The background features a large, stylized blue wave that curves across the top and bottom of the page. Scattered throughout the white space are several circles of varying sizes and shades of blue, some overlapping the wave and others floating independently.

中小水力発電導入の手引き

平成24年12月
北海道

目次

1. 手引き作成にあたって.....	1
2. 北海道で導入されている主な再生可能エネルギー	2
3. 中小水力発電とは	3
4. 事業化までの基本的な流れ.....	5
5. 導入可能性の検討	6
6. 導入可能性検討のケーススタディ	18
7. 調査・設計と資金調達.....	24
8. 主な許認可の協議・手続き.....	26
9. 関係機関・支援制度・参考図書を紹介.....	30
10. 今後の再生可能エネルギー導入推進に向けて.....	31

1. 手引き作成にあたって

現在、世界規模で、エネルギー資源の需要が高まり、我が国では化石燃料等の資源の安定確保が課題となっています。また、化石燃料の使用によって、CO₂ 排出増加による地球温暖化への影響も危惧されており、化石燃料等に依存しない低炭素社会への移行が求められています。

さらに、平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災を契機に、電力供給をはじめとする我が国の今後のエネルギーの在り方が問われています。

こうした背景の中、CO₂ を新たに排出せず、枯渇することがない再生可能エネルギーの導入促進が強く求められています。

平成 23 年 7 月に「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」が施行され、再生可能エネルギーによる発電設備の導入拡大を図ることを目的に、固定価格買取制度が平成 24 年度から実施され、現在、太陽光発電を中心に全国で導入が進められています。

このような再生可能エネルギーのひとつに、水の位置エネルギーで発電する「中小水力発電」があります。特徴として、太陽光発電や風力発電に比べて、24 時間発電でき、変動が少なく、また、発電規模が小さいものの、中小河川や水路、ダム・堰、上水道・工業用水道の導水設備、下水道施設の放流設備など導入可能場所が幅広いことも挙げられます。

北海道においては、中小水力発電が可能であるものの、発電が行われていない地域や施設が数多く存在しており、導入があまり進んでいない状況にあります。一方で、地域の中からは、中小水力発電自体がどのようなものか、また導入してみたいが、どのように検討や手続を進めていけばいいかわからないといった声も聞こえてきています。

このような背景から、まず、地域の方々、施設管理者、企業等に対して、必要な情報を提供し、中小水力発電への理解と関心を高め、ひいては導入への普及啓発を行うこととしました。

そこで、この度北海道は「中小水力発電導入推進調査」を実施し、道内にどのくらいの発電可能な施設があるのか現状を把握するとともに、実際に、いくつかの河川やダム等の施設で中小水力発電の導入可能性検討を行い、事業採算性評価や導入課題などを検討しました。これらの調査結果をふまえ、導入促進の手引きを作成しました。

この手引きは、市町村の担当者や地域の方々、中小水力発電を初めて知ったの方々などに読んでいただくことを意識し、事業化までの基本的な流れを示すとともに、発電地点選定や発電方法のポイント、導入可能性検討の手順、関連する法令や規制、電力会社への手続き等について、必要最低限の情報を簡潔にまとめています。

