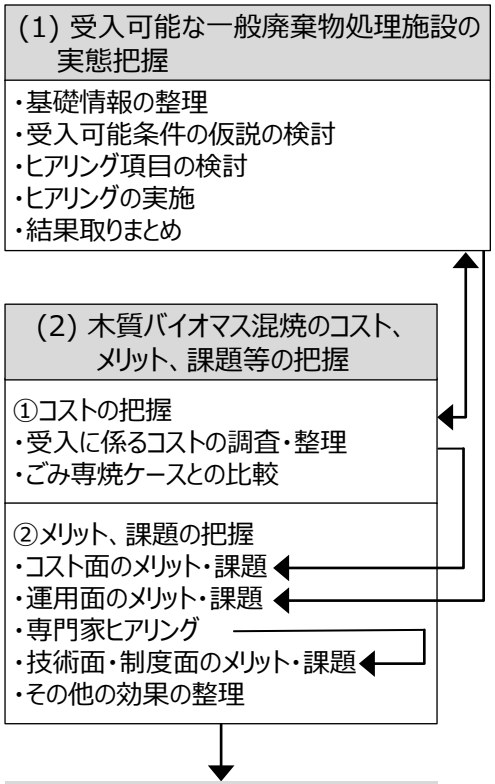


図　検討/調査フロー

■実施内容

(1)受入可能な一般廃棄物処理施設の実態把握

「令和２年度既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業」における「４）全国のバイオマス発電所等における河川付近のバイオマスの受入れに係る実態把握」のアンケート調査結果から、河道内樹木やダム流木を受入可能とした施設や、受入実績のある施設等を選定しヒアリングを実施した。ヒアリングに当たっては、施設の基本情報を整理し、当該施設で受入れが可能である理由について仮説を検討した上で、ヒアリング項目を設定した。また、特に令和２年度業務のアンケートにおいて受入不可の施設が挙げた理由に対し、どのような対応がなされることで受入可能となるかを把握し、受入れ可能条件を整理した。

(2)木質バイオマス混焼のコスト、メリット、課題等の把握

木質バイオマス受入れに係るコスト要素（運搬、破砕、貯蔵等）の整理を行い、整理の結果を基にごみのみを専焼したケースと木質バイオマスとごみを混焼したケースにおけるコスト要素の比較を行った。

また、木質バイオマス混焼のメリット・課題について、上記で実施したコスト面での整理のほか、技術面、制度面について既存文献の調査や専門家ヒアリング等により整理・把握した。その他、将来的なごみ量、ごみ質の変化も見据えて、資源循環や地域貢献の面での効果（エネルギー回収量の確保や地域内資金循環等）についても併せて整理し、一般廃棄物処理施設における河道内樹木の利用可能性を評価した。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【３）一般廃棄物処理施設における利用可能性調査】

（１）受入可能な一般廃棄物処理施設の実態把握

- ヒアリング対象について、令和２年度のアンケート結果及びバイオマス混焼の実績を踏まえ９施設を選定した。
- ヒアリング対象施設について、発電出力、処理方式、付帯設備等の基礎情報、令和２年度アンケート調査結果を整理した。令和２年度アンケート調査結果では、受入実績がないもしくは不明で受入可としている施設が３件、受入実績を有する施設が４件が選定された。

■ ヒアリング対象施設の基礎情報整理結果

表 ヒアリング対象施設の基礎情報（1/2）

施設名	処理量(t/日)	発電出力(kW)	処理方式	その他施設・設備	令和２年度 受入可否に関するアンケート調査結果					
					FIT利用状況	受入実績		受入可否	受入形態	受入料金
						ダム流木	河道内樹木			
A	399	3,100	全連続燃焼式焼却炉	－	なし	なし	あり	可	・チップ等、粉塵が舞うもの以外 ・長さ50cm以下かつ、直径10cm以下 ・ごみピットに投入した際に、粉塵が舞わないもの	・無償（収集運搬費は別途必要） ・処理手数料210円／10kg
B	300	3,200	連続燃焼式焼却炉（ストーカ炉）	スポーツセンター	なし	不明	不明	可	・原木(丸太)、チップ ・長さ50cm未満、太さ・厚さ10cm未満のもの ・切削チップ、破砕チップいずれも可	・無償 ・処理手数料が必要な場合有り（1kg16円＋消費税）
C	200	4,710	全連続燃焼式焼却炉（ストーカ式）	破砕施設、選別施設等	認定済	なし	あり	可	・長さ 1m未満、太さ 5cm未満 ・上記のサイズ、及び乾燥状態による	・有償9千円/t （収集運搬費は別途必要）
D	387	9,500	シャフト炉式ガス化溶融炉	埋立場	認定済	あり	あり	可	①ダム流木：原木(丸太)、長さ50cm以下、太さ5cm以下 ②河道内樹木：チップ ・50mm以下、・切削チップ、破砕チップいずれも可 ③竹：出来ればチップで、・長さ50cm以下、太さ5cm以下	無償
E	438	6,000	全連続燃焼式ストーカ炉	リサイクル施設	認定済	なし	なし	可	①ダム流木：原木(丸太)、長さ50cm以下、太さ5cm以下 ②河道内樹木：チップ、50mm以下 、切削チップ、破砕チップいずれも可	無償

※出典（処理量、発電出力、処理方式、その他施設・設備）：各施設のウェブサイト

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【３）一般廃棄物処理施設における利用可能性調査】

（１）受入可能な一般廃棄物処理施設の実態把握

➢ ヒアリング項目については、令和２年度のアンケートにおいて、他の受入不可の施設が挙げた理由に対し、どのような対応がなされることで受入可能となるかを把握し、施設の基本情報に基づくパターン別に受入可能条件を整理することを目的に設問を設定した。

■ ヒアリング対象施設の基礎情報整理結果

表 ヒアリング対象施設の基礎情報（2/2）

施設名	処理量(t/日)	発電出力(kW)	処理方式	その他施設・設備	令和２年度 受入可否に関するアンケート調査結果					
					FIT利用状況	受入実績		受入可否	受入形態	受入料金
						ダム流木	河道内樹木			
F	120	1,990	ストーカ方式	リサイクル施設（破砕設備、選別施設、搬出設備等）	認定済	あり	なし	可	・原木(丸太) ・60cm以下、直径15cm以下	無償
G	340	7,000	タクマ式連続機械高温焼却炉	－	認定済	なし	なし	可	・チップ ・50mm以下 ・切削チップ、破砕チップいずれも可	・逆有償11千円/ｔ（収集運搬費は別途必要）
H	300	4,500	全連続燃焼式ストーカ炉	リサイクル工場（不燃性粗大ごみ破砕機及び不燃金属圧縮機等）	－（昨年度アンケート回答無し）					
I	405	6,800	全連続燃焼方式（流動床式熱分解ガス化溶融方式）	プラスチック製容器包装資源化施設等	認定済	なし	なし	不可	－	－

※出典（処理量、発電出力、処理方式、その他施設・設備）：各施設のウェブサイト

■ ヒアリング項目

表 ヒアリング項目

- ➢ 木質バイオマスの受入時の運用方法、将来的な受入れの計画・方針について
- ➢ 木質バイオマスの受入可能条件とその理由について
- ➢ 木質バイオマスの受入れが可能である理由について
  - 設備面（処理方式・破砕設備有無等）において、受入可能となっている理由
  - 運用面（ごみ量・ごみ質等）において、受入可能となっている理由
  - 環境面（立地、FIT等）において、受入可能となっている理由
- ➢ 木質バイオマスの受入れに係るコスト（何にどのくらいのコストがかかるのか）について
- ➢ その他
  - 過去の受入実績がないもしくは不明であっても受入可能とした理由
  - 過去の受入実績について、実際に発生した問題点やその解決策など
  - 木質バイオマス混焼におけるメリットや課題（設備、運用、コスト等）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【３）一般廃棄物処理施設における利用可能性調査】

（１）受入可能な一般廃棄物処理施設の実態把握

■ **施設アンケート･ヒアリング調査結果**

表　施設アンケート･ヒアリング調査結果概要

施設名	実施日	主な回答
A	令和3年12月27日	• 自区内処理の原則から市内で発生した樹木で、施設の受入基準（直径10cm以内、長さ50cm以内、土等異物除去）に合致している場合は受入可能。 • 一般のごみと同一基準で受け入れるため、特別に受入コストは生じない。
B	令和4年1月20日 （電話ヒアリング）	• 家庭ごみと同じサイズに裁断すれば受入可能。 • 市内焼却施設が一箇所になり余力が無い状況のため、現実的には受入れは難しい状況。
C	令和3年12月28日	• 施設の受入基準（直径5cm未満、長さ100cm未満、土等異物除去）に合うよう前処理をすれば受入可能。 • 処理施設の稼働状況等により、受入可能量が変動するため事前に調整が必要。 • 事業系一般廃棄物の処分に係る手数料90円/10kgがかかる。
D･E	令和4年1月12日	• チップ化したもののみ受入可能。 • 破砕設備はあるが可燃性粗大ごみの処理を常時行っているためチップ化する余力がない。
F	令和3年12月23日	• 組合構成市町から発生したもので、施設の受入基準（直径15cm以下、長さ60cm以下、土等異物除去）に合うように前処理をすれば受入可能。 • 人口減少などによりごみ量が減少し処理能力に余力が生じているため受入可能。 • 受入れにより、FITにおけるバイオマス比率を上げる事ができる。
G	令和4年1月26日 （電話ヒアリング）	• 最終処分場に搬入された林地残材をチップ化し、焼却施設に運搬して混焼発電をしている。 • 最終処分場と焼却施設は離れており、運搬費がネックとなっている。 • 埋立場の減量化・延命化が主目的として、隣地残材混焼の取組を始めた。 • ごみ質の変化に影響を与えるほどの量は受け入れていないため発熱量への影響は不明。
H	令和4年1月5日	• 現在、実証を行っている段階であり調査に回答できる内容をまだ持ち合わせていない。
I	令和4年2月28日	• 過去にごみ量が少なく炉の立ち下げ・立ち上げ回数が増加する時期があり、立ち下げ回避のために市内の林地残材を買い取って混焼を行った。現在はごみ量が増加し林地残材も別の利用先があるため実施していない。 • 炉の立ち上げにはコストがかかるため、それを回避できたことはコスト削減に繋がった。立ち上げ以外の運転への影響は、混焼量が少量であったことから不明である。 • 丸太の運搬や破砕を施設側で実施したため、その手間が負担となっていた。時期が限定的であったことから対応できたが、通年は難しかったと思われる。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【３）一般廃棄物処理施設における利用可能性調査】

（１）受入可能な一般廃棄物処理施設の実態把握

- ヒアリングの結果、サイズや性状（乾燥、土等異物除去）が条件に合うように前処理がされていれば、通常のごみと同様に受入れられているという傾向があった。前処理されていない木質バイオマスを受け入れる場合は、破砕、チップ化及びそこからの運搬が必要となる。
- 一度に大量の木質バイオマスを受け入れることは、炉の設計条件の範囲内であることが必要、通常は少量ずつ投入し撹拌してごみ質を均一化する運用が必要と考えられる。

■ **受け入れ可能条件の整理**

表　施設アンケート･ヒアリング結果総評

- 木質バイオマスを将来的に新たに受け入れる計画･方針を持つ施設はなかった。一方、調査対象施設のうち、２施設では、林地残材の混焼の実績があった。
- 木質バイオマスを受入可能なサイズに前処理した上で、一般廃棄物として受け入れている（又は受入可能）としている施設がほとんどであった。一方、恒常的に受入れをしている施設では、最終処分場にある破砕設備でチップ化し、焼却施設へ運搬し混焼発電をしている。
- 受入れの際の留意点としては、以下のような回答があった。
  - できるだけ乾燥させること、泥や石の除去
  - 処理施設の稼働状況等により、受入可能量が変動するため、事前調整が必要。
  - 安定燃焼のためごみピットでの攪拌が重要となるため一度に大量の受入れは不可
- コストについては、通常のごみと同様の扱いであるため、通常のごみと同じコストという認識である。

表　河道内樹木やダム流木の受入が可能となる主な条件の整理

観点	受け入れが可能となる主な条件
設備面	• 焼却炉に余力があること • 破砕、チップ化設備があること（前処理されていない木質バイオマスを受け入れる場合）
運用面	• 炉に応じたサイズや性状（乾燥、土等異物除去）に前処理をすること • 少量ずつ投入し、撹拌してごみ質を均一化すること • 事前協議を行い搬入計画が立てられていること • 自区域内で発生したものであること（区域外のごみを処理する場合、規定を設ける必要がある（焼却残渣を発生自治体が持ち帰る等）） • ごみ削減を進める上で目標達成の阻害要因にならないこと • 民間のリサイクル業者を圧迫しないこと
環境面	• 破砕、チップ化設備と焼却施設の運搬距離が離れすぎていないこと（前処理されていない木質バイオマスを受け入れる場合） • 受け入れた木質バイオマスをFIT売電分として計上できること

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【３）一般廃棄物処理施設における利用可能性調査】

（２）木質バイオマス混焼のコスト、メリット、課題等の把握　① コストの把握

- コスト増要素としては、搬出、チップ化、輸送がある。発生源からチップ化施設、チップ化施設から焼却施設の距離が離れているとその分の輸送コストが大きくなる。
- 乾燥・貯留や、ごみ性状の安定のため混合量を一定割合以下とする必要があること、施設停止時及び停止前は家庭ごみ優先で受入不可とするケースがあることから、貯蔵設備があることが望ましい場合がある。
- 木質バイオマスとごみでは燃焼速度が異なるため、ごみに対して木質バイオマスの比率が増加すると、ガスの流れの変化等ごみ専焼時の想定とは異なる可能性があり、運転方策や制御系の変更だけで対応できない場合は設備改修が必要となる可能性がある。
- 助燃剤の都市ガス代替で林地残材を購入している事例があり、助燃剤購入量を減少できる可能性がある。

■ コスト要素の整理

- ＜木質バイオマスを混焼した場合＞と、＜ごみを専焼した場合＞におけるコスト増減の要素について、一般廃棄物処理施設へのアンケート・ヒアリング調査の結果、有識者ヒアリングの結果、既存文献調査の結果を基に整理した。
- コスト増の要素には、主に木質バイオマスのチップ化や輸送といった前処理にかかる要素が考えられる。
- コスト減の要素には、電力販売量の増加や助燃剤購入量の減少が考えられるが、これらは、木質バイオマス混焼により焼却炉の稼働率が上がる場合に該当する。ヒアリング結果によると、運転中の助燃剤は燃焼ガスの温度上昇のために使用されるため、木質バイオマスの混焼により使用量の変化は期待できない。一方、木質バイオマス混焼により炉の継続運転ができれば立ち上げ時の助燃剤使用量の削減が可能と考えられる。

表　混焼によるコスト増減要素（ごみ専焼ケースとの比較）

コスト増要素	コスト減要素
• 搬出 • チップ化 • 輸送 • 貯蔵（必要な場合） • 設備改修（必要な場合）	• 稼働率増加による電力販売量増 • 焼却炉立ち上げ時の助燃剤購入量減

（参考）
・施設アンケート・ヒアリング調査結果
・「令和２年度中小廃棄物処理を通した資源循環・エネルギー回収促進方策モデル調査検討委託業務報告書」（2021年3月、パシフィックコンサルタンツ株式会社、一般財団法人日本環境衛生センター）
・「木質バイオマス混焼による中小ごみ焼却施設での発電増強策評価」（2019年3月、廃棄物資源循環学会平成30年度関東支部主催研究発表会、中川、中久保）
・「豊田市木質バイオマス活用促進事業」（2015年11月、現代林業）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【３）一般廃棄物処理施設における利用可能性調査】

（２）木質バイオマス混焼のコスト、メリット、課題等の把握　① コストの把握

- コストの比較は、「処理量1tあたりの処理単価の比較」と、「ごみ専焼時と木質バイオマス混焼時のライフサイクルコストの比較」による２つの方法が考えられる。
- 1tあたりの処理コストの違いは、木質バイオマスでは前処理等によるコスト増が考えられるが、ライフサイクルコストでみた場合には焼却炉の稼働率増加による立ち上げコスト削減や売電収益増が考えられる。

■ コスト増減の検証方法の検討

- 木質バイオマスを受け入れる場合のコスト増減を検証する方法について、「処理量1tあたりの処理単価の比較」及び「ごみ専焼と木質バイオマス混焼のライフサイクルコスト（以下、LCC）収支の比較」という２つの方法を検討した。

<a. 処理単価及び売電単価の検討>

- 処理量1t当たりのコストは、ヒアリング結果によると変わらない、もしくは前処理等のコスト増の可能性がある。
- ヒアリング先はいずれも少量の混焼であったため、混焼率の違い等により変化があるか等の検証が必要。

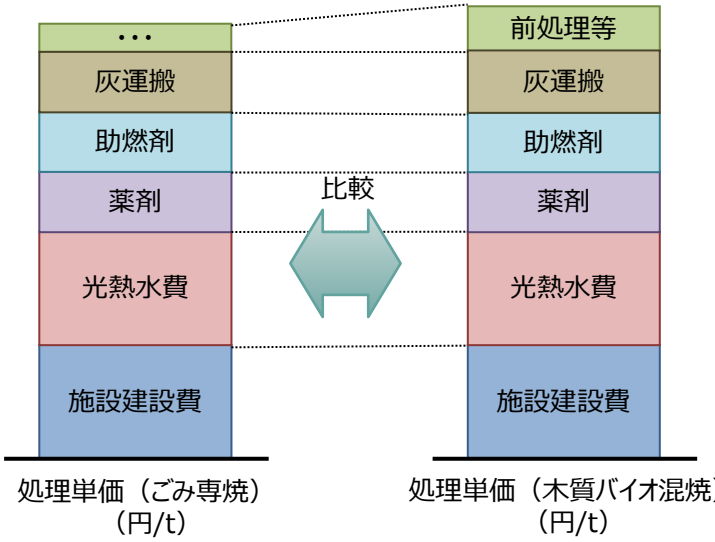


図　処理量1t当たりの処理単価の比較イメージ

<b. 専焼と混焼のLCC比較検討>

- ヒアリング結果によると、木質バイオマス混焼によりライフサイクルにおける立ち上げ回数の削減が可能であれば、立ち上げにかかるコストの削減が可能である。
- 例えば2炉を有する施設などでは、ごみ量が少ない場合に1炉運転等を行うが2炉運転率が増加すれば売電量の増加が見込める。