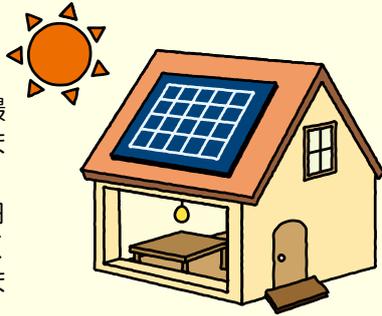
中小水力発電設備導入のきっかけづくりとして、本手引きがお役に立てれば幸いです。

平成 24 年 12 月 北海道経済部産業振興局 環境・エネルギー室

2. 北海道で導入されている主な再生可能エネルギー

太陽光発電

導入実績が多く、最も普及が進んでいます。周辺建物等により日陰の影響を受けにくい場所が適しています。

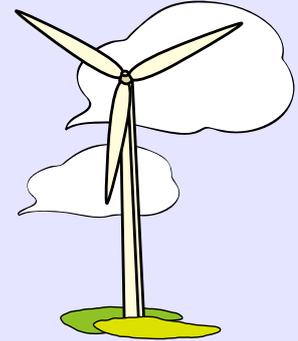


導入事例

- 稚内市/稚内メガソーラー発電施設
5,000kW
 - 北海道/オホーツク総合庁舎
40kW
- など

風力発電

沿岸部の地域に導入実績が多く、昼夜発電可能です。安定した風量を確保できることが必要です。



導入事例

- (株)ユーラスエナジー宗谷/宗谷岬ウィンドファーム
合計 57,000kW
 - 江差ウィンドパワー(株)/江差風力発電所
合計 21,000kW
- など

バイオマス利用

家畜ふん尿、稲わら、林地残材、生ごみや汚泥などを変換し、熱利用、発電、燃料等様々な用途に利用します。

発生量が薄く広く分散しているため、労力・コストをかけずに大量に集約できる環境にあり、熱や燃料については効率良く供給できる環境が整っていることが重要です。

導入事例

- (株)町村農場/まちむら農場バイオガスパラント
バイオガス発生量 600m³/日
 - 下川町/五味温泉木質バイオマスエネルギー熱供給木質(端材チップ、パーク) 4m³/日
 - 北空知衛生センター組合/生ごみバイオガス化施設
生ごみ 16t/日
- など



雪氷冷熱利用



冬季の雪や氷の冷熱を夏場に利用します。北海道のように降雪量が多く、年間の冷熱需要が高い地域で有効です。

導入事例

- 沼田町/米穀低温貯留乾燥調整施設
貯蔵量 雪 1,500t
 - 北海道/北海道立北方建築総合研究所
貯蔵量 雪 200m³、氷 100t
- など

温度差エネルギー利用



温泉の排湯、地中、下水などが持つ熱エネルギーを回収し、利用します。

導入事例

- 赤平オーキッド(株) 栽培利用
地中熱 合計 320kW
 - 阿寒グランドホテルあかん遊久の里 鶴雅、あかん鶴雅別荘 鄙の座
温泉熱 合計約 465kW
- など

3. 中小水力発電とは

3-1 中小水力発電の定義

中小水力発電は、水の位置エネルギーを水車の回転に変えて、発電する方式です。

一般的な水力発電と比較して発電が小規模のものを指します。「北海道省エネルギー・新エネルギー促進条例」では発電規模は30,000kW未滿となっていますが、発電規模範囲については統一規定がありません。法令やガイドブックの数値を参考に示します。