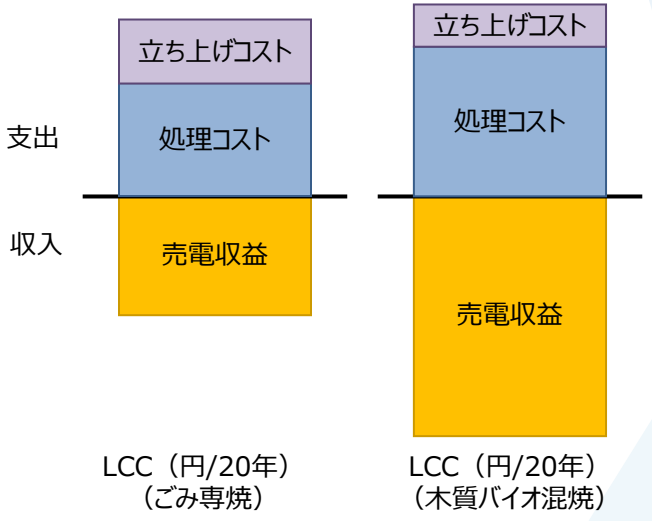


図　ごみ専焼と木質バイオマス混焼のLCコスト収支比較イメージ

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【３）一般廃棄物処理施設における利用可能性調査】

（２）木質バイオマス混焼のコスト、メリット、課題等の把握　② メリット、課題の把握

- 技術的な側面からは、木質バイオマス混焼の比率が高くなると運転管理の難易度が高くなる可能性があるが、助燃用燃料の削減、CO_2排出量の削減、設備稼働率の維持等、メリットが多い。
- 一方で、コスト的な側面からは、前処理・撹拌・貯蔵等の手間、制度的な側面からは助燃剤扱いの場合の処理量の制限などデメリット・課題が多いため、これらの対応策を検討することで、一般廃棄物処理施設における河道内樹木等の利用可能性が広がると考えられる。

■ **整理結果**

- アンケート・ヒアリング調査や既存文献調査により、木質バイオマス受入れによるメリット・効果、デメリット・課題の整理を行った。

表　木質バイオマス受け入れによるメリット・効果/デメリット・課題

メリット・効果	デメリット・課題
＜助燃用燃料の削減＞ • 容器包装リサイクルの分別収集によるごみ熱量の低下により、助燃剤の必要量が増加する中、木質バイオマスの混焼により熱量が維持できる可能性がある（木質バイオマスの乾燥状況、将来的なほかのごみ質変化状況による）。 ＜CO_2の削減＞ • 助燃用化石燃料の低減によりCO_2排出量の削減ができる。 ＜設備稼働率の維持＞ • 人口減少等によるごみ量減少を踏まえ、稼働当初はごみ専焼、その後木質バイオマス混焼し、ごみ量減少分を木質バイオマスで補うことで、設備稼働率を維持できる。 ＜ごみの発熱量の向上＞ • 今後減少が考えられるプラスチックのカロリーの代替となり得る可能性がある。 ＜バイオマス比率の向上＞ • FIT制度を利用している施設では、バイオマス比率を上げることができる。	＜前処理の必要性＞ • 丸太のままでは受入できないためチップ化等の処理が必要。 ＜運転管理の難易度＞ • ごみと木質バイオマスの燃焼速度の違いによりガスの流れや乾燥帯温度の変化等の影響があるため、木質バイオマス比率が2～3 割など増加すると、初期設計や運転方策等について検証が必要になる可能性がある。 ＜ごみ質均一化の手間＞ • 安定燃焼のため、ごみの撹拌によるごみ質の均一化が必要であり、大量の木質バイオマスは受入れられない。 ＜助燃剤とした場合の制約＞ • 助燃剤扱いとする場合は、熱回収施設としての認定や交付金を申請する場合に、熱量ベースで30%以内とする制約が生じる。 ＜買取価格の比較＞ • チップ化するのであれば、一般ごみと混焼するよりも、有価物として業者へ販売し木質バイオマス専焼の燃料とした方がコストメリットがある可能性がある。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【 4）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】

【検討/調査内容】

「令和２年度既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業」において明らかになった品質や低コスト化等に向けた課題を踏まえ、既存事例における対応策を把握するため、利用実績のある施設へのヒアリングや、現状の作業コストやチップ化工程の新たなサプライチェーンの構築に向けた調査を行った。

■実施方針

(1)先進事例等調査

①木材の自然乾燥に関する文献調査
②受入実績を有する発電所へのヒアリング調査
③粗朶等の工法を行う事業者へのヒアリング調査

(2)伐採・集積方法別のコスト把握

・施工における実務でのコスト把握
・比較・把握コストによる効果試算

(3)現場チップ化検証

・調査計画作成
・現地調査実施
・チップ品質確認
・効果考察・試算

7）普及啓発資料へ反映

図　検討/調査フロー

■実施内容

(1)先進事例等調査

①自然乾燥に関する文献調査：河道内樹木等の品質・価値を向上させる手法として、木材の「自然乾燥」について既存文献により調査した。

②受入実績施設へのヒアリング調査：令和２年度調査結果から、河道内樹木の受入実績のある発電所を選定し、受入時の品質管理等についてヒアリングを行い整理した。

③粗朶利用事業者へのヒアリング調査：令和２年度の有識者検討会において委員から提案のあった「粗朶」利用について、取組事業者を対象に粗朶利用可能な木材の樹種や形状、必要量等、河道内樹木の利用可能性に関する事項をヒアリングした。

(2)河道内樹木やダム流木の伐採・集積方法別のコスト把握

アンケート調査の中で、玉切りや枝払いを実施し、費用を見込んでいる事務所に対し、ヒアリング調査を実施し、処理費用の把握を行う。

ヒアリング時には、どのような方法で玉切や枝払いを実施していたか、ボリュームあたりの費用を把握し、玉切りや枝払いに要するコストの目安を把握した。

(3)現地チップ化調査

実際に伐採された河道内樹木を用いて移動式チッパーでのチップ化を行い、コストや生産性等を算出した。また、調査地近隣の発電所や中間処理施設等が受け入れるケースを想定し、運搬費を含めたコスト試算を行い、従来の中間処理施設における処理とコスト等の比較を行った。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【 4）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】

（１）先進事例等調査　①自然乾燥関連文献調査

■ 調査目的

- 木質バイオマス燃料は低含水率であるほど低位発熱量が高く、不完全燃焼等によるトラブルがない・エネルギー変換効率が高まるといった理由から、一般的に乾燥しているほど高品質とされており、例えば右記に示すように小型ボイラでも利用可能であるなど利用可能性が高まると言える。
- 河道内樹木やダム流木についても、乾燥させることで品質を高めることで、受入事業者の積極的な受入れに繋がる可能性があると考えられる。そこで、コストがかからない「自然乾燥」について、既存文献より調査を行った。

■ 伐採直後の木材の含水率

- 針葉樹では50～60%（w.b.）程度。広葉樹は40～50%　（w.b.）程度。

■ 受入先施設の希望含水率

- 許容できる含水率は施設により異なるが、発電所であれば40%程度などを望ましいとしている施設が多い。

＜参考：令和２年度 受入先施設へのアンケート調査結果より＞

- 「水分率45%程度の未利用材チップでバイオマス証明があり、かつ、協定締結業者に限定して受け入れています」（木質バイオマス発電所）
- 「バイオマス証明必須、水分調整要（50%以下）」（木質バイオマス発電所）
- 受入条件に「乾燥した状態」を記載（一般廃棄物処理施設４件）

■ 調査内容

- 木材の自然乾燥に関する既存の研究論文より、丸太とチップのそれぞれの形態での乾燥に要する条件（保管環境）、期間について整理を行った。

表　1000kW未満ボイラの最大保証含水率

メーカー	保証最大含水率（w.b.%）
ダレスサンドロ	50
シュミット	33・50（製品により異なる）
HERZ	40
ヒラカワ	40
KWB	40・45（製品により異なる）
御池鉄鋼所	20・50（製品により異なる）
ETA	15・35・40（製品により異なる）

出典：日本木質バイオマスエネルギー協会「木質バイオマスボイラーの機器仕様一覧（木質チップ）」、各メーカーパンフレット

表　生材含水率

樹種		木部全体の生材含水率（w.b.%）
針葉樹	スギ	50～59
	ヒノキ	50
広葉樹	ブナ	42～47
	ミズナラ	42～46
	ケヤキ	45

出典：熊崎ら「木質バイオマスとことん活用読本」

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】

（１）先進事例等調査　①自然乾燥関連文献調査

- 丸太での乾燥の場合、平積みであればりん木上での乾燥により非舗装でも3ヶ月程度で30%以下まで乾燥が可能である。
- はえ積みでの保管の場合は、文献上ではアスファルト土場での保管の上9ヶ月後の計測で30%程度の含水率であるが、これについてもりん木の使用により多少乾燥期間が短くなると予想される。

表　丸太の自然乾燥に関する実験結果一覧

No.	条件			樹種・長さ	含水率（w.b.）		乾燥期間	備考
	積み方	乾燥場所			開始時	終了時		
1	平積み	高さ3cmりん木上	軒下	ヒノキ1m	43%	14%	10ヶ月（10月～）	2ヶ月で30%程度まで乾燥
2	平積み	アスファルト直置き	露天	ヒノキ1m	43%	13%		3～4ヶ月で30%程度まで乾燥
3	平積み	アスファルト直置き	露天	ヒノキ2m	43%	12%		3～4ヶ月で30%程度まで乾燥
4	平積み	アスファルト＋高さ11cmりん木上	露天	スギ2m	52%	20%	８ヶ月（８月～）	2ヶ月で30%程度まで乾燥
5	平積み	アスファルト直置き	露天	スギ2m	57%	27%		3ヶ月で30%程度まで乾燥
6	平積み	地面＋高さ14cmりん木上	露天	スギ2m	56%	23%		3ヶ月で30%程度まで乾燥
7	平積み	地面直置き	露天	スギ2m	56%	31%		4～5ヶ月で30%程度まで乾燥
8	はえ積み・方形	アスファルト	露天	スギ2m	59%	29%	９ヶ月（12月～）	方形・三角積み共に内側の丸太より表面に設置された丸太の乾燥が速い。左記は全体の平均値。
9	はえ積み・三角	アスファルト	露天	スギ2m	57%	26%		
10	２段積	林道端	露天	ヒノキ1m	43%	47%	３ヶ月（９月～）	林道端・舗装土場共に地面に直接接する下段は含水率が数%程度高かった。
11	２段積	アスファルト	露天	ヒノキ1m	45%	28%		

出典：No.1-7:市原ら「木質チップボイラの燃料に用いる林地残材の平積み天然乾燥」（2009年、日本森林学会誌91号）
No.8-9:市原ら「木質チップボイラの燃料に用いる林地残材のはえ積み天然乾燥」（2010年、日本森林学会誌92号）
No.10-11:宮田ら「林道端とアスファルト舗装土場における自然乾燥試験」」（2006年、日本森林学会誌88号）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】

（１）先進事例等調査　①自然乾燥関連文献調査

- チップ化後は、屋内外に関わらず放置した場合は乾燥が進まない。攪拌は有効だが、労力・コスト観点から河川管理者が攪拌作業を行う・発注することは現実的ではない。
- 乾燥については、丸太のまま乾燥することが望ましい。乾燥により品質向上を行う場合は、丸太状にし、はえ積みで3～9ヶ月間保管・乾燥できる場所を各管理者が確保することができるか、各管理者の検討が必要となる。

表　チップの自然乾燥に関する実験結果一覧

No.	条件	樹種	含水率（w.b.）		期間	備考
			開始時	終了時		
1	アスファルト土場で露天保管	スギ	58%	71%	9ヶ月（12月～）	ブルーシートで覆った場合、地面から雨水などを吸収するなどで含水率が上昇したケースがあった。
2	アスファルト土場でブルーシートで覆い保管		60%	64%		
3	農業用フレコンに詰め露天保管		60%	67%	3ヶ月（12月～）	フレコン保管では雨水により露天保管は含水率が上昇。屋内保管でも含水率は減少しなかった。
4	農業用フレコンに詰め屋内保管		58%	58%		
5	屋外保管	スギ:ヒノキ＝1:9	60%前後	63%	3ヶ月（9月～）	農業用コンテナに充填したチップにより実験し、No.8～10はおよそ１週間に1回攪拌を行っている。 コンテナ内のチップの位置別に計測を行っており、左記は全体の含水率の平均を示す。
6	屋内保管			58%		
7	ガラスハウス保管			47%		
8	屋外保管し定期的に攪拌			47%		
9	屋内保管し定期的に攪拌			44%		
10	ガラスハウスに保管し定期的に攪拌			17%以下		

出典：No.1-4:多田野「チップボイラー燃料利用のための木材の自然乾燥（その１）－ 木材チップの保管条件別の含水率変化 －」（2006年、岩手県林業技術センター研究成果速報No.220）
No.5-10:宮田ら「木質チップの自然乾燥における攪拌の効果」（2008年、日本森林学会誌90号）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】

（１）先進事例等調査　②受入実績を有する発電所へのヒアリング調査

➢ 河道内樹木・ダム流木を発電用に利活用するための課題を把握するため、受入実績のある発電所２か所に河道内樹木及びダム流木を受け入れた経験についてヒアリング調査を行った。

■ ヒアリング目的・内容

- 河道内樹木・ダム流木を燃料として受け入れるに至った経緯を把握する。
- 受入後の燃料としての質に関する認識を伺う。
- 今後、利活用を進めるために課題となる点をご指摘頂く。

■ 調査対象発電所の選定

- 昨年度の本事業におけるアンケート調査で回答を得た97か所の発電所のうち、「河道内樹木・ダム流木の両方またはいずれか」の受入実績を持つ発電所のうち、（アンケート回答時点で、発電所側の体制として）両方の受入が可能と回答したものが６か所あった。
- 上記６か所の中から、自由回答において、河道内樹木等の利用に関連する事項について言及されていた２か所を抽出した。

■ 調査対象発電所

表　ヒアリング対象の発電所概要とヒアリング実施日時

発電所名	発電規模（kW）※	燃料使用量※	ヒアリング日時
発電所Ａ	発電出力6,500kW	木質チップ燃料（未利用材・一般木材） 最大9万トン/年	11/24 15:00
発電所Ｂ	発電出力6,750kW	木質チップ燃料（未利用材・一般木材） 約7.5万トン/年	11/30 10:00

※出典：各社HP

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】

（１）先進事例等調査　②受入実績を有する発電所へのヒアリング調査

- 河道内樹木及びダム流木共に両発電所での使用は少量であった
- 発電所Ａは発注機関、伐採工事業者との事前の品質調整を経て河道内樹木を受け入れている（自社でチップ化）
- 発電所Ｂはチップ化業者から納入される一般材の一部として河道内樹木を受け入れている

■ **ヒアリング結果**

表　ヒアリング結果（受入時の概要及び今後の利用意向）

設問	河道内樹木		ダム流木	
	発電所Ａ	発電所Ｂ	発電所Ａ	発電所Ｂ
発電燃料として使用するに至った経緯 及び 事前調整と有償・無償の別	• 国交省近隣河川事務所からの発注で、近隣河川の伐採後の樹木買取を落札した。 • 伐採は別の工事業者が実施し、発電所が引き取れない部分は工事業者が処分したと理解している。	• 燃料計画を見ると現在、チップ化事業者が近隣河川事務所から木材を調達しているものが少量弊社に入っている。 • 自社による調整ではなく、チップ化事業者が河川管理者の公募により伐採木を入手し、チップ化したものが入っている。	• 近隣ダムの流木をダム管理事務所からの依頼で試験的に３、４年前に2度受け入れたことがある。 • 有価取引で実証実験として引き受けた。	• 近隣ダム、チップ化事業者・弊社の三者契約でチップ化事業者から調達した。 • このチップ化業者は近隣ダムから比較的安価で木材を購入していて、チップ価格が比較的高いため成立していると思われる。
証明書の発行	• 国交省がFIT証明書を発行。	• チップ業者から受領する予定。	• 実証で極少量なので無し。	• ほとんど発電に利用できなかった。
その後の継続的使用の有無とその理由	• **継続的に利用したい**と考えているが入札等の機会が無い。	• **有り**（納入しているチップ化事業者の調達によるため、自社の判断ではない）。	• 継続的な利用はない。 • **ごみの混入が非常に多く、選別を行うのに人手がかかる**ため、継続的使用は無理との判断である。混入されていたゴミはワイヤ、タイヤ、プラスチックなど。	• 同様のスキームによる今後の継続予定はない（**石や泥が多く品質面に問題があった**ため）。
過去に受け入れた量	• ダム流木と合わせ300トン程度	• 数百トン程度と少量	• ダム流木と合わせ300トン程度	• 数十トン程度と少量

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】

（１）先進事例等調査　②受入実績を有する発電所へのヒアリング調査

- 河道内樹木は発電へ継続的に利用されているが、ダム流木は２社とも今後の受入に前向きではない。
- ダム流木については、ごみの混入や石・土の付着についての回答が回答者において正反対であり、ダム流木の品質における課題が現場ごとに大きく異なることが分かった。

■ **ヒアリング結果**

表　ヒアリング結果（受け入れたバイオマスの品質等）

設問	河道内樹木		ダム流木	
	発電所Ａ	発電所Ｂ	発電所Ａ	発電所Ｂ
水分率のため仮置き期間を設けているか？その場合、どの程度で効果を得られたか？ 発電所への影響の有無	• 伐採木が一定量溜まった時に入札にかけられ、その間（半年程度等）に放置されて、結果的にある程度乾燥が進んだものを引き受けた。 • 影響が有る程の量を引き受けていない。	• チップ化事業者から搬入されるため仮置き期間は不明。	• 水分は非常に多かった。影響が有る程の量を引き受けていない。	• チップ化時業者から搬入されるため仮置き期間は不明。
土・石の混入の有無と判明してからの返却または処分の流れ 発電所への影響の有無	• 多少の小石程度は含まれているが、破砕機が停止する程ではなく、むしろ、炉へのダメージとしては一緒に入っていってしまう砂の方が長期的には問題である可能性が大きい。	• チップ購入先のチップ加工。事業者に聞くところによると、**ごみ（ペットボトル・ビニールなど）などが混入している場合が多い**とのこと。	• 積込の際に選別したため破砕以後は石・土は大きな問題にはならなかった。	• チップに石・土・泥が混入されている状況。石や土が多く発電所を傷める可能性があるため継続していない。 • ダムから水揚げした流木をアスファルト上に放置し、雨ざらしにしてから、破砕したものを持ってきてもらったが、やはり泥などは取れていなかった。
ゴミの混入とその処分及び費用について	• 自社で積込みの際に選別するので返却や処分は発生していない。		• 堆積所で受入可能な木材のみを引き取り、受入不可能な木やごみは現地に置いて行くことで了解を得ていたので、返却や処分の必要は発生していない。	• ごみはそれほど多くない。ゴミ選別の作業はダムが行ったと聞いている。ダム側が木材部分だけを選別しチップ化工場に搬入したと聞いている。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】

（１）先進事例等調査　②受入実績を有する発電所へのヒアリング調査

➢ 伐採木の発電所への搬出を安定的に行うには、発生時期と受入品質について事前の調整が必要である。

■ ヒアリング結果

表　ヒアリング内容（その他）

設問	河道内樹木		ダム流木	
	発電所Ａ	発電所Ｂ	発電所Ａ	発電所Ｂ
その他のご意見	• 受入れについて難しい点は、**供給は取引業者と定期契約を結んでいるが、突然のスポットだど置き場を確保できない可能性がある。** • ２、３カ月程度前に判明していれば、問題は解決はできるかとも思うが土場状況などタイミング次第である。	• （河道内樹木のみではなく全般について）当発電所は創業より５年を経過した。当初、**伐採やチップ化事業者が発電燃料としてのチップであるという認識、及び発電燃料に求められる品質に関する知識が不足**しており、ごみや鉄筋が混入されていたが次第に改善されてきた。 • このような文化が形成されることで発電用チップの質の向上も図れると考える。	• 左記、河道内樹木同様	• **数箇所のダム流木を見にいったことがあるが、家屋廃材の混入や朽ちた材などが混入し、引き取れる状態ではないと感じた。**選別（ごみ除去）をしないと誰も引き取らないと察する。 • ただ、チップ化事業者によると、誰が行うが問題だが、選別されて綺麗な状況であれば用材等へ引取られるため、発電用に回ってこない可能性もあるとのこと。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】

（１）先進事例等調査　③粗朶等の工法を行う事業者へのヒアリング調査

- 河道内樹木の伐採後の利活用方法の一つとして、粗朶の施工実績がある事業者を検索しヒアリングを行った。
- 粗朶は全国的に普及している訳ではなく、施工実績が一部地域に集中していることが分かった。
- 施行実績のある事業者２者から回答を得ることができた。

■ ヒアリング目的・内容

- 伐採後の河道内樹木の利活用方法として粗朶としての利用可能性を把握する。
- 粗朶の施工実績がある事業者に粗朶の普及状況や施工方法、適した樹木の種類、河道内樹木を使用する際の課題などについて聞いた。

■ 調査事業者の選定

- インターネットで粗朶に関する知見を有すると思われる事業者を検索し、粗朶の施工実績があり、現在も事業継続している事業者に電話で問合せを行い、電話ヒアリングとメールによる質問票送付により回答を得た。

■ 調査対象事業者

- 河川沈床用として用いられる粗朶の施工実績がある事業者は北陸地方に４事業者のみ存在していた。これ以外にも施工実績を有する者は存在したが、自然保護団体によるスポット的な施工と海苔用の粗朶であり、ヒアリング対象候補とはしなかった。
- 対象候補のうち、**事業者Ａ**と**事業者Ｄ**の２事業者から回答を得た。

表　インターネットで検出された河川用の粗朶の施工実績を有する事業者

事業者名	事業内容
事業者Ａ	**土木資材販売、河川（伝統河川工法）・一般土木工事、木製建造物施工**
事業者Ｂ	粗朶の生産及び販売、粗朶工法の施工、土木事業
事業者Ｃ	土木、とび土工、浚渫、一般土木、道路、下水道工事
事業者Ｄ	**粗朶の製造・施工**

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】
（１）先進事例等調査　③粗朶等の工法を行う事業者へのヒアリング調査

- 現在では粗朶施工の件数が少ない状況である。
- 粗朶の施工方法や使用する木材の性質、課題について、粗朶の施工実績を有する２事業者からは概ね同様の回答を得た。
- 河道内樹木のうち、細い幹や枝の部分のみ粗朶への利用が可能と思われる。

■ 粗朶受注の現状

- **事業者Ａ**：「平成9年の河川法改正により、河川環境の整備と保全が法の目的に追加されたことで、木材を用いる工法である粗朶の発注が平成20年頃までは増えたが、現在は愛知、まれに岐阜からの発注が年に１件程度である。国交省ではゲリラ豪雨等の影響による洪水対策が中心となり、多自然型護岸工事の発注をしなくなったのではないか。」
- **事業者Ｄ**：「平成23年頃迄はこの北陸地方整備局管内での受注ある程度はあったが、その後は生産者の雇用もままならない状態だった。今年に入って突然発注が多くなった。現在、そのための体制作りの最中である。」

■ 粗朶事業者らの河道内樹木に関する認識

- **事業者Ａ**：「河道内樹木の伐採も普段から請け負っており、河道内樹木の性質は良く理解している。」
- **事業者Ｄ**：「過去に河道内樹木を取り扱ったところ、水分と石の混入が多かった。場所によってさまざまである。」

以下は回答者に共通の回答

■ 粗朶の製造に用いる木材の条件と施工方法概要

- 粗朶に用いる木材は**①広葉樹のみ、②比較的細い木（直径約５㎝以下を目安）と枝のみで、③曲がりが少なくまっすぐなもの**であることが条件である。
- 細い木を束ねて、直径15㎝程度の一束粗朶を作り、川底に沈床させる大きさに組む。

■ 河道内樹木の伐採木を粗朶に使用する際に必要となる作業及び課題

- 粗朶としての利用を見越した丁寧な伐採が必要である。
- 伐採木の中から上記①～③の条件に合う部分（幹などの太い部分は使用できず、葉を落とした細い枝のみ）を選定する必要がある。
- 選定した部分を、粗朶の製造に必要な量を満たすまでストックヤードへ保管する。
- 粗朶の発注が事前には分からないため、発注に合わせた木材の準備といったことはできない。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】

（１）先進事例等調査　③粗朶等の工法を行う事業者へのヒアリング調査

- 粗朶施工の件数が少なく、技術を持つ事業者が少ない。
- 通常の伐採では廃棄物とされる細い幹や枝を粗朶へ活用できるため、廃棄物処理量を減らす効果は期待できる。

■ 河道内樹木を粗朶に利用する際に課題となる点とその対応策

問題の種類	課題	対応策
粗朶施工業の持続性	粗朶の発注自体が少なく同業者が減っている。	発注機関において、中長期的に粗朶をはじめとする多自然型工法の採用機会を増やす。
	中・長期的な受注量が不明であり、体制構築が困難である。	
伐採と素材の選別	広葉樹で5cm程度以下の曲がりが少ないまっすぐな部分のみを選別する必要がある。	粗朶に使用できない幹や太い枝はチップにして燃料化するなどすれば、全体として河道内樹木の廃棄物処理量を減らすことができる。
	粗朶としての利用を前提とした丁寧な伐採が必要であるため、通常の伐採よりも施工期間を要する。	発注機関において、河道内樹木の伐採から粗朶による護岸工事までの一貫した計画を立てる。
選別した素材の保管	通常の伐採ではすぐに搬出されるが、粗朶利用では施工まで保管するためのストックヤードが必要である。	
粗朶の工期・納期	丁寧な伐採後に、粗朶施工の期間を確保する必要がある。	

■ その他の課題

- 粗朶の施工実績を有する事業者は一部地域にのみ存在している。
- 河道内樹木を全国的に粗朶として利用するには、粗朶の製造・施工技術を普及するための体制が必要となる。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】
（２）伐採・集積方法別のコスト把握

- 河道内樹木伐採では、処理費が全体工事費の42%を占めていた。
- 処理費の割合が大きな中国、四国では、処理費の削減効果が発現しやすい可能性がある。

■ 河道内樹木伐採における比率

- 河道内樹木伐採における全国の伐採費用の内訳は右記の通りであった。
- 処理費は全体の42%を占めており、バイオマス化が進むことで、費用削減が見込める部分である。
- 処理費について、地域ごとに分類し、特に処理に費用を要している地域の分析を行った。
  ※処理費が工事費の42%(全国平均)を上回っている地域の絞り込みを実施
- 対象となった地域：
  関東（45.8%）、中部(45.2%)、近畿(49.1%)、中国(58.0%)、四国(52.4%)
- 地整ごとの樹木1m3あたりの費用の分布についても分析を行った。
- 結果：1m3あたりの費用は10,000円程度の地域が多い中、中国(26,000円)、四国(30,800円)、九州(20,000円)と単価が高い傾向を示した。バイオマス化に向けては、これらの地域での導入が、費用対効果が図りやすい可能性が高い。

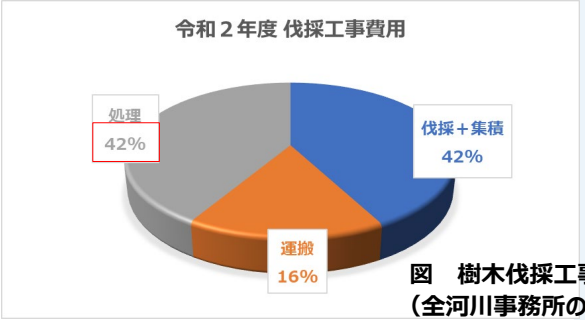


図　樹木伐採工事の内訳
（全河川事務所の合計値）

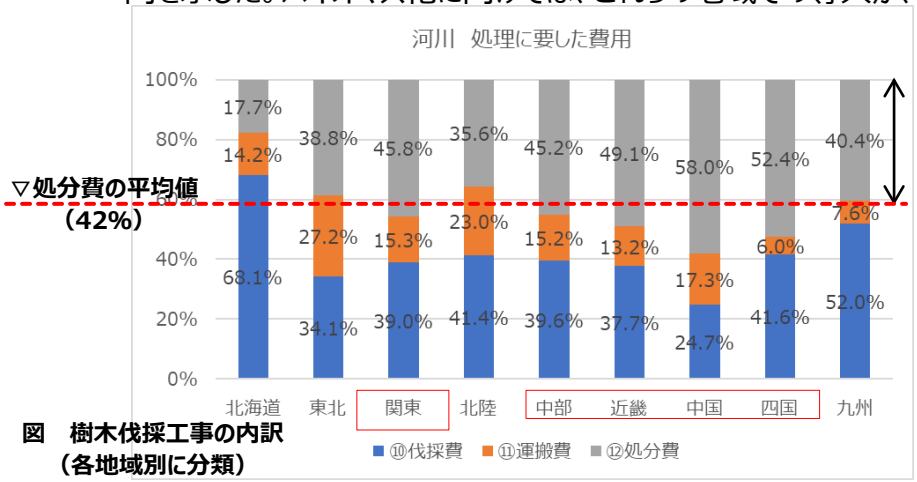


図　樹木伐採工事の内訳
（各地域別に分類）

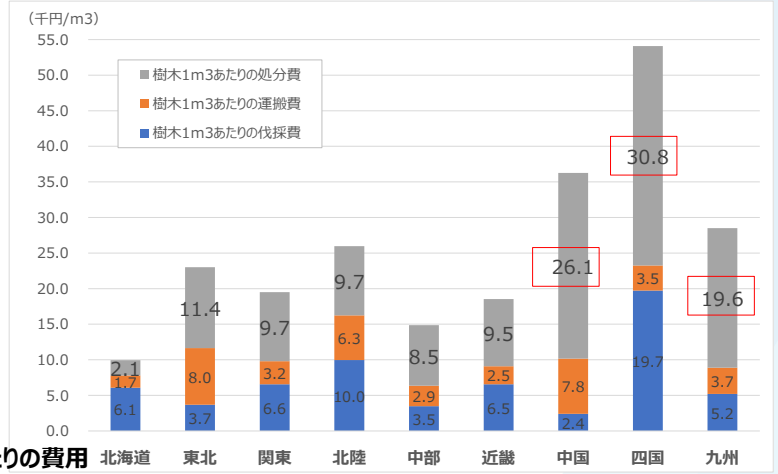


図　1m³あたりの費用

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】

（２）伐採・集積方法別のコスト把握

- ダムの流木対策では、処理費が全体工事費の28%を占めていた。
- 処理費の割合が大きな北陸、中部、九州では、処理費の削減効果が発現しやすい可能性がある。

■ 流木対策工事における比率

- 流木対策工事における全国の処理費用の内訳は右記の通りであった。
- 処理費は全体の28%を占めており、バイオマス化が進むことで、費用削減が見込める部分である。
- 処理費について、地域ごとに分類し、特に処理に費用を要している地域の分析を行った。
  ※処理費が工事費の28%(全国平均)を上回っている地域の絞り込みを実施
- 対象となった地域：
  北陸（41.0%）、中部(31.6%)、四国(46.5%)、九州(42.3%)
- 地整ごとの樹木1m3あたりの費用の分布についても分析を行った。
- 結果：1m3あたりの費用は6,000円程度の地域が多い中、北陸(13,000円)、中部(10,00円)、九州(11,000円)と単価が高い傾向を示した。バイオマス化に向けては、これらの地域での導入が、費用対効果が図りやすい可能性が高い。

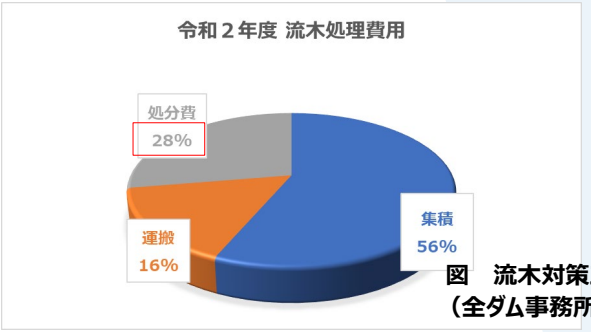


図　流木対策工事の内訳
（全ダム事務所の合計値）

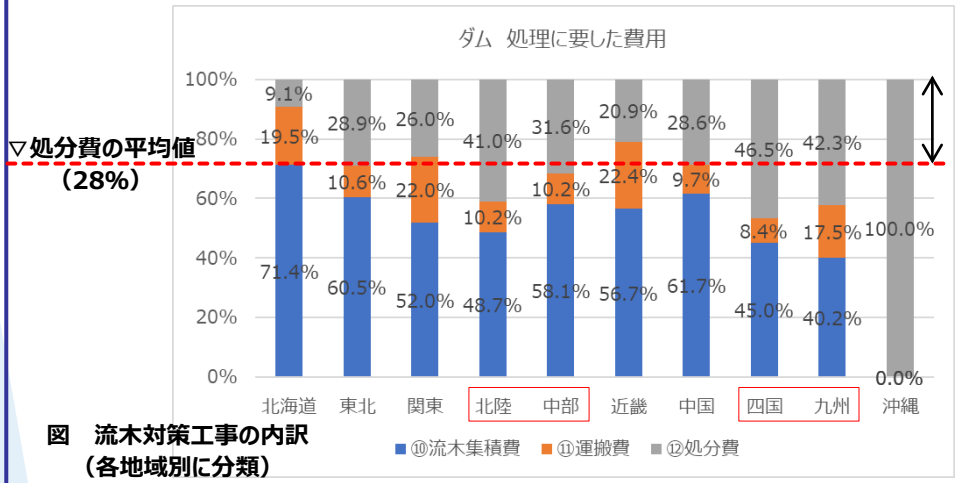


図　流木対策工事の内訳
（各地域別に分類）

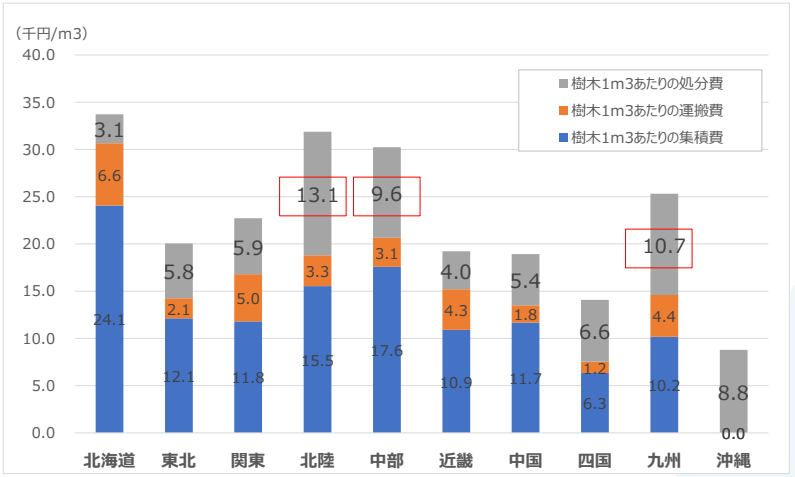


図　1m³あたりの費用

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

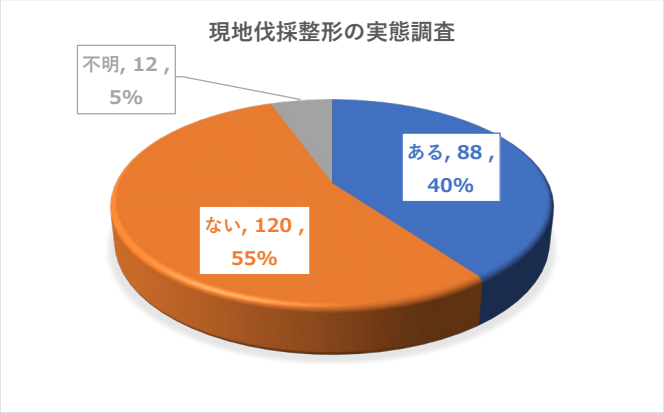
【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】
（２）伐採・集積方法別のコスト把握

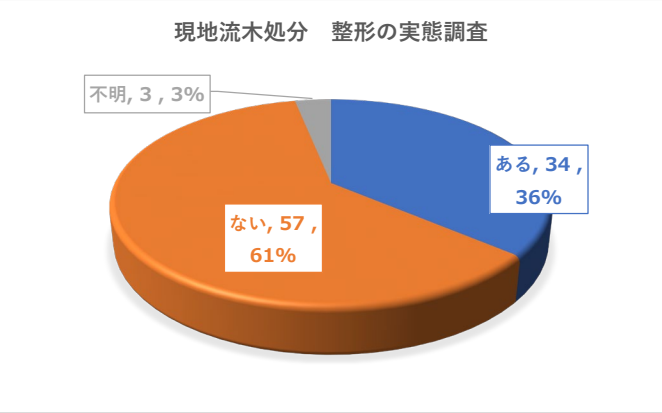
➢ 処分費に枝払いや玉切に関する費用を見込んでいるか調査を行い、見込んでいた工事における実態調査を行った。
（枝払い・玉切に要する費用の平均値は3,000円／m³）