北海道省エネルギー・新エネルギー促進条例

中小水力 30,000kW未滿

新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法

小水力 1,000kW以下

電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（固定価格買取制度）

水力 30,000kW未滿

マイクロ発電導入ガイドブック（(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構）での記載

・大水力 100,000 kW以上

・中水力 10,000 ～ 100,000kW

・小水力 1,000 ～ 10,000kW

・ミニ水力 100 ～ 1,000kW

・マイクロ水力 100kW以下

3-2 中小水力発電の基本構成

中小水力発電の基本構成を示します。河川や水路に新規に整備する以外にも、既存施設・設備を活用して、一部の設備を省略することもできます。

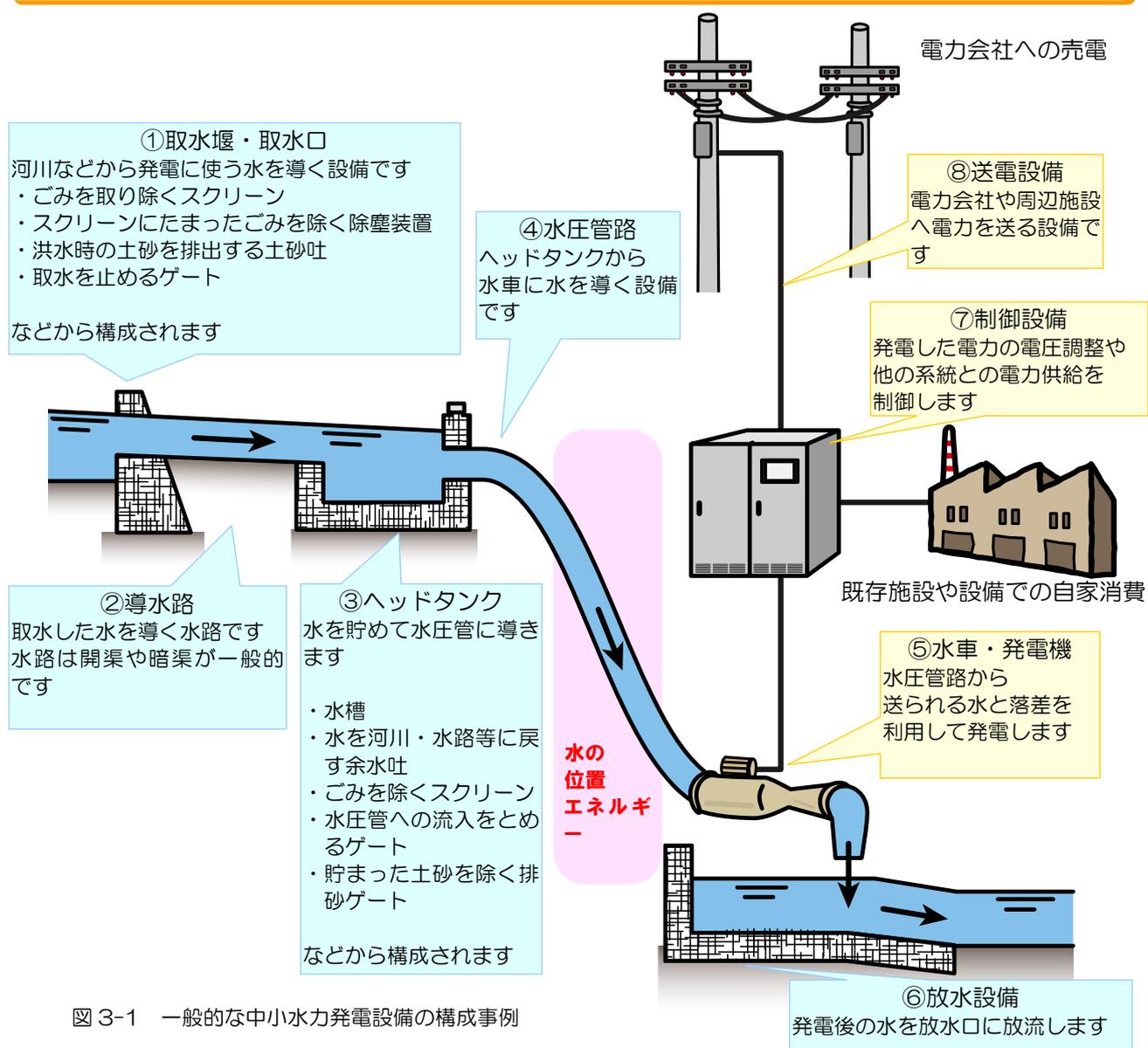


図 3-1 一般的な中小水力発電設備の構成事例

3 中小水力発電とは

3-3 中小水力発電の特徴

中小水力発電は、他の再生可能エネルギーと比べて、以下の優位点と導入課題があります。

優位点

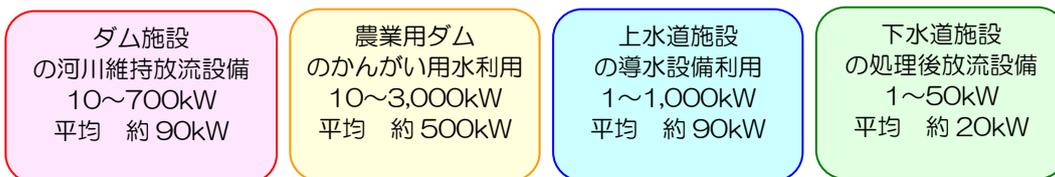
- 1日を通して発電するので高い稼働率を確保できます。
- 水量を一定量確保することによって、変動が少ない発電が可能です。
- 水力発電自体は以前から行われているので発電技術が成熟しています。