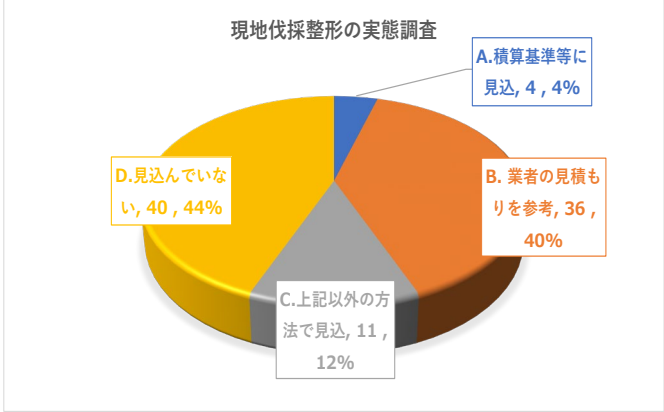
■ 枝払い・玉切りについてのコスト把握

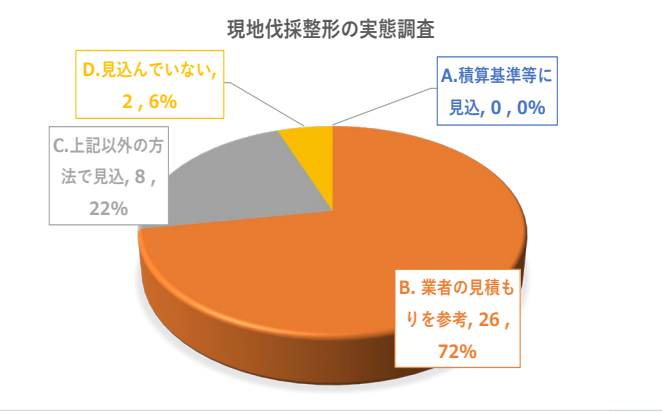
- 枝払い・玉切りの実施

樹木伐採工事・流木対策工事実施時に、枝払い玉切りを実施している事務所は、河川事務所で88事務所、ダム事務所で34事務所有り、土木工事積算基準や業者の見積もりを利用している事務所が河川事務所で40事務所、ダム事務所で26事務所あった。（全体の54%）









5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】
（２）伐採・集積方法別のコスト把握

➢ 処分費に枝払いや玉切に関する費用を見込んでいるか調査を行い、見込んでいた工事における実態調査を行った。
（枝払い・玉切に要する費用の平均値は3,000円／m^3）

■ 枝払い・玉切りについてのコスト把握

- 枝払い・玉切りの実施

樹木伐採工事・流木対策工事実施時に、枝払い玉切りを実施し、費用を見込んでいる20事務所に対し、ヒアリングを実施し、見積もり費用の情報収集を行った。

費用算出時の前提条件は以下の通りである。

・ある程度まとまった箇所を対象として実施

・対象とする樹木は、ヤナギ・ニセアカシア・ハリエンジュ・クルミ（樹径10～50㎝）

・使用機械としてはチェーンソー

回答を受けた結果からは、枝払い・玉切りに対するコストが、以下の範囲で設定されていることから明らかとなった。

表 枝払い・玉切りコスト

	枝払い・玉切りコスト
平均値	3,000円／m3
上限値	4,400円／m3
下限値	1,700円／m3

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】
（３）現地チップ化調査

■ 調査目的

- 令和２年度調査において、チップ形態での搬入を条件とする発電所は24件（45%）であった一方、チップ化を行う燃料供給事業者（チップ工場）は河川管理者側が処理費を支払う逆有償を条件とする事業者が32件（38%）であった。
- これらの流通ルートでは、処理コストの低減に繋がりにくい。
- 伐採工事と合わせて現場でチップ化を行うことが可能であれば、新たな流通ルートとなり受入可能性が広がると考えられる。本調査では実際に現場チップ化を実施し、コストの算出や生産されたチップの品質評価などを行うことで、現場チップ化の可能性について検討を行う。

■ 調査項目

- 調査対象地の位置、面積
- 調査対象地の資源量
  （コドラートを設定しての立木の樹種、直径、樹高の調査から推計）
- 伐採、造材、集積作業の方法・手順および作業量・作業時間
- 調査対象（チップ化対象）の丸太の末口直径および長さ
- 現地チップ化作業の方法・手順および作業量・作業時間
- 作業効率上・安全管理上の工夫や課題等（聞き取り）

■ 取りまとめ方針

- 現場チップ化コスト算出
- 中間処理施設において処分した場合との運搬費を含めたコスト比較
- 現場チップ化によるチップの燃料としての品質評価

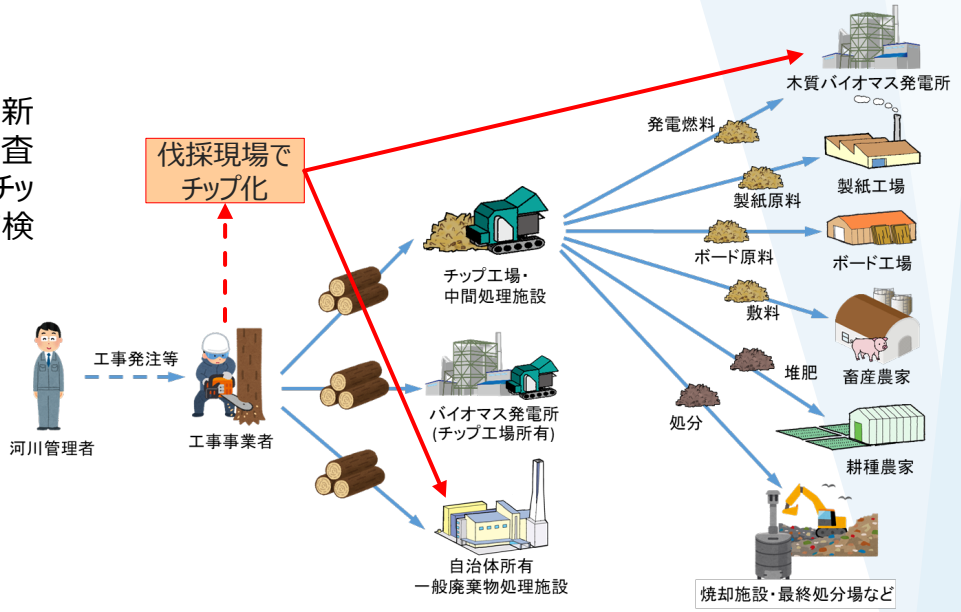


図　バイオマス利活用における現場チップ化の位置づけ

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【 4）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】
（３）現地チップ化調査

- 茨城県河内町布鎌地先・利根川河川敷において、河道内樹木の伐採前の資源量の把握、伐採後の現地でのチップ化の実証試験を行った。
- 調査地内は、直径20～40cm程度の立木（ヤナギ類など）が繁茂していた。

■ **調査地概要**

表　調査地概要

管轄	利根川下流河川事務所
河川名	利根川
伐採地先	茨城県河内町布鎌地先
伐採面積	約2.7ha
樹種	ヤナギ



図　調査地位置図



図　調査地航空写真







図　調査地写真（伐採前）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】
（３）現地チップ化調査

- 本調査では、出力225kWの切削チッパーを使用した。
- 伐採木のうち10t程度（運搬トラック1台分相当）を予定してチップ化し、その作業状況等を調査対象とした。

■ 調査使用機械及び調査フロー

- 調査に使用する機械諸元、チップ化予定量及びチップ化時の伐採木規格を下表に示す。
- 本調査では、伐採木のうち10t程度を予定してチップ化を行い、作業の状況等について把握し、分析を行った。

表　使用機械諸元

チッパー	ウッドハッカーMGEA540 出力：225kW 全長：6,150mm 全幅：2,470mm 全高：2,800mm 本体重量：13.6t チッパータイプ：切削チッパー
グラップル	0.45m³グラップル
チップ運搬トラック	50m³深ダンプ車（チッパーからの直接積込）

表　チップ化予定量・伐採木規格

チップ化予定量	• 10t程度（伐採業者の負担考慮）
チップ化時の伐採木条件	• 枝葉を除去 • 直径30cm以下（目視によるおよその判定）、長さ1m以上（1m以上であれば指定なし） • ごみなどの異物混入不可

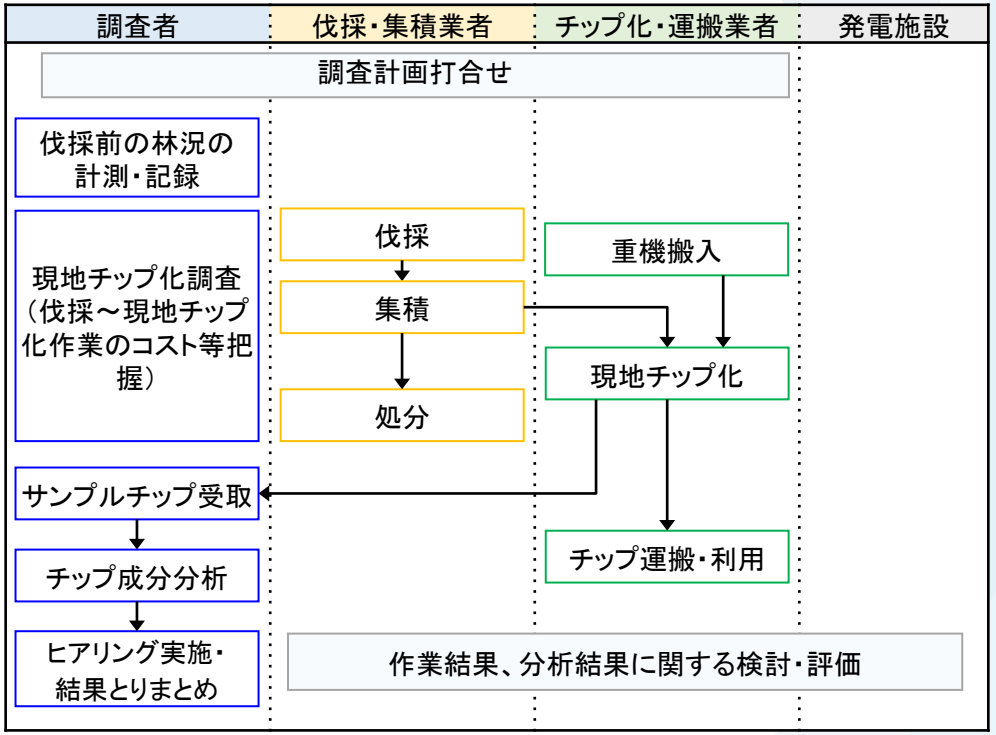


図　検討/調査フロー

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】
（３）現場チップ化検証

- 50m×20mのプロットを2箇所設置し毎木調査を実施、伐採予定地全体の資源量を推計した。
- 現地でのチップ化の実証から、日あたり77t（100m³）のチップ化処理が可能と推計された。

■ 調査地の資源量及びチップ化作業の概要

表　調査地の資源量等の概要

伐採面積	約2.7ha
樹種	ヤナギ類(ジャヤナギ、マルバヤナギ)、オニグルミ
繁茂状況※1	平均胸高直径：34cm 平均樹高：12m 資源量：134m³/ha
伐採地全体における推計資源量※2	363m³（280t）

表　チップ化作業の概要

使用機械	・グラップル（0.45m³クラス） ・木材破砕機（最大供給径Φ56cm） ・運搬トラック（50t積載）
チップ化対象丸太※3	丸太266本（材長約2m、平均直径16.1cm、推計材積13.3m³）
チップ化所要時間	約48分間
チップ生産量※4	10.29t

1日6時間の稼動と仮定すると、約77t/日（100m³/日）の材を処理できると試算された。

※1：50m×20m（0.1ha)のプロット2箇所を設置し、毎木調査により樹種、立木本数、直径、樹高を測定。測定結果から立木幹材積表により資源量（材積）を推計した。
※2：繁茂状況の調査結果134m³/haに伐採面積を乗じて算出。チップ化対象丸太とチップ生産量の関係から比重0.77t/m³として363m³から280tと換算。
※3：材長・直径は15本をサンプル調査した値、材積はサンプル計測した材長・直径から1本あたり材積を算出し丸太本数を乗じて算出した。
※4：重量はトラックスケールによる測定値。

図　資源量把握のためのプロット

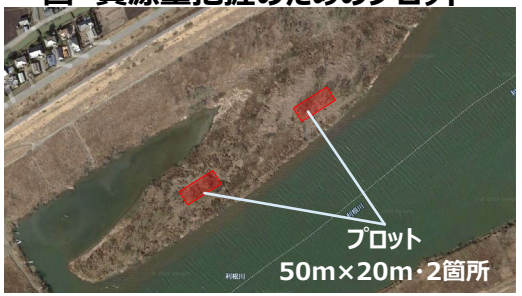


図　毎木調査（直径測定）



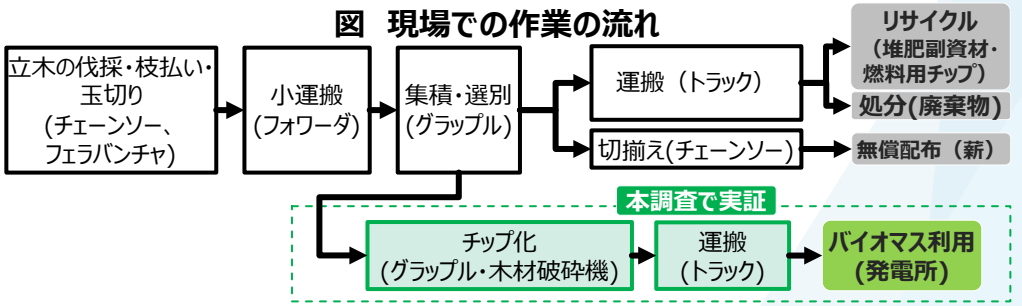
図　チップ化作業



図　チップ化のため集積した丸太



図　現場での作業の流れ



調査地：茨城県河内町布鎌地先・利根川河川敷

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】
（３）現場チップ化検証

- 現場チップ化にかかるコストについて、現場チップ化の実証結果を基に試算（重機回送費等を除く現場での直接経費）した。
- 1日6時間の稼動と仮定すると、生チップ加工量は77tとなり、生チップ1tあたりコストは12,900円と試算された。

■ 現場チップ化に係るコストの試算①実証結果および1日あたり作業

（※ 重機回送費・諸経費・作業員法定福利費を除く現場での直接経費）

- 実証では、10.29tと少量の作業に対し1日機械等を確保したため、生産量あたりコストは高コスト（32,300円/t）と算出された。
- 1日フル稼動に相当する量の生産を行った場合、生チップ加工量は77tとなりチップ1tあたりのコストは12,900円/tと試算された。

表　実証での生産量に対するコスト試算
（チップ化作業時間：48分、生チップ生産量：10.29t）

工程	数量	単価（円）	使用機械・作業方法・備考
造材	丸太266本	53,200	チェーンソー造材
小運搬	1日	10,200	不整地運搬車（4t積み） 1台
チップ化	1日	159,572	木材破砕機1台、0.45㎥クラスグラップル1台
労務費	1日	61,500	普通作業員 3名
燃料費	2台×1h	3,510	重機2台が消費量15L/hとして試算
燃料費	1台×1h	4,095	木材破砕機1台が消費量35 L/hとして計算
運搬	1車	40,000	50㎥積載セミトレーラー 1往復
コスト合計		**332,077**	
生チップ1tあたりコスト		**32,300**	**生チップ加工量 10.29 t**

※実証以外の工程（造材、小運搬）は、聞き取り調査等から仮定を置いて積算

表　1日フル稼働相当の生産量に対するコスト試算
（現場作業：8h/日、破砕機等の重機の実稼動時間：6h/日、生チップ生産量：77t）

工程	単位	単価（円）	使用機械・作業方法・備考
造材	丸太1,995本	399,000	チェーンソー造材
小運搬	1日	10,200	不整地運搬車（4t積み） 1台
チップ化	1日	159,572	木材破砕機1台、0.45㎥クラスグラップル1台
労務費	1日	61,500	普通作業員 3名
燃料費	2台×6h	21,060	重機2台が消費量15L/hとして試算
燃料費	1台×6h	24,570	木材破砕機1台が消費量35 L/hとして計算
運搬	8車	320,000	50㎥積載セミトレーラー 8往復
コスト合計		**995,902**	
生チップ1tあたりコスト		**12,900**	**1日あたり生チップ加工量 77 t**

※試算は、重機回送費・諸経費・作業員法定福利費を含めない直接経費

表　現場チップ化実証でのコスト試算　単価の設定

工程	単位	単価（円）	使用機械・作業方法等	根拠資料
造材	丸太100本あたり	20,000	チェーンソー造材・労務費込み	伐採処理実態調査のヒアリングによる
小運搬	損料 日額	10,200	不整地運搬車（4t積み） 1台	「治山・林道事業設計単価一覧表（工事）」＊1
チップ化	損料 日額	11,700	グラップル 損料	「治山・林道事業設計単価一覧表（工事）」＊1
チップ化	損料 1時間あたり	734	アタッチメント 掴み装置 1.0m級	「治山・林道事業設計単価一覧表（工事）」＊1
チップ化	損料 日額	142,000	木材破砕機	「治山・林道事業設計単価一覧表（工事）」＊1
労務費	1日あたり労務費	20,500	普通作業員	令和3年3月から適用する公共工事設計労務単価＊2
燃料費	1Lあたり	117	軽油	農林水産省 令和２年農業物価統計
運搬	1車あたり	40,000	50㎥積載セミトレーラー 1往復・運転手込み	現地チップ化実証試験 委託業者見積書
回送費	1往復	50,000	グラップル、不整地運搬車の回送費	現地チップ化実証試験 委託業者へのヒアリングによる
回送費	1往復	140,000	木材破砕機の回送費	現地チップ化実証試験 委託業者へのヒアリングによる

＊1：林野庁関東森林管理局 令和4年1月11日以降適用 茨城県の単価

＊2：林野庁関東森林管理局 令和3年3月以降適用 茨城県の単価

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】
（３）現場チップ化検証

- 調査地全体（2.7ha・推計材積363m³）を対象として、現場チップ化にかかる費用を試算した。
- 1日6時間の稼動・チップ生産量等より、工期を4日と設定した。重機回送費を含めた現場でのコストは、14,900円/tと試算された。
- 処分費（幹15,000円/t・運賃込み）と比較して、現場チップ化にかかるコストは同等程度と試算された。

■ 現場チップ化に係るコストの試算② 調査地（2.7ha・推計材積363m³）全体を処理した場合

（※ 重機回送費込み、諸経費 ・ 作業員法定福利費を除く現場での直接経費）

- 調査地の全伐採木からチップ化可能な部位を、全てチップ化対象と想定し機械回送費等を含めたコストの試算を行った。その結果、チップ化にかかるコストは14,900円/tと試算された。
- 聞き取り調査より、従来の処分費は、幹・枝葉部分で15,000円/t（運賃込み）、燃料用チップ材の販売価格は、約5,000円/tであった。現場チップ化のコストは、幹・枝葉部分の処分費と同等程度であり、燃料用チップ材の販売額を差し引きした場合更に有利になると考えられる。

表　調査地の全体を対象にチップ化した場合のコスト試算

2.7ha・363m³の材をチップ化、現場稼動：8h/日、破砕機等の重機の実稼動時間：6h/日、工期：4日間（破砕機の稼動：合計3.64日）

工程	数量	単価（円）	使用機械・作業方法・備考
造材	丸太7,260本	1,452,000	チェーンソー造材
小運搬	4日	40,800	不整地運搬車（4t積み） 1台
チップ化	4日	638,288	木材破砕機1台、0.45㎥クラスグラップル1台
労務費	3名×4日	246,000	普通作業員
燃料費	2台×6h×4日	84,240	重機2台が消費量15L/hとして試算
燃料費	1台×6h×4日	98,280	木材破砕機1台が消費量35L/hとして計算
運搬	28車	1,120,000	50㎥積載セミトレーラー 28往復
回送費	2往復・2台	200,000	グラップル・不整地運搬車 搬入・撤去
回送費	2往復・1台	280,000	木材破砕機 搬入・撤去
コスト合計		**4,159,608**	
生チップ1tあたりコスト		**14,900**	**生チップ加工量 280 t**

表　河道内樹木の処分費（聞き取り調査より）

部分	処分量（t）	処分費単価（円/t）	処分費（円）
枝葉	214.84	15,000	3,222,600
幹	81.41	15,000	1,221,150
根	62.58	20,000	1,251,600
合計	**358.83**		**5,695,350**

※処分費は、リサイクルプラント（千葉県印西市）への運搬費込み

同等程度のコスト

※試算は、諸経費、作業員法定福利費を含めない直接経費

試算条件設定：繁茂状況の調査結果等から推計されるチップ化量は280tであり、このチップ化に必要な木材破砕機の稼動は3.64日（実稼動時間6h/日と仮定）と計算される。実際には、重機搬入・撤去、各作業日の準備・打合せ・片付けが必要と考えられるため、調査地全体の処理に4日間の工期がかかると仮定した。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【４）河川付近のバイオマスの品質向上・低コスト化手法の検討】
（３）現場チップ化検証

- 現場チップ化を実施するためには、木材破砕機等の重機の搬入ルートの確保（搬入可能なサイズの重機の選択）が必要となる。
- 現場チップ化を実施するためには、木材の集積場所付近に20m×20m程度の作業スペースを要する。
- コストが高い木材破砕機の稼働率を高めるためには、複数のチップ運搬車・待機場所の確保か、チップの仮置き場所（鉄板敷）の確保が必要となる。

■ 現場チップ化を効率的に行う上での留意点・課題

河川敷地のスペース等	• チップ運搬車、木材破砕機の搬入ルートの確保が必要。 • 今回は、搬入ルートが狭いことから木材破砕機を当初予定より小さなサイズに変更した。 • グラップル、木材破砕機、チップ運搬車の配置を考慮すると、約20m×20mの作業スペースが必要となる。
機械サイズ	• 実証では、0.45m³クラスのグラップルを使用した。グラップルは、材の掴み～木材破砕機の投入までを、アームの旋回のみで作業できた（履帯で小移動する必要が無かった）ため、作業効率が高かったものと考えられる。 • 0.25m³クラスのグラップルを使用した場合は、アーム長が短いため、小移動による作業効率が低下すると考えられる。
生産性の維持のための対応	• 実証ではチップ運搬車1台分のみのチップ化を行ったが、1日を通して稼動する場合は、複数のチップ運搬車を手配することとなる。 • 運搬車の到着待ち等によりコストが高い木材破砕機の稼働率低下を防ぐために、以下のいずれかの対応が必要となる。 1) チップ運搬車を複数台手配し、待機スペースを確保する。 2) チップ運搬車の到着まで待機時間があり、この間もチップ化作業を進める場合は、チップの仮置き場所の確保（鉄板敷）および積込み用の重機を手配する。 3) チップ化時に丸太の移動等を最小限とするため、機械配置等を考慮した丸太集積を行う。
チップ品質確保	• チップは、破砕機のシューターから運搬車の荷台へ直接投入された。チップを地面に直置きすることがなく、チップ化工程で土等の汚れが付くことはないため、チップの品質確保に繋がった。 ※実証では、チップ化の前段階において土が多く付着していた。

図　チップ化作業における重機の配置

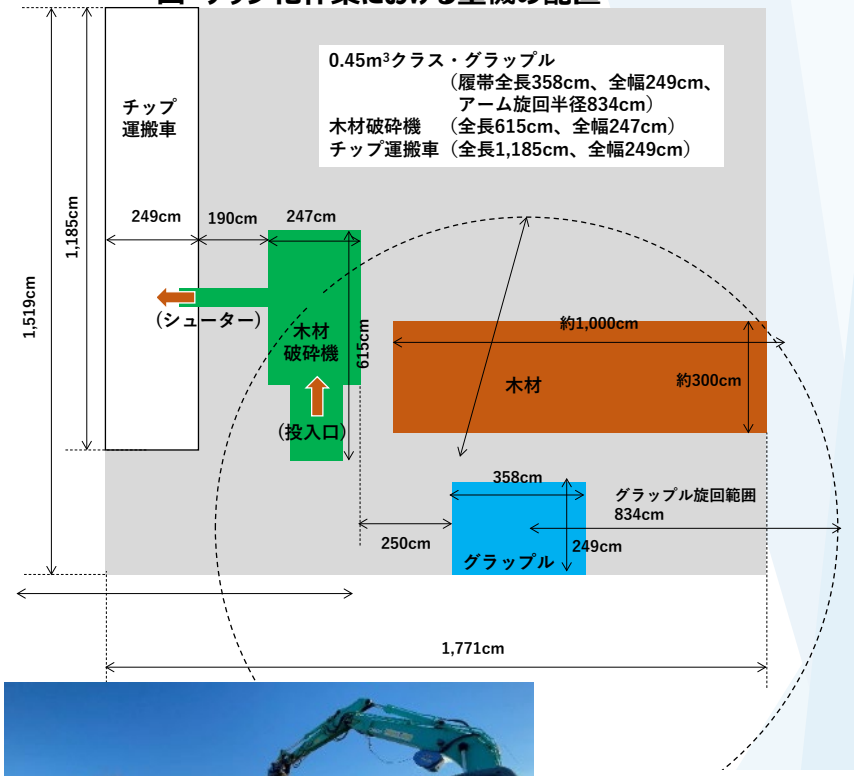




図　木材破砕機と回送車



5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【 5）都道府県等自治体管理河川のバイオマス利活用実証のモニタリング】

【検討/調査内容】

「令和２年度既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業」では、主に国土交通省管理河川において伐採作業とチップ化作業の実証を実施したが、本項目では、都道府県等の管理河川を対象に同様のモニタリングやヒアリング等を実施し、利用上の課題等の確認を行うほか、普及啓発資料への掲載事例として整理した。

■実施方針

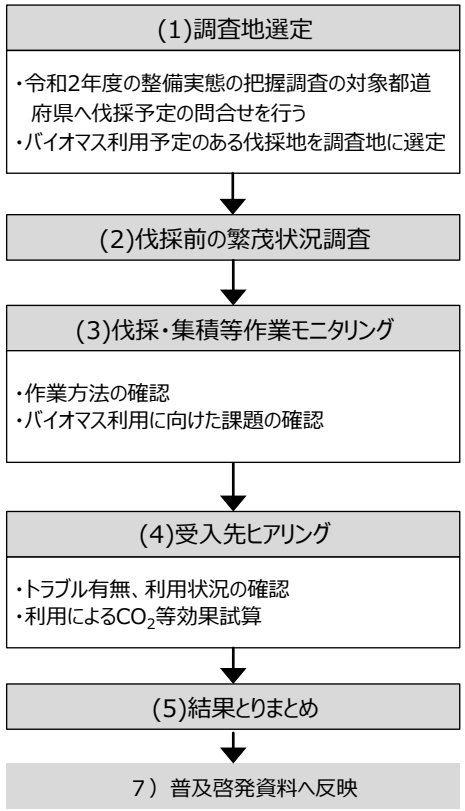


図　検討/調査フロー

■実施内容

(1)調査地選定

「令和２年度既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業」における「３） 都道府県管理河川における河道内樹木整備実態の把握」の調査対象10都道府県に対し、令和３年度の伐採予定や伐採木のバイオマス利用予定を確認し、バイオマス利用予定のある伐採地を選定した。選定の際には、普及啓発資料に掲載する事例として他事例とのバランスを考慮した。

(2)伐採前の繁茂状況調査

伐採前の河道内樹木について、調査用プロットを設定し、胸高直径、樹高、立木本数を計測し、立木密度、材積等を算出した。算出結果や平均樹高・平均胸高直径等の数値は令和２年度の「１）河川付近のバイオマス利活用に関する実証のモニタリング」と比較し、調査地の繁茂状況を確認した。

(3)伐採・集積等作業モニタリング

調査地における伐採や集積等の様子を確認し、バイオマス利用を想定した伐採等作業の方法や課題点を整理した。

(4)受入先ヒアリング

伐採木の利用先において、利用状況等をヒアリングするとともに、 CO_2削減効果などを整理し、昨年度の調査結果と比較し課題を整理した。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【５）都道府県等自治体管理河川のバイオマス利活用実証のモニタリング】

（１）調査地選定

- 令和２年度の「都道府県管理河川における河道内樹木整備実態の把握」において調査を実施した都道府県を対象に今年度の伐採予定を確認し調査地選定を行う。
- 対象都道府県は、いずれも緊急３か年事業において河道内樹木伐採を実施しており、昨年度のアンケート調査において受入可と回答した施設が複数所在している。
- 令和３年度の伐採予定は、対象都道府県では全て伐採が予定されており、うち数箇所ではバイオマス利用が予定されていた。

表　対象都道府県の伐採状況及び受入先施設数

都道府県名	緊急３か年事業※における伐採箇所数・伐採量（令和２年度調査結果）	受入先施設数（令和２年度調査結果）（受入可件数/昨年アンケート対象件数）			令和３年度伐採予定の問合せ結果		
		発電所	チップ工場	一般廃棄物処理施設	伐採箇所数（括弧内はバイオマス予定のある箇所数）	合計伐採予定面積（m^2）	樹種
A	2か所　（1200m^3）	5／10	8／17	8／15	12（12）	78,500	竹以外
B	11か所　（不明）	4／7	1／8	3／5	9（0）	30,300	竹以外
C	2か所　（760m^3）	4／8	2／2	2／4	19（3）	372,000	ﾔﾅｷﾞ、ﾊﾘｴﾝｼﾞｭ、ｱｶｼﾔ、その他雑木
D	多数　（不明）	2／8	4／9	3／6	6（0）	121,200以上	ﾔﾅｷﾞ、ｱｶｼﾔ、ｸﾙﾐ、ﾆｾｱｶｼｱ、竹、その他樹木
E	6か所　（6,800t）	3／8	0／0	2／8	2（0）	22,000	竹以外（樹種不明）
F	51か所　（13,200t）	1／3	2／3	5／6	13（3）	346,500	ﾏﾂ、ﾊﾘｴﾝｼﾞｭ、ｱｶｼｱ、ｸﾙﾐ、竹
G	12か所　（20,400t）	1／5	2／4	11／17	2（0）	700	竹以外
H	18か所　（7,700t）	2／5	2／2	3／6	1（0）	12,000	竹
I	12か所　（3,900t）	3／5	3／4	3／4	1（0）	3,000	竹以外
J	21か所　（3,200t）	2／8	2／8	1／2	12（0）	33,000	ｱｼ、ｵｵﾌｻﾓ、竹、雑木

※「防災・減災、国土強靭化のための３か年緊急対策」（2018年度～2020年度実施事業）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【 5）都道府県等自治体管理河川のバイオマス利活用実証のモニタリング】
（１）調査地選定

- 調査地は、長野県の管理河川である高瀬川の維持管理工事現場とした。
- 平均胸高直径24cmのマツ類が繁茂しており、伐採木は森林組合が買い取って燃料利用された。

■ **調査地概要**

表　調査地概要

管轄		長野県 大町建設事務所
河川名		高瀬川
伐採地先		長野県大町市大町
伐採面積		4.5ha
樹種		マツ類
繁茂状況※1	**樹高**	最小3m、最大22m、平均10m
	胸高直径	最小6cm、最大48cm、平均24cm
	密度	950～1,000本/ha程度
	林齢※2	20～50年生
伐採木利用･処理概要		• 利用可能なものは森林組合が買取り、チップ工場にてチップ化を行う。チップは令和４年５月稼働予定の近隣飲料工場の熱利用ボイラの燃料とする予定。 • 利用不可の枝等は民間の中間処理施設にて処理予定（リサイクルされてセメント工場の発電用燃料に使用されていると思われる）。

※１：200m^{2}の円形プロットを設定し毎木調査を行った。
※２：伐採木をランダムに選び林齢を計数した結果。

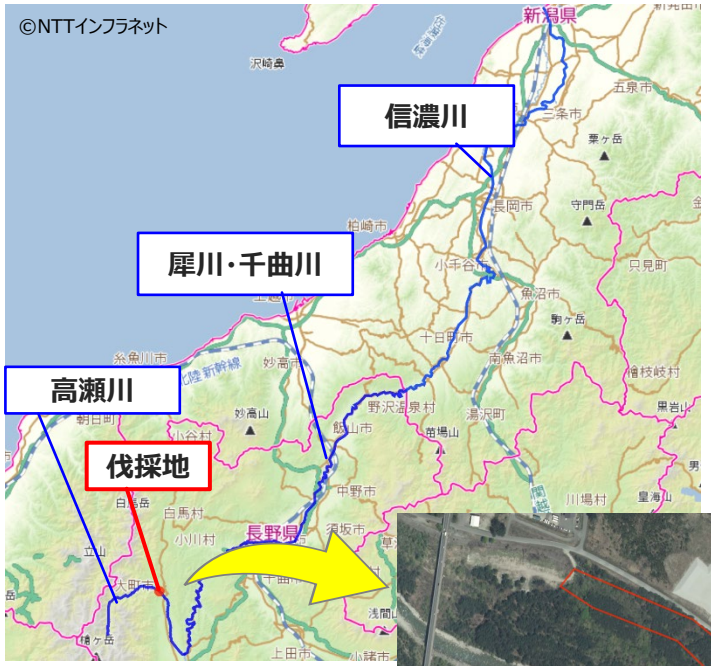


図　調査地位置図

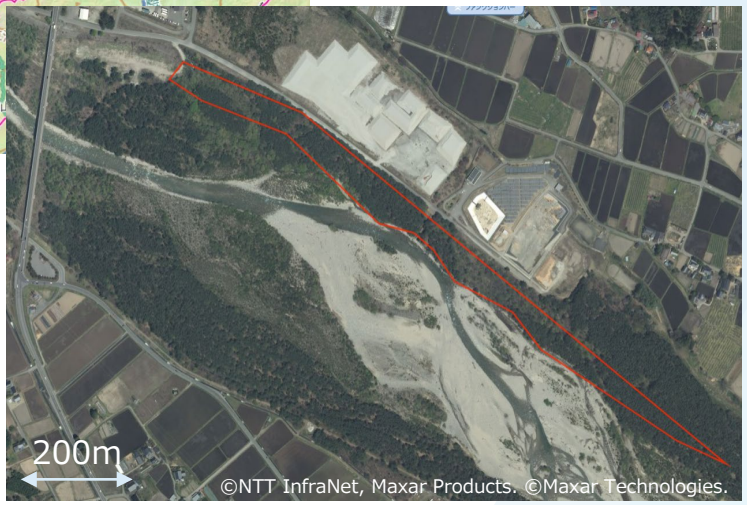


図　調査地航空写真

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【５）都道府県等自治体管理河川のバイオマス利活用実証のモニタリング】
（２）伐採前の繁茂状況調査

- 調査地は全面でマツ類が主な樹種であった。
- 伐採前の立木には一部苔の付着が見られたが、ほかに目立った異物付着などは見られなかった。



図　調査地（林外からの様子）



図　苔の付着状況



図　調査地（林内の様子）



図　調査地（林内の様子）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【５）都道府県等自治体管理河川のバイオマス利活用実証のモニタリング】
（２）伐採前の繁茂状況調査

➢ 令和３年度調査地は令和２年度調査地と比較して胸高直径が大きく、資源量が多い傾向にあった。

■ **調査プロットにおける毎木調査結果**

- 令和２年度、令和３年度の各調査地において、200m^{2}の円形プロットを設定して毎木調査により繁茂状況を調査した結果を下表に示す。
- 全国的に見ると河道内樹木は多くが広葉樹であるが※１、令和３年度調査地の主な樹種は針葉樹であり、ほか２か所と比較して胸高直径が大きく資源量が多い傾向にあった。河道内樹木は場所によって樹種や資源量にばらつきがある。

表　令和２～３年度の各調査地の河道内樹木繁茂状況

		令和２年度調査地（山形県管理河川）	令和２年度調査地（栃木県の国土交通省直轄河川）	令和３年度調査地（長野県管理河川）
伐採面積		約3ha	計1.5ha	4.5ha
樹種		ハリエンジュ	ハリエンジュ	マツ類
繁茂状況	樹高	最小3m、最大17m、平均10m	最小2m、最大13m、平均6m	最小3m、最大22m、平均10m
	胸高直径	最小4cm、最大42cm、平均17cm	最小2cm、最大28cm、平均10cm	最小6cm、最大48cm、平均24cm
	密度	900～1,100本/ha程度	1,600～1,800本/ha程度	950～1,000本/ha程度
	林齢※２	15～30年生	10～20年生	20～50年生



図　伐採前の様子（山形県調査地）

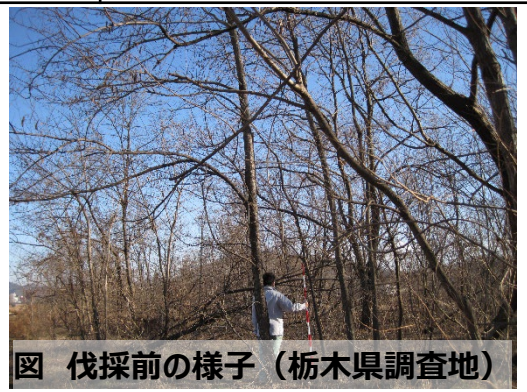


図　伐採前の様子（栃木県調査地）



図　伐採前の様子（長野県調査地）

※１：（参考）佐貫ら「全国一級河川における河道内樹林化と樹木管理の現状に関する考察」（2010年、河川技術論文集16）
※２：伐採木をランダムに選び林齢を計数した結果。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【５）都道府県等自治体管理河川のバイオマス利活用実証のモニタリング】
（３）伐採・集積等作業モニタリング



図　伐倒後の様子



図　作業の様子（造材）



図　作業の様子（選別・集積）

- 伐採・造材の作業は、チェーンソー、プロセッサ（造材用アタッチメント付き重機）、グラップルにより行われていた。
- チップ化事業者（近隣森林組合）の受入規格は長さ4mで直径は問わないとされており、その規格に合わないものや、末木枝条、伐根などは中間処理施設でリサイクルされる予定である。