導入課題

- 発電設備以外に、取水～送水～放流のための土木工事によって事業費が増加します。
- 発電規模が小さい設備では、発電電力量あたり建設単価が他の再生可能エネルギーに比べ高い傾向にあります。
- 水の発電利用では、水利権が大きく関わり、許認可手続きに時間を要する場合があります。
- 河川等での工事や取水による周辺環境や生態系への影響を考慮する必要があります。

3-4 北海道における未利用施設の発電ポテンシャル

北海道での中小水力発電導入実績は、平成 21 年度で約 80.9 万 kW です。平成 24 年度に、道内の未利用施設に対して、流量と落差から発電ポテンシャルを試算しました。



- ・ 発電ポテンシャル(kW)は、 $9.8 \times \text{使用水量} \times \text{有効落差} \times \text{総合効率}$ で算出した数値です。
- ・ これらは文献や統計資料の範囲で把握した参考値であり、実際の発電出力は、施設構造や水の使用状況によって、大きく変わる可能性があります。また、地域には、文献や資料で公表されていない施設や水路の中に、高い発電ポテンシャルを持っている可能性もあります。

図 3-2 道内未利用施設の発電ポテンシャル(文献・統計資料に基づく推計)

3-5 導入推進に向けての国の動き

中小水力発電の普及に向けて、国では、河川法や電気事業法に関連する許認可の手続き簡素化などを行っています。また、平成 24 年度から新たな施策として「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」が始まりました。

■ 固定価格買取制度 (FIT) について

平成 24 年 7 月に「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」が施行され、電力会社が再生可能エネルギーを用いて発電された電力を国が定めた期間、価格で買い取る制度が始まりました。事業の採算性を高めることによって、設備投資しやすい環境を整備し、再生可能エネルギー発電設備の普及拡大が図られています。

水力発電での平成 24 年度の買取価格と調達期間は、発電規模別に以下に示します。

表 3-1 中小水力発電における平成 24 年度の買取価格と調達期間

区分	1,000kW 以上 30,000kW 未満	200kW 以上 1,000kW 未満	200kW 未満
税抜買取価格 (円/kWh)	24.0	29.0	34.0
税込買取価格 (円/kWh)	25.2	30.45	35.7
調達期間	20 年間	20 年間	20 年間

4. 事業化までの基本的な流れ

中小水力発電事業開始までの基本的な流れを以下に示します。プロセスで大きく分けると、①導入可能性の検討、②調査設計・許認可等の取得、③施設整備の3段階となります。各準備事項の詳細については表示されたページを参照下さい。