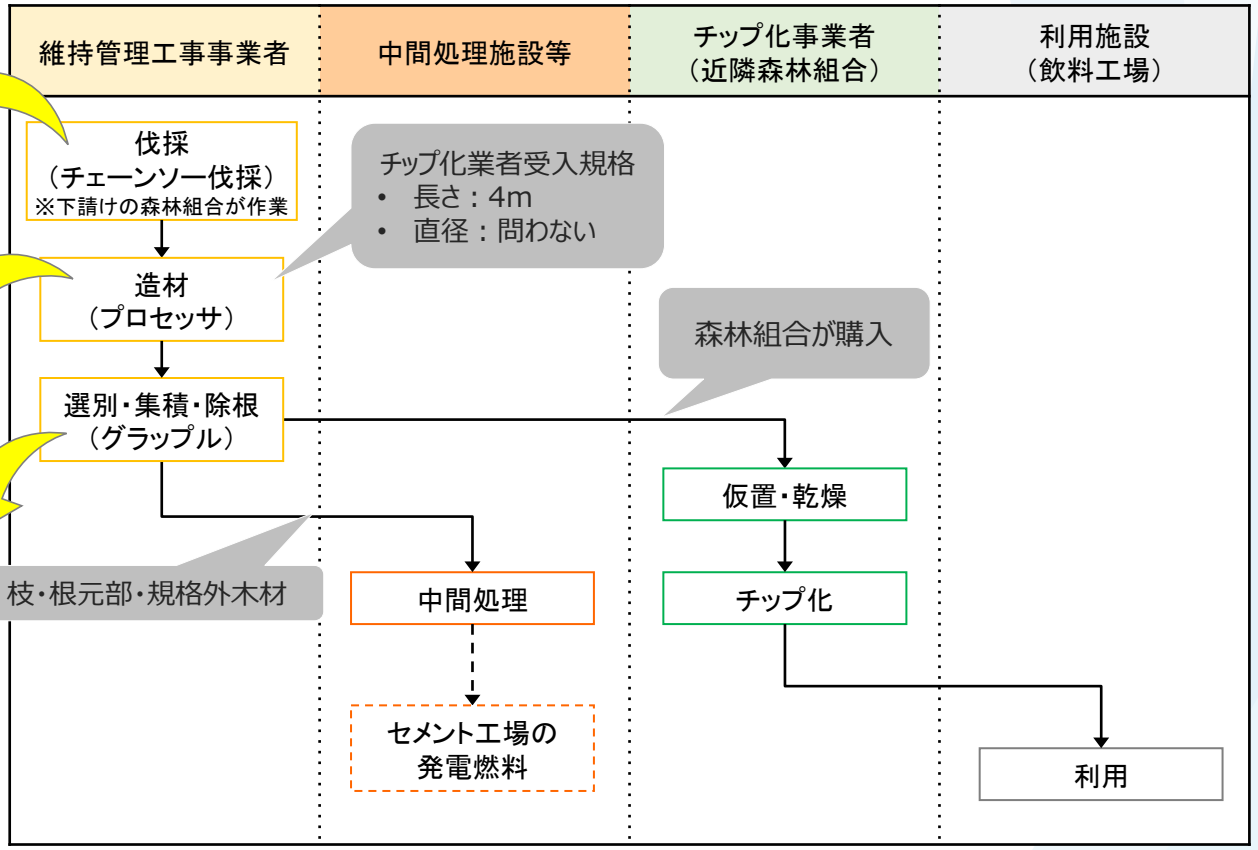


図　利用フロー図

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【 5）都道府県等自治体管理河川のバイオマス利活用実証のモニタリング】
（３）伐採･集積等作業モニタリング

■ 伐採木材及び伐採後の調査地の様子



図　伐採木材（バイオマス利用分）



図　伐採木材（バイオマス利用分）



図　伐採木材（枝条･伐根）



図　伐採後の様子

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【５）都道府県等自治体管理河川のバイオマス利活用実証のモニタリング】
（３）伐採・集積等作業モニタリング

- 河道内樹木の伐採作業における特徴としては、チェーンソーの目立て頻度が上がることが挙げられた。ただし、平地での作業のため山林での作業よりも楽な部分もあり、バイオマス利用を想定しての伐採作業自体に大きな課題は見られなかった。
- 維持管理工事事業者からはバイオマス利用した際のバイオマス発生量の予測が難しいという課題が挙げられた。

■ 河道内樹木利用に係るヒアリング結果

表　ヒアリング結果一覧

ヒアリング項目	ヒアリング結果
利用量・処分量	• 調査地4.5haでは、幹部(バイオマス利用)592t、枝葉(廃棄物処分)286t、抜根(廃棄物処分)390tが発生した。 • 調査地以外に、市内高瀬川における伐採地のうち、森林組合に販売された幹部は507tあり、令和３年度は計1,099tが利用されている。
河道内樹木の利用に至った経緯	• 従来は河道内樹木は近隣住民への配布が主な利用方法となっていたが、マツ類は薪ストーブ用としては不向きであり需要が少ない傾向にあった。 • 別の利用方法として、複数事業者から買取提案があったが、そのうちの森林組合は伐採地近隣に新たにチップ工場を整備予定であったことから、森林組合が買い取り利用することとなった。
伐採・利用に係る経費	• 積算は伐採工程（除根あり）の単価を用いている。 • 森林組合への運搬費は長野県の負担である。
作業の違い	• 山林の木材と異なり、河道内樹木は砂の付着がありチェーンソーの刃が早く痛み目立て頻度が上がると感じるが、平地での作業のため楽な部分もある。
河道内樹木の品質について	• チップ化するにあたり現時点では特に気になる点はない。
河道内樹木利用に係る課題	• 出来高が見えず、運搬費や運搬回数の予測が難しい。伐採工程ではツル植物への対応などの負荷予測がしづらい。バイオマス利用のための追加作業について下請けとの調整手間がかかった。 • 針葉樹は住民配布しても利用されにくい。C材としては利用できる。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【 5）都道府県等自治体管理河川のバイオマス利活用実証のモニタリング】
（４）受入先ヒアリング

- 本調査地の河道内樹木は近隣チップ工場でチップ化されており、一部が飲料工場の蒸気ボイラ燃料に使用される予定である。
- 森林経営計画由来の間伐材等は発電用燃料に優先的に使用されており熱利用施設には供給されにくい現状があるなか、熱利用施設には河道内樹木を活用することで地産地消を目指している。
- 今後は燃焼灰の活用や枝葉の活用を目指し検討を進める予定がある。
- 令和３年度に伐採された河道内樹木約1,100tを全て利用した場合、CO_2削減量は約440t-CO_2※１と試算される。

※１：河道内樹木水分率40%、低位発熱量9.6MJ/kg、木質バイオマスボイラ効率83%、代替するLNGボイラの効率98%、木質バイオマス利用量1,100tとしてパシフィックコンサルタンツ(株)が算出。ボイラの実際のCO_2削減量とは異なる。

■ 河道内樹木利用の取組概要

表　受入先の取組概要

		概要
チップ工場	チップ工場	北アルプス森林組合チップ工場（大町市内）
	チッパー	Pezzolato社製（イタリア）
	チップ生産量	年間3,000t予定
	河道内樹木使用予定	高瀬川の河道内樹木約1,100tを既にチップ工場及び貯木場に搬入済み。
	その他	• 森林経営計画由来の間伐材等は発電用燃料に優先的に使用されており熱利用施設には供給されにくい現状があるなかボイラ燃料として河道内樹木も活用している。 • 枝葉等もチップ化可能なため今後は枝葉のチップ利用を検討する予定である。
ボイラ施設	チップ利用先（伐採木のうち一部）	サントリー天然水 北アルプス信濃の森工場内ボイラ施設（大町市内） （エネルギー事業会社の(株)シーエナジーが、工場内の所有ボイラ施設で蒸気を生産し工場へ蒸気供給を行う予定。令和４年５月稼働開始予定。）
	利用用途	主に殺菌、ほかに空調に蒸気を利用
	CO_2削減効果	河道内樹木をはじめとした木質バイオマスの利用により、LNG使用量が削減され、CO_2削減効果が期待される。





図　左：チップ化の様子、右：河道内樹木チップ





図　左：ボイラ設備等、右：サイロに投入した河道内樹木チップ

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【6）河道内樹木・ダム流木以外のバイオマス利用可能性の検討】

【検討/調査内容】

昨年度業務の結果を踏まえ、実証等が行われた施設へのヒアリングにより利用状況や課題について取りまとめた。また、河川以外の都市インフラ整備に伴い発生するバイオマスと合わせることによるポテンシャル増加の可能性を検討するため、発生量や発生時期、利用状況等の基礎情報を整理した。

■実施方針

(1)刈草利用状況ヒアリング
・ヒアリング対象選定 ・ヒアリング実施 ・利用状況・課題整理

(2)都市インフラバイオマスの利用可能性調査
・対象バイオマス整理 ・文献調査 ・取りまとめ

追加提案業務）竹類のバイオマスの利用可能性調査
・文献調査 ・取りまとめ

図　検討/調査フロー

■実施内容

(1)堤防除草の発生量や処理方法にかかる実態把握

堤防除草の発生量、除草・集積方法、除草頻度、処理方法、処理コストの実態について、河川管理者へのアンケート調査により把握する。アンケートは、「1)伐採処理状況等に係る実態調査」に示した調査と合わせて実施した。また、昨年度業務で把握した刈草利用事業者、実証実施事業者へのヒアリングを行い、現在の利用状況や課題、普及可能性について調査した。

(2)河川以外の都市インフラ整備に伴い発生するバイオマスの利用可能性調査

「既存の都市インフラの整備に伴い発生するバイオマス」は、“バイオマス利用を目的として生産するバイオマスとは異なり人工インフラ物の維持管理や整備を行う際に副産物的に発生するもの”と定義し、整理した。

各調査対象バイオマスについて、発生量や発生頻度、発生時の状態、考えられる利用方法、利用状況、処理状況等について既存文献で得られる情報を整理した。

収集整理した情報を基に、河川付近のバイオマスと混合した場合のポテンシャル試算を行い今後の検討事項や課題を整理した。

追加的業務｜竹類のバイオマス活用の可能性調査

河川内においては、樹木だけではなく、風化した河岸等では竹類が繁茂する場合も多い。竹類は材質が硬いことやカリウムや塩素を多量に含むことから、チッパーの損耗が激しい・燃焼時にクリンカを発生し炉を痛める、といった理由から、バイオマス利用が進んでいない。近年は竹を使用可能なバイオマスボイラなどが開発・実証されている一方、竹利用の普及には未だ課題が多いことから、竹利用技術に関する動向を既存文献等により調査し、今後の課題解決に必要な検討事項を整理した。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【６）河道内樹木・ダム流木以外のバイオマス利用可能性の検討】
（１）刈草利用状況ヒアリング及び（２）都市インフラバイオマスの利用可能性調査

- 【１）伐採処理状況等に係る実態調査】(2)直轄河川・ダム実態調査で行う、刈草の発生量等に係るアンケート結果を本調査項目で整理した。
- 刈草を利用している施設をWEB調査し、利用状況、利用にかかる課題、他地域における普及可能性を確認した。
- 都市インフラ整備によって発生するバイオマスの発生量、発生時期、処理・利用に関しては、文献調査を行い取りまとめを行った。

■ 刈草利用状況ヒアリング

表　河川事務所の刈草利用状況のアンケート項目・内容

項目	内容
発生量	総伐採量
処理方法	処分方法別の処分量（一般廃棄物、産業廃棄物、有価販売、無償提供、その他）
処理コスト	総処理コスト（伐採費、運搬費、処分費）

表　刈草の利用実績のあるヒアリング候補

刈草を利用している施設のWEB調査 → ヒアリング協力可能な施設 → ヒアリング項目

ヒアリング項目
- ■現在の刈草利用状況
- ■利用体制
- ■利用にかかる課題
  （技術的・コスト的課題）
- ■他地域における普及可能性

■ 都市インフラバイオマスの利用可能性調査

表　剪定枝及び刈草が発生する都市インフラ整備の場所と参考文献

場所	参考文献例
公園 道路	国土技術政策総合研究所 「都市由来植物廃材のエネルギー利用手法等に関する技術資料」
果樹園	農林水産省統計部「耕地及び作付面積統計」及び「特産果樹生産動態等調査」 佐野・三浦「木質バイオマスエネルギーの地域別利用可能性に関する研究」
空港	高橋・八谷「空港着陸帯における植生管理の実状と維持管理コスト縮減のための植生実験」
ゴルフ場	縣和一「大気の浄化と温暖化防止に寄与するゴルフ場」

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【６）河道内樹木・ダム流木以外のバイオマス利用可能性の検討】

（１）刈草利用状況ヒアリング

- 国交省管理の堤防における刈草の実態調査を実施した。
- 刈草に要するコストに対する処分費の内訳を示すと共に、刈草後の処分状況についても実態調査を行った。
- 無償配布などに活用されている量も比較的多いことが明らかとなった。（バイオマス化によるコスト削減余地はあるものの、全体の中では大きくはない）

■調査の概要

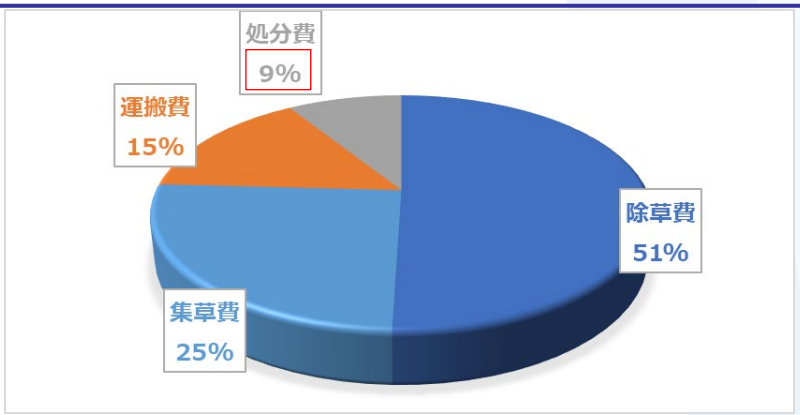
・調査対象：国土交通省が管轄する河川事務所

・対象工事：令和２年度に実施された堤防の刈草に伴う工事

・工事総数：全412工事が対象

■調査結果

・総処分量：2,574,000（m^3）



■ 刈草処分の内訳

- 堤防の刈草は毎年実施していることから、安定的な供給が期待できる。
- 但し、処分の内訳を見ると、住民への配布など現地での処分が全体の65%を占めており、住民への無償配布が現地での処分のうちの60%を占めている。
  そのため、利活用が進んでおり、供給量自体は総処分量に対して多くはないと考えられる。

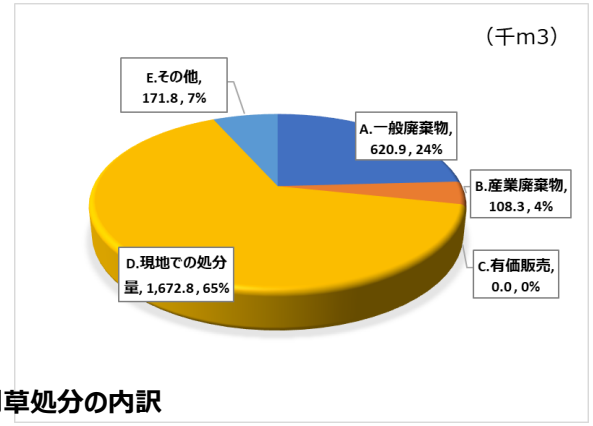


図　刈草処分の内訳

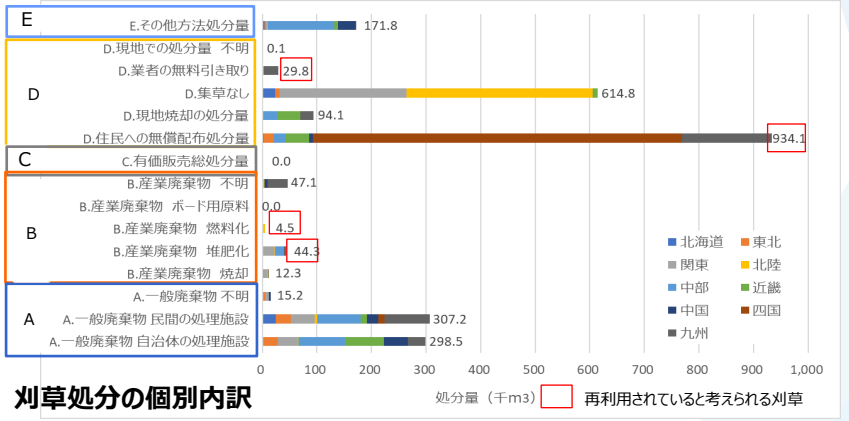


図　刈草処分の個別内訳

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【６）河道内樹木･ダム流木以外のバイオマス利用可能性の検討】

（１）刈草利用状況ヒアリング

- 刈草を下水汚泥と混合させたバイオガス発電を行っている新潟市中部下水処理場に対し、刈草の利用状況、利用する際の課題を確認した。
- 夏季に低下する下水汚泥由来の消化ガス量を、夏季を中心に発生する刈草を活用することで、ガス発生量の低下の抑制を図っている。
- 刈草利用の普及には、刈草に含まれる小石等を効率的に除去する技術の採用が課題となる。

表　新潟市中部下水処理場における刈草の利活用状況（ヒアリング結果）

利用状況	• 信濃川堤防や市内の公園で発生した刈草を下水汚泥と混合して、消化ガスを活用したバイオガス発電を行っている。 • 夏季は有機物の分解促進により下水汚泥由来の消化ガス量が低下し、刈草を下水汚泥との混合消化することで、ガス量の低下の抑制を図った。刈草と下水汚泥との混合消化による発電は処理場内消費電力の約35％の一部を賄っている。 • 刈草の利用時期は５～10月、利用量は100 t/年、刈り取り後３日以内のものをプラントに投入している。 • プラントへの投入は計50日程度（刈草が多い場合は毎日、少ない場合は週１回程度）。 • 刈草投入により汚泥量は3,573 m^3増加（令和３年度実績）。
利用体制	• 除草は外部専門業者へ委託、刈草受入作施設の作業は下水処理場の維持管理業者が実施している。 • 受入作業は３～４名体制で、刈草に含まれる小石等の異物を除去している。 • 受入作業で使用している設備は、切断機、コンベア、混合槽、し渣除去装置等。
技術的課題	• 刈草に含まれる小石等の異物除去を人力で対応しているため作業効率が低下している。 • 消化槽へ混合液を移送する際に、既存のポンプや配管が閉塞しやすい。
コスト的課題	• 異物除去を増員して対応しているため人件費が増加している。 • 刈草の異物により、切断機の刃が摩耗し、メンテナンスや替刃交換の費用がかかる。
普及可能性	• 夏季に消化ガス量が低下する施設において刈草活用の普及可能性が考えられる。 • 刈草の異物除去の技術向上により普及の可能性はある。 • 刈草受入単価は、施設運営コストや通常の刈草の処分費の相場を考慮して設定することが重要。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【６）河道内樹木・ダム流木以外のバイオマス利用可能性の検討】
（２）都市インフラバイオマスの利用可能性調査

- 剪定枝等は142万DW-t/年発生すると推定され、5～8月には公園で、11～3月には道路や果樹園で多く、ゴルフ場では通年発生している。
- 刈草等は148万DW-t/年発生すると推定され、5～8月には公園で、6～12月には道路で多く、ゴルフ場では通年発生している。
- 国営公園や国道、空港におけるバイオマス発生量は全体に対する割合は少ないものの、多くの施設で資源化が行われている（表内強調部分）。

表　河川以外の都市インフラ整備に伴い発生するバイオマス量の推計

バイオマスの種類	発生場所	発生量(DW-千t/年)			湿量重量(千t)	上段：発生時期、下段：資源化状況
剪定枝	公園	**合計**		**108**	**215**	・５～8月、一部地域では1月に多い ・国営公園では98%が資源化（うち６割民間、４割直営。直営のでは主にチップ化堆肥化・マルチング材）
		内訳	国	2	4	
			地方自治体	106	211	
	道路	**合計**		**317**	**634**	・11～3月に多い ・国道では焼却５割、資源化５割（資源化のうち民間９割、１割自治体・直営。資源化は主に燃料用チップ化で、ほか堆肥化）
		内訳	国	23	46	
			高速道路	22	44	
			地方自治体	272	544	
	果樹園	**合計**		**385**	**769**	・11～3月に多い ・薪利用，すきこみ、堆肥化等が一部で行われているが多くは未利用
林地 ※本表では剪定枝として計上	ゴルフ場	**合計**		**607**	**1,412**	・年間を通じて発生 ・資源化事例（堆肥化）はあるが全国の傾向は不明
剪定枝・林地　合計				**1,417**	**3,030**	
刈草	公園	**合計**		**544**	**1,236**	・５～8月、一部地域では1月に多い ・国営公園では資源化７割（直営６割、民間１割、直営では主に堆肥化・マルチング材）
		内訳	国	3	8	
			地方自治体	541	1,228	
	道路	**合計**		**638**	**1,484**	・6～12月に多い ・国道では4割が資源化（うち9割民間、１割自治体・直営。資源化は主に堆肥化で、チップ化・燃料化は数%程度）
		内訳	国	19	44	
			高速道路	28	66	
			地方自治体	591	1,374	
	空港	**合計**		**17**	**39**	・発生時期は不明 ・６割の空港で資源化（資源化は主に家畜飼料、堆肥化）
芝地 ※本表では刈草として計上	ゴルフ場	**合計**		**280**	**1,398**	・年間を通じて発生 ・資源化事例（堆肥化）はあるが全国の傾向は不明
刈草・芝地　合計				**1,479**	**4,157**	
剪定枝・林地刈草・芝地　合計				**2,896**	**7,187**	

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【６）河道内樹木・ダム流木以外のバイオマス利用可能性の検討】
（３）竹類のバイオマス活用の可能性調査

- 竹類は、稈の空隙が大きいために伐採後の輸送効率が悪い、材質が硬いため破砕機の損耗が激しい、カリウムや塩素を多量に含むため燃焼時にクリンカ（溶融した灰）が発生し炉を傷めるといった課題がある。
- これらの課題に対し、国（林野庁）や地方自治体、研究機関、民間企業等が協力して、いくつかの技術実証事業が行われ、実用化段階に到達している技術も出てきている。

表　竹バイオマスの利用用途別の実用化の状況と特徴

竹の用途	会社名	技術実証／実用化	特徴
温水ボイラの燃料	テス・エンジニアリン（株）	実証 → 実用化	● クリンカ発生を抑制するため回転式ガス化旋回燃焼方式バーナーを採用 ● 木質バイオマスに混ぜても使用可能
	（株）モキ製作所	実証 → 実用化	● バッチ式の小型温水ボイラ ● 燃焼時間：１時間／約1.5mの竹
バイオマス発電の燃料	（株）トクヤマ	実証 → 実用化 2025年度までに実用化予定	● 徳山製造所の石炭ボイラで竹を混焼 ● 2025年度までに石炭火力発電設備1基をバイオマス専焼プラントに置換え予定
	（株）GF	実証 → 実用化	● 山陽小野田バンブーバイオマス発電所 ● 出力規模：約2MW
熱電併給設備の燃料	バンブーエナジー（株）	実証 → 実用化 2023年ごろの事業化を目標	● クリンカの発生を抑制するため、竹とバークチップの比率を最適化
	（株）メデア	実証 → 実用化	● 出力規模：49kW ● 鉾田バイオマス発電所が2020年3月に稼働開始した



図　テス・エンジニアリング（株）のボイラ「E-NE（イーネ）」シリーズの　燃焼バーナー



図　（株）モキ製作所の「無煙竹ボイラ MBG150」

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【 7）河道内樹木、ダム流木の利用に係る普及啓発資料の作成】

【検討/調査内容】

令和元年度、令和2年度の「既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業」で明らかとなった課題等について広報し、普及啓発を図ることを目的に、発電事業者やチップ化事業者といったバイオマス受入側と、河川管理者やダム管理者といったバイオマス排出側の両者に向けた普及啓発資料を作成した。

■実施方針

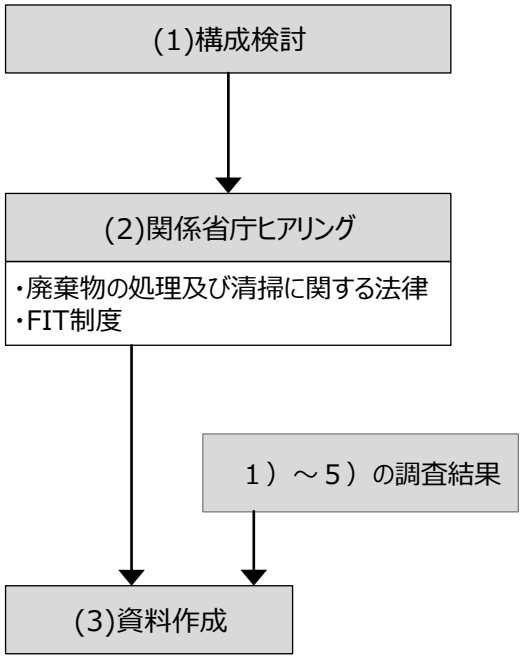


図　検討/調査フロー

■実施内容

(1)資料構成の検討

下記の想定において資料構成の検討を行った。民間事業者も含めた多数の読者が読むことを想定し簡易かつ簡潔な内容として作成した。

・資料目的：河川付近のバイオマスの利用促進による地球温暖化対策への寄与、河川やダム管理のコスト低減を目的に、河道内樹木やダム流木がどのようなものか・利用に当たり必要な手続・調整事項といった基礎知識を解説する。

・想定読者：河川・ダム管理者、発電所・チップ工場・一般廃棄物処理施設等の受入先施設担当者

・想定量：計20ページ弱程度

(2)関係省庁への確認

FIT制度や廃掃法等の法制度関連項目について、関係省庁への確認を行った。

(3)資料作成

普及啓発資料作成においては、令和元年度～令和３年度の「既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業」の調査結果を活用し作成した。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【 7）河道内樹木、ダム流木の利用に係る普及啓発資料の作成】

（１）資料構成の検討

表　資料構成

大項目	小項目	内容等
1.はじめに	(1)河道内樹木、ダム流木とは？	・河道内樹木、ダム流木の定義。 ・河道内樹木、ダム流木の処理に係る課題。
	(2)本手引の目的	・河川付近のバイオマスの利用促進による地球温暖化対策への寄与、河川やダム管理のコスト低減を目的に、河道内樹木やダム流木がどのようなものか・利用に当たり必要な手続・調整事項といった基礎知識を解説する。 ・発電所、チップ化事業者、一般廃棄物処理施設などのバイオマス受入側と、河川やダムの管理者を想定読者とする。
2.河道内樹木及びダム流木の概要	(1)年間発生量と主な樹種	・河道内樹木やダム流木の発生量の実績、１件の工事で発生する発生量、発生する時期、主な樹種 ・現在の利用状況・処分状況
	(2) 成分・品質	・河道内樹木、ダム流木の成分分析結果
3.河道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	・廃棄物該当性の考え方 ・廃棄物に該当する場合の一般廃棄物か産業廃棄物かの考え方
	(2) FIT制度・FIP制度	・制度の解説 ・FIT制度において河川付近のバイオマスがいずれの価格区分に該当するか ・変更認定申請など発電所側が利用を開始するための手続
4.河道内樹木及びダム流木の利用先	(1)流通ルート	・流通経路のパターン
	(2)利用先等の業種の概要	・利用先に考えられる業種の概要
	(3)全国の利用可能な事業者数	・受入可能な施設の傾向
5.河道内樹木及びダム流木の利用方法	(1)利用の流れ	・考えられる利用の流れ
	(2)利用時の確認・調整事項	・入札や無償配布の公告前の周辺受入先との調整の必要性 ・調整事項（受入規格、受入先への搬入車両、１日の受入可能量、受入可能日など）
	(3)木材提供方法の種類	・入札、無償提供、公募伐採、工事内における販売
	(4)必要な手続	・FIT制度に係る証明書の発行 ・廃掃法に係る手続 ・公募伐採等の場合の河川産出物採取許可手続
6.河道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

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【 7）河道内樹木、ダム流木の利用に係る普及啓発資料の作成】
（２）関係省庁ヒアリング

- FIT制度における河道内樹木・ダム流木の取扱いのうち、不明であった点について資源エネルギー庁・環境省・国交省と協議を行った。
- バイオマスが廃棄物に該当する場合の調達区分については、「廃棄物」に該当すると自治体に判断された場合には「一般廃棄物・その他バイオマス」区分に該当する。

■ バイオマスが廃棄物に該当する場合の調達区分に関する確認結果

- 確認内容
  - 河道内樹木やダム流木について、廃棄物に該当した場合でも由来の証明書が発行された場合は「一般木質バイオマス」区分として扱って差し支えないか。
- 確認結果
  - 廃棄物に該当する場合の河道内樹木やダム流木は、「一般廃棄物・その他バイオマス」区分に該当する。
  - ただし、由来証明書の発行が可能であることが、自治体が廃棄物ではないと判断する材料の一つとなることもあり得る。また、廃棄物かどうかの判断は、扱う事業者が廃棄物処分業を有するか、逆有償で取り扱うかといった事項によって一律に判断されるものでなく、その物の性状、排出の状況、通常の取扱い形態、取引価値の有無及び占有者の意思等を総合的に判断されるものであることも周知が必要である。

表　FIT制度におけるバイオマス発電の調達価格

電源	区分			1kWhあたり調達価格等 ※1			調達期間等 ※2
				2020年度（参考）	2021年度	2022年度	
バイオマス ※11	メタン発酵ガス（バイオマス由来）※7		下水汚泥・家畜糞尿・食品残さ由来のメタンガス	39円			20年間
	間伐材等由来の木質バイオマス	2,000kW以上 ※7	間伐材、主伐材 ※8	32円			
		2,000kW未満 ※7		40円			
	一般木質バイオマス・農産物の収穫に伴って生じるバイオマス固体燃料	10,000kW以上（入札制度適用区分）	製材端材、輸入材※8、剪定枝※9、パーム椰子殻、パームトランク	入札制度により決定（第3回19.6円）	入札制度により決定（第4回事前非公表）	入札制度により決定 ※10	
		10,000kW未満 ※7		24円			
	農産物の収穫に伴って生じるバイオマス液体燃料（入札制度適用区分）		パーム油	入札制度により決定（第3回19.6円）	入札制度により決定（第4回事前非公表）	入札制度により決定 ※10	
	建設資材廃棄物 ※7		建設資材廃棄物（リサイクル木材）、その他木材	13円			
	廃棄物・その他バイオマス ※7		剪定枝※9・木くず、紙、食品残さ、廃食用油、黒液	17円			

出典：資源エネルギー庁「再生可能エネルギー 固定価格買い取り制度等ガイドブック2021年度版」

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【 7）河道内樹木、ダム流木の利用に係る普及啓発資料の作成】
（２）関係省庁ヒアリング

- 「バイオマス燃料の調達及び使用計画書」の記載内容に関して、資源エネルギー庁・環境省・国交省と協議を行った。
- 「バイオマス燃料の調達及び使用計画書」における「年間使用数量」等については、国交省の仮計画の数量を根拠に「計画書」を作成し、使用量に大幅な変更が生じてきた場合には修正・変更するなどで対応することが考えられる。

■「バイオマス燃料の調達及び使用計画書」の記載内容に関する確認結果

- 確認内容
  - 発電所がFIT制度の認定申請を行う際に提出する「バイオマス燃料の調達及び使用計画書」では、年間調達数量や調達事業者、購入単価等の記載が必要となっているが、河道内樹木やダム流木は、毎年同じ量が確保できるとは限らないため数量を予め決定し記載することは困難である。
  - 河道内樹木やダム流木については、「年間使用数量」「調達事業者」「収集地域」「水分率」「購入単価」についての記載を省略可能とできないか。

- 確認結果
  - FIT制度におけるバイオマス燃料は、「安定調達」がされることを前提としているため、記載内容の省略を即行うことは難しい。
  - 実運用上は、計画書の数量とある程度の誤差が生じているものと考えられ、河道内樹木を燃料として利用する場合には、国交省の仮計画の数量を根拠に「計画書」を作成し、使用量に大幅な変更が生じてきた場合には修正・変更するなどで対応することが考えられる。

３．国内の森林に係る木質バイオマス以外のバイオマス燃料の概況

※１．記載の発電所が使用するすべてのバイオマス燃料のうち、２．（１）記載以外のバイオマス燃料について記載すること。

（例：輸入木材，製材等端材（輸入材等の），ＰＫＳ，パーム油，建設資材廃棄物，一般廃棄物等）

（１）使用予定数量等

燃料区分（注１）	燃料名（注１）	年間使用数量（t/年）（注２）	調達事業者	収集地域（都道府県・原産国）（注３）	水分率（%）（注２１）	購入（処理料）単価（円/t）
C	木質ペレット（輸入材）	1,000	○○商社㈱	Ｚ国	30	25,000
C	木質チップ（剪定枝）	1,000	Ａチップ㈱	Ａ県	30	5,000
C	パーム椰子殻（ＰＫＳ）	1,000	○○貿易㈱	Ｒ国	20	20,000
D	木質チップ（建設廃材）	1,000	△△産業㈱	Ｃ県	40	2,000
E	木質チップ（剪定枝）	1,000	Ｂチップ㈱	Ｂ県	50	2,000
G	パーム油（RBD パームステアリン）	1,000	○○貿易㈱	Ｒ国	－	80,000
計		6,000				

出典：「バイオマスの調達及び使用計画書」（2021年4月1日更新版）
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/fit_nintei.html

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【 7）河道内樹木、ダム流木の利用に係る普及啓発資料の作成】
（２）関係省庁ヒアリング

- 変更認定の簡略化を求める意見があり、手続の簡略化の可能性を確認するため、FIT認定済みの発電所における変更手続に関して、資源エネルギー庁・環境省・国交省と協議を行った。
- 変更認定に係る手続きの標準所要期間より時間を要しており、迅速化するべく、その主要因の把握が必要である。

■ FIT認定済みの発電所における変更手続の簡略化に関する確認結果

- 確認内容
  - 「変更内容ごとの変更手続きの整理表」（2021年4月1日更新版）によると、「燃料区分／燃料名（同じ調達価格区分内での燃料の種類の変更を含む）」の変更は変更認定申請が必要とされている。
  - 令和元年度に実施した発電所へのヒアリングでは「変更認定まで１年程度を要することが、河道内樹木の利用拡大の課題になる」と意見があり、令和２年度に実施したアンケート調査でも手続簡略化を求める意見が見られた。これらの手続を簡略化できないか。
- 確認結果
  - 変更認定に係る手続の所要期間は、標準では３～４ヶ月としている。簡略化対応の前に、まずは標準より長く時間を要している要因を明らかにし迅速化する必要がある。要因としては所管省庁の対応遅延だけではなく申請書類の不備といったものも考えられ、それによって解決策も異なるため、発電所へのヒアリング時に制度に関する設問を追加し要因把握を図る。

表　FIT制度における変更手続き

変更対象の項目	変更手続				添付書類等	備考
	変更認定申請	事前変更届出	事後変更届出	卒FIT事前届出		
【地熱の場合】 源泉モニタリングに係る実施計画の内容		○		○	地熱資源等モニタリング計画書	地熱資源等モニタリング計画書に記載されている添付書類も必要です。
【バイオマスの場合】 燃料区分／燃料名（同じ調達価格区分内での燃料の種類の変更を含む）	●			○	①バイオマス比率計算書 ②バイオマス燃料（原料）調達及び使用計画書	バイオマス燃料（原料）調達及び使用計画書に記載されている添付書類も必要です。
【バイオマスの場合】 「燃料（原料）調達及び使用計画書」における燃料の収集・調達先		○		○	①バイオマス比率計算書 ②バイオマス燃料（原料）調達及び使用計画書	
【バイオマスの場合】 バイオマス比率、バイオマス比率考慮後出力及び調達上限比率の変更	●			○	①バイオマス比率計算書 ②バイオマス燃料（原料）調達及び使用計画書	

出典：「変更内容ごとの変更手続きの整理表」（2021年4月1日更新版）
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/fit_change_other.html

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は本業務は仕様対象外であった	
H30		
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及び運営** 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） ①セミナー名：既存インフラ活用再エネ導入促進セミナー ②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) ③対象者、参加人数：地方公共団体、民間企業等　126名 ④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及び運営** 1) 第1回セミナー ①セミナー名：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） ②開催日、場所：2020年12月17日（木）Zoom Webinar ③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 ④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 ①セミナー名：既存インフラを活用した再エネ導入促進セミナー ②開催日、場所：2021年2月24日（水）Zoom Webinar ③対象者、参加人数：地方公共団体、民間企業等　270名 ④主なプログラム：基調講演,3ヵ年の業務成果, 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・追加 ・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) 情報の整理 ・本事業について、環境省の脱炭素化の施策等との連携の一環で、他部署が所管するサイト(「脱炭素ポータル」)での掲載文案を作成 ・最新情報に更新されたWebサイトのディレクトリマップ ・環境省の他のWebサイトとの連携による情報発信の強化	**3．水力発電事業の普及促進セミナーの開催及び運営** 1) 第1回セミナー ①セミナー名：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） ②開催日、場所：2020年12月17日（木）,18日（金）富山国際会議場 ③対象者、参加人数：自治体、農業関係者、技術者、企業等 ④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 ①セミナー名：既存インフラ等を活用した再エネ導入促進セミナー ②開催日、場所：2022年2月24日（木） ③対象者、参加人数：自治体、民間企業等 322名 ④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

6．水力発電の普及啓発業務
＜今年度のまとめと課題＞

1）水力発電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 】

■実施結果（Webサイトの拡充）

- 過年度のWebサイト構成案について、最新情報への更新と情報の追加を行った。
- 「脱炭素ポータル」サイト内の「トピックス」の一つとして掲載する既存インフラ事業紹介の文案を作成した。