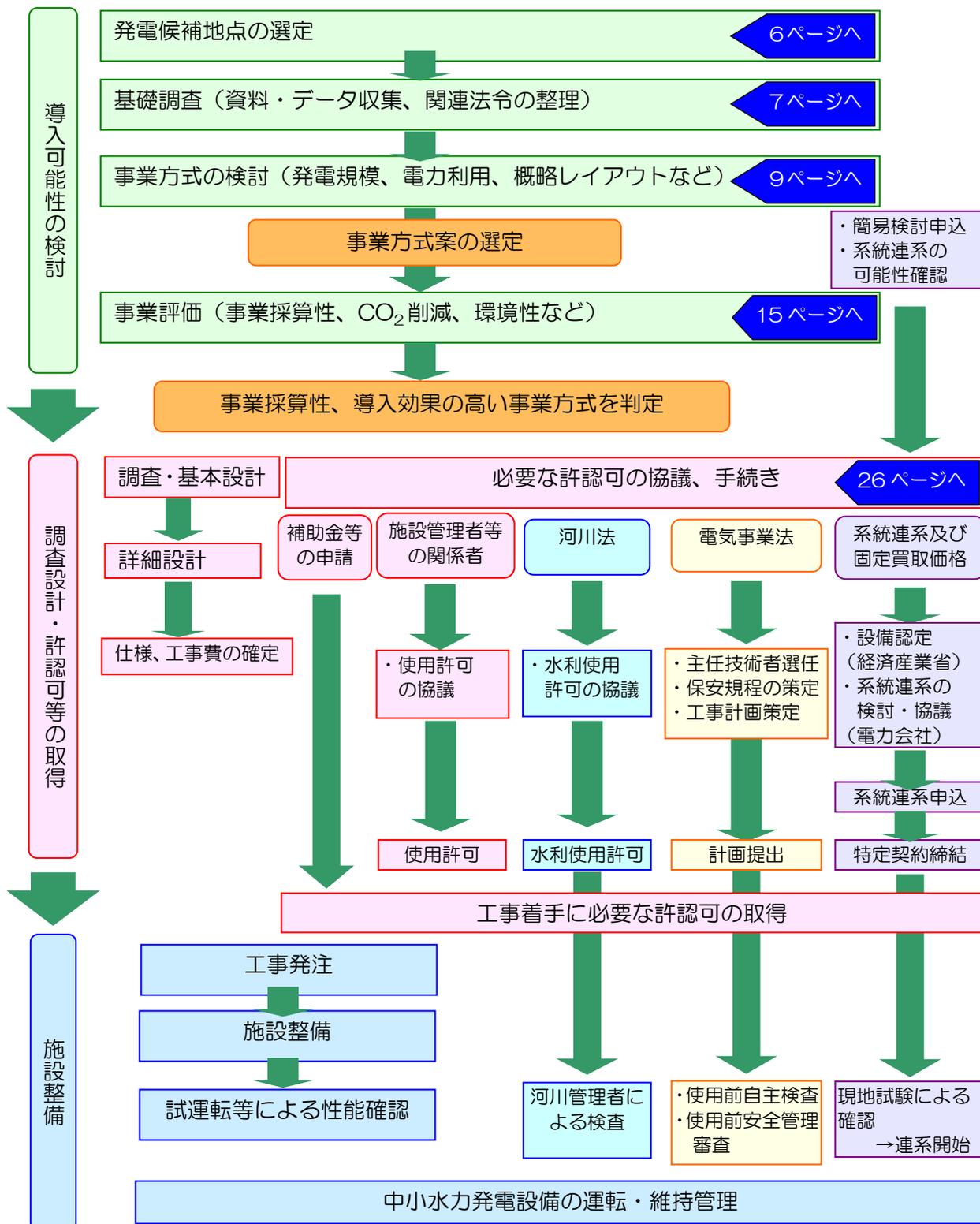


図 4-1 事業化までの基本的な流れ

5. 導入可能性の検討

5-1 発電候補地点の選定

周辺の河川や既存の施設や水路等で発電可能な場所を探してみましょう。
 発電ポテンシャルの高さは当然ながら、課題や規制などができるだけ少ない場所を選ぶことが早期実現には重要です。

表 5-1 発電候補地点の選定の目安

区分	選定の目安の例
発電ポテンシャル	<ul style="list-style-type: none"> ・ 落差が確保できる (一般的に発電可能な落差の目安 1.5m~2.0m 以上とされています) ・ 流量が年間通して安定している
水環境	<ul style="list-style-type: none"> ・ 使用する水の水質が良好である(ごみ、流木、土砂などの流入が少ないなど) ・ 取水によって下流側への影響が生じないこと
工事施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人や工事車両等が搬入しやすい ・ 施工がしやすい(水を止める必要がある工事では特に留意が必要です)
コスト短縮要素	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水路や建物など既存設備を発電用に活用できる
法令・規制	<ul style="list-style-type: none"> ・ 法令や規制(河川法、自然公園法)が適用される ・ 土地や建物の所有者がいる
周辺電力施設の状況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電した電力をどのように活用できるか(自家消費、電力会社への売電など) ・ 電力会社の送電線から近い場所にある
周辺環境への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事や稼働によって、影響を受ける範囲

発電方式のイメージ化

調査地点での発電方式をイメージし、どのような整備が必要になるか把握してみましょう。安全かつ整備・維持管理のコストダウンを図った設備を検討しましょう。上水道施設や下水道施設などでは既存設備の活用によって、一部設備を省略できる可能性があります。