■実施結果（第1回セミナー）

- 全国小水力利用推進協議会等が主催する「第６回全国小水力発電大会inとやま」にて、水力発電に関する業務成果を発表した。

表　開催概要

	第1回
タイトル	第６回全国小水力発電大会inとやま
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	全国小水力発電大会（Webページ）
開催日	2021年10月28日、29日

■実施結果（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」にて、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。

表　開催概要

	第2回
タイトル	既存インフラ等を活用した再エネ導入促進セミナー～地域における再エネの取組の推進～
対象者	主として既存ダムや砂防堰堤における水力発電事業やバイオマス関連事業を実施する、又は関心のある自治体、民間企業等
内容	「既存インフラの活用と地域の脱炭素化」（有識者） 「環境省業務の紹介」（PCKK） 「水力発電導入事例の紹介」（３団体） 「河川付近のバイオマス利活用の紹介」（業界団体、PCKK） 「環境省施策・支援制度の紹介」（環境省） 「講演者によるパネルディスカッション」
募集方法	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）、日本木質バイオマスエネルギー協会（会員連絡）、読売新聞（夕刊、Webページ、メールマガジン）
開催日	2022年2月24日

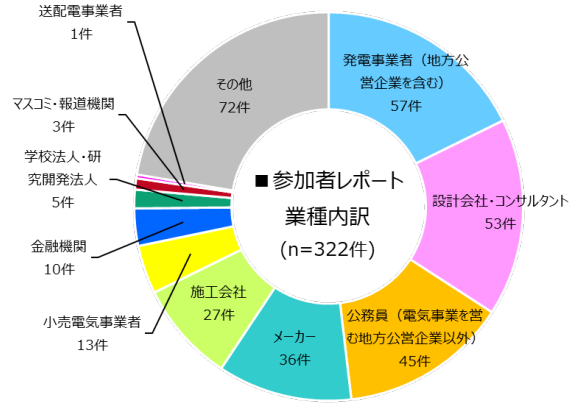


図　参加者内訳



図　パネルディスカッションの様子

■今後の課題（主なもの）

- 国等の中長期的な目標達成に向け、「既存インフラ」×「再エネ」×「地域の脱炭素化」を推進していくための効果的な普及啓発の戦略検討が重要である。
- これまでの成果等をフィードバック（セミナーアンケートのニーズ調査等）しつつ、主体に応じた具体テーマの普及啓発の場を設けることも１案である。
- 本事業で策定した普及啓発ツール（「河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引」等）を広く活用いただくべく説明会の開催や、本事業で得られた訴求性の高い情報・知見等を他の環境省施策等とも連携しつつ発信・共有できる仕組みの構築が効果的である。
- 専門的な知見を有する方だけでなく、今後、幅広い対象（金融、土木、一般向け等）に分かりやすい内容で成果等を発信していくことも必要と考える。

6．普及啓発関連業務

【1）水力発電の活用促進に資するWebサイトの拡充】

【実施内容】

過年度業務において収集した発電に関する取引や制度等について、最新の情報への更新、水力発電の活用促進に資する情報の追加を行った。また、WEBサイトの掲載情報の整理等を行った。

■実施方針

過年度は国内の省庁や地方公共団体のWebサイトを中心に情報を収集し、技術・資金・法制度等の三つの区分に関する情報と、事業化の7つの検討ステップ（調査・検討、計画、設計、施工、運用、育成・広報）に関する情報や技術的課題を収集・整理し、Webサイト構成案（ディレクトリマップ）としてとりまとめた。

今年度は、過年度に収集・整理した**情報更新**を行うとともに、環境省の**脱炭素化施策に関するWEBサイト情報**等を収集し、Webサイト構成案（ディレクトリマップ）に整理した。

また、本事業の情報発信を強化すべく、**環境省の脱炭素化の施策等との連携**の一環で、他部署が所管するサイト上での本事業の掲載に関する支援を行った。

1）水力エネルギーの活用促進に資するWEBサイトの拡充

過年度業務で収集・整理した情報の更新（技術、資金・支援制度、法令等）

↓

WEBサイト構成案に追加する情報の検討・収集

環境省Webページの掲載内容を概要として整理

図　作業フロー

■実施内容

①情報の収集（過年度のWebサイト構成案の情報の更新、追加）

- 過年度整理した情報更新を実施した。とりわけ最新の補助事業Webサイトは、可能な限り更新を図った。
- 環境省の脱炭素化施策のポータルサイト等の情報を追加した。

②情報の整理

- 環境省の脱炭素化の主要サイトの１つである「脱炭素ポータル」のトピック欄にて、「既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業」の成果等を紹介するため、事業概要、掲載文案を作成した。



図　脱炭素ポータル（トップページ、トピック欄）

6．普及啓発関連業務

【2）水力発電の普及促進を目的としたセミナーの開催及び運営】

【実施内容】

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主な対象とし、水力発電事業の普及促進を目的としたセミナーを２回開催した。セミナーでは、水力発電事業に関する地方自治体の取り組み状況の紹介と意見交換、過年度業務の調査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った。

■実施方針

セミナーのテーマは、“地域の脱炭素化”を主題に掲げ、本事業の３ヵ年の業務成果に加え、今年度業務の主要検討事項の１つでもある河道内樹木等（バイオマス）利活用を取り入れた。また、昨年度の第2回普及啓発セミナーの事後アンケート調査でも要望の高かった国内での小水力発電事業の取組事例の紹介を今年度も実施し、地域との合意形成、維持管理・運用、資金調達等、講演テーマをより絞って深掘りした内容とした。

実施に当たっては、他省庁、業界団体等が実施する水力発電に関するセミナーや勉強会との連携も着眼点とした。

■実施内容

- 第1回は、全国小水力利用推進協議会と連携し、「第６回全国小水力発電大会inとやま」で業務成果の紹介を行った。
- 第2回は、業務成果の紹介や水力発電、バイオマスの取組事例の紹介を行った。周知方法として、環境省HPや関連団体のメルマガによる周知に加え、読売新聞社の夕刊、メルマガ、Webページ等でも発信し、より多くの関係者に参加いただいた。

表　普及啓発セミナーの概要

項目	第１回	第２回
タイトル	第６回全国小水力発電大会inとやま	既存インフラ等を活用した再エネ導入促進セミナー ～地域における再エネの取組の推進～
セミナー内容	・環境省業務成果の発表	・基調講演：既存インフラの活用と地域の脱炭素化（有識者） ・環境省業務の紹介（PCKK） ・水力発電導入事例の紹介（民間企業2団体、地方公共団体1団体） ・河川付近のバイオマス利活用の紹介（業界団体、PCKK） ・環境省施策・支援制度の紹介（環境省） ・講演者によるパネルディスカッション
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	主として既存ダムや砂防堰堤における水力発電事業やバイオマス関連事業を実施する、又は関心のある自治体、民間企業等
募集方法	全国小水力発電大会実行委員会のWebページ、全国小水力利用推進協議会等のWebページ、メールマガジン等からの発信	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、Webページ、メールマガジン）
開催時期	2021年10月	2022年2月

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】

- 第1回は、10月29日に「第６回全国小水力発電大会inとやま」にてダム関連業務、砂防堰堤関連業務、系統制約関連業務の3か年の業務成果について発表した。
- 第2回は、2月24日に「既存インフラ等を活用した再エネ導入促進セミナー ～地域における再エネの取組の推進～」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。

■ 実施した事項

表　参加者状況

項目	登録者	参加者
第1回	-	30名
第2回	398名（279名）	322名（216名）

※カッコ内はR2年度セミナー

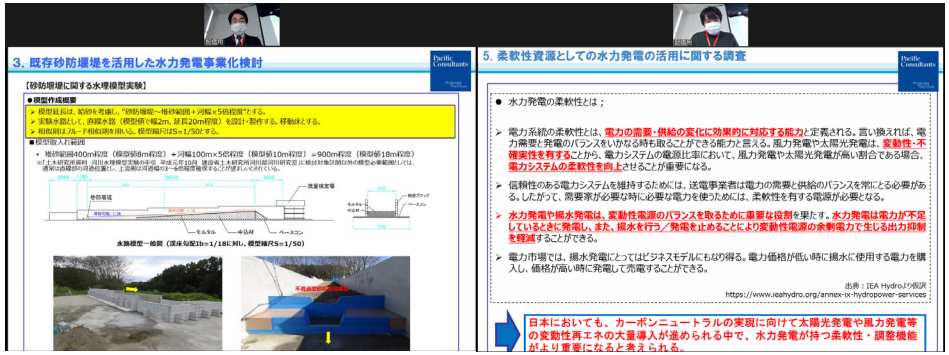
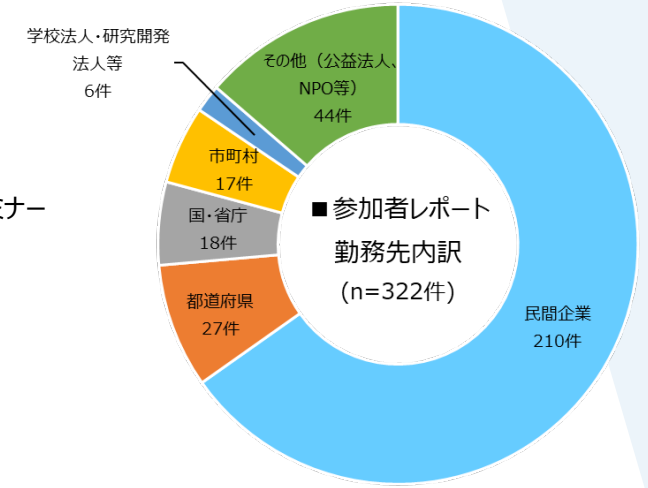




図　講演の様子（上：第1回）、パネルディスカッションの様子（下：第2回）



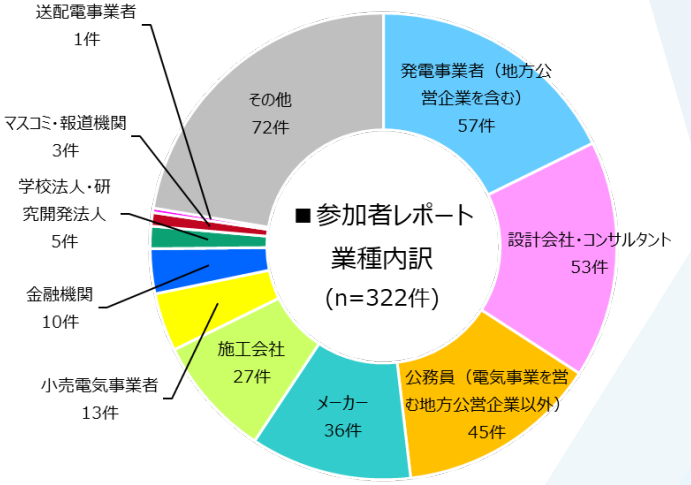


図　第2回参加者内訳（上：勤務先別、下：業種別）

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】

■ **第2回普及啓発セミナー　プログラム**　　**※敬称略**

時間	プログラム	
13:00-13:05	**開会挨拶**（環境省大臣官房総合政策課　環境研究技術室　室長　加藤　学）	
13:05-13:35	**講演１：基調講演「既存インフラの活用と地域の脱炭素化」** （京都大学　防災研究所 水資源環境研究センター 教授　角　哲也）	
13:35-13:50	**環境省業務の紹介**	**講演２：「既存ダムや砂防堰堤を活用した水力発電の普及拡大の検討（既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業 事業成果概要）」** （パシフィックコンサルタンツ（株）小森谷　哲夫、中島　光博）
13:50-14:50	**水力発電導入事例等の紹介**	**講演３：「米子川第一発電所のご案内」** （長野エネルギー開発（株）　専務取締役　山本　博一）
		講演４：「地域の水のリ･デザインー小水力で新しい『地域』をつくる可能性」 （（株）リバー･ヴィレッジ　代表　村川　友美）
		講演５：「地方公共団体による水力発電の導入事例」 （有田川町 建設環境部 環境衛生課　課長　中岡　浩）
14:50-15:00	休憩	
15:00-15:50	**河川付近のバイオマス利活用の紹介**	**講演６：「河川付近のバイオマス利活用」** （一般社団法人　日本木質バイオマスエネルギー協会　専門調査員　川越　裕之）
		講演７：「河川付近のバイオマス利活用の状況等（既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業 事業成果概要）」（パシフィックコンサルタンツ（株）藤原　まや）
15:50-16:00	**環境省施策･支援制度の紹介**	**講演８：「脱炭素社会実現に向けた取組と支援施策について」** （環境省大臣官房総合政策課　環境研究技術室　吉徳　祥哉）
16:00-16:40	**パネルディスカッション**	**テーマ：「1:既存インフラ活用のメリット･課題等」／「2.バイオマス利活用の拡大に向けて」／「3.再エネ拡大に向けたメッセージ」** モデレーター：京都大学　防災研究所 水資源環境研究センター 教授　角　哲也 パネリスト：講演3,4,5,6の登壇者　　コメンテーター：環境省
16:40-16:45	**閉会**	

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】

➢ 今後開催するセミナーへの期待として、継続的・定期的な開催に加えて、事業の苦労や失敗と改善方策など実事例に即した内容が挙げられている。

■ 第2回普及啓発セミナー　参加者へのアンケート結果（n=128）

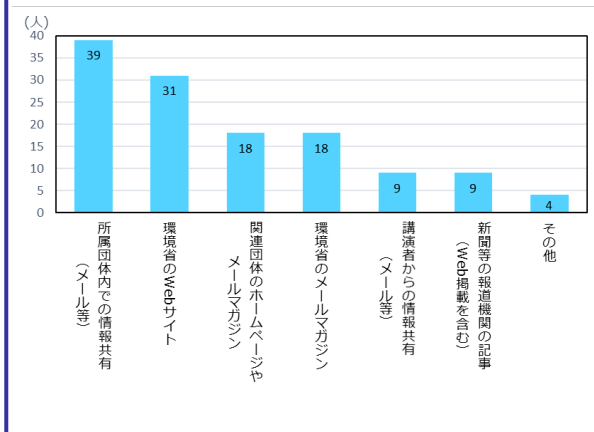


図　セミナーを知ったきっかけ

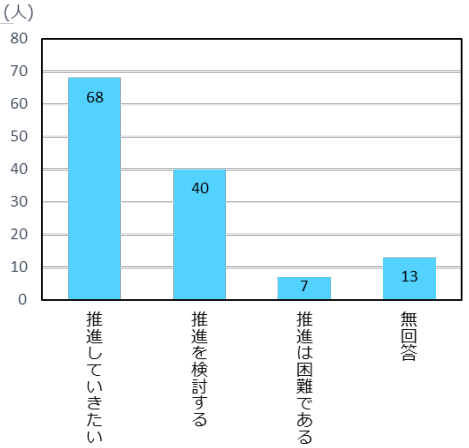


図　中小水力発電事業を推進する意向

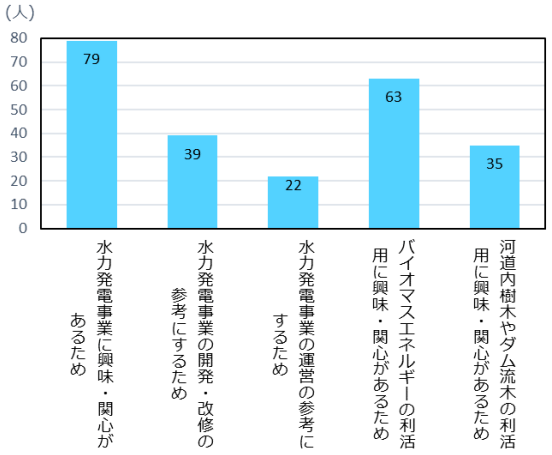


図　セミナーへの参加理由　（複数回答）

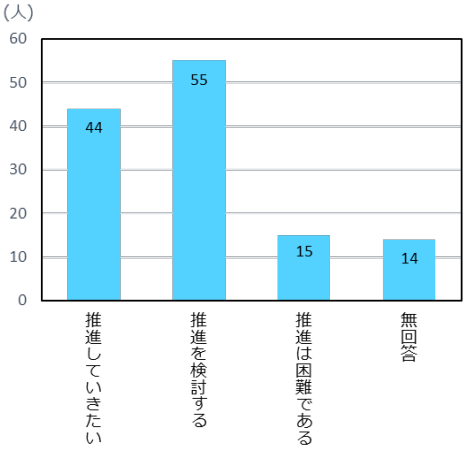


図　河川付近のバイオマス利活用を推進する意向

表　取り扱ってほしいテーマに関する主な回答（自由記述）

水力・小水力	バイオマス	共通	全般・その他
<技術面> • 積雪寒冷地での小水力実施の技術的課題、実施例 • 維持管理（2件）	<技術面> • バイオマス発電（家畜糞尿、下水汚泥、し尿）の導入事例 • バイオマス燃焼灰の有効利用 • 食品残渣の仕分けなどの課題解決を図る手法や好事例 • バイオ炭の概要と応用 バイオマス発電の技術的動向	<技術面> • 建設後に生じた制度面や技術面の課題 • 今後の維持管理や補修等の課題や対策など	<脱炭素> • 脱炭素促進地域/脱炭素先行地域 • 脱炭素を推進していく際の困難さ • 脱炭素、カーボンニュートラル実現に向けた施策、事例 • ナッジ等の行動科学と脱炭素化の取組の有効性の関連
<手続き・法制度> • 小水力開発に関する制度等の変更。例えば、接続のノンファーム導入拡大の可能性、行政道路の水圧管占用の許可緩和、FIT事業延長の見込み、今後付加される地域要件を満たす内容の具体的な例 • 小水力自家発電（農業用水路）に関する必要申請や利用実績	<手続き・法制度> • FIT地域活用要件（バイオマス）	<事業採算性> • コスト比較、採算シュミレーション	<その他の再エネ> • 公共施設への再生可能エネルギー（太陽光、地中熱、太陽熱）の導入事例 • 太陽熱と地中熱や地熱などにヒートポンプなど普及している技術を組み合わて賄える熱エネルギーにスポットを当てたセミナー
<情報発信> • 小水力発電の事例等の紹介を、年に2回または1回で紹介してほしい。年1回でも可。出来れば、課題や苦労話等。 • 地元民間事業者主導による発電事業の合意形成から計画・導入までのリアルな苦労話等。	<その他> • バイオマス燃料のライフサイクルGHG目標削減について政府動向、事業者の取り組み。	<情報発信> • 定期的に開催して欲しい。（2件） • 継続した情報発信。事例紹介と失敗と改善集 • 事業断念の例、ご苦労された具体的事例	<その他> • グリーンインフラの循環活用 • カーボンオフセットの取組について、デンマークなどの環境先進国の取り組み事例
<電力系統> • 小水力発電における系統連系の課題			<電力系統> • 電力の系統接続問題（空き容量がない空いている電線までの過大な工事費） • マイクログリッド（2件）