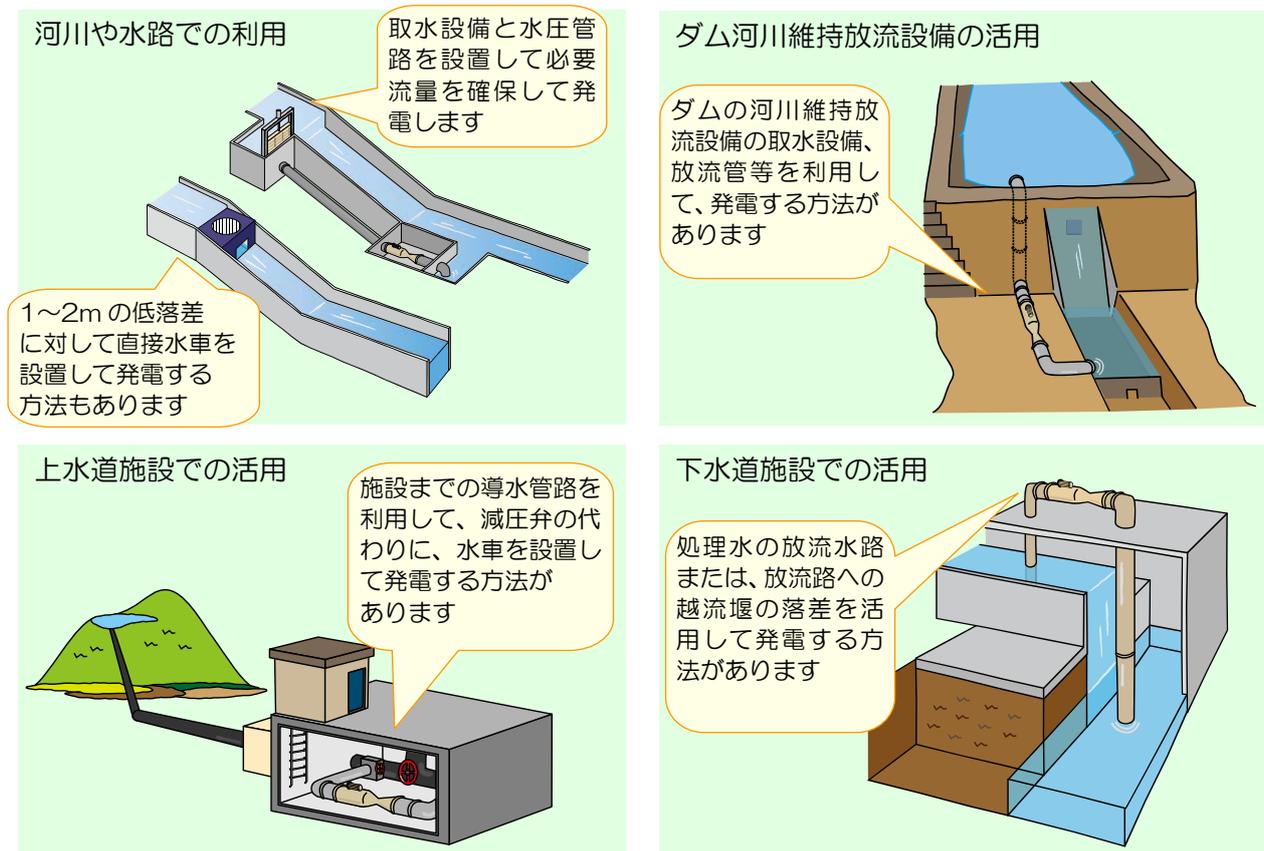


図 5-1 発電設備導入イメージ

5-2 基礎調査

導入可能性評価のために必要な基礎調査を行います。まずは、図面や設計書等の既存資料で基本的な概要を整理し、現地調査で不明点を調査・確認しましょう。

表 5-2 基礎調査の主な項目

区分	調査項目	調査方法
施設諸元整理	調査位置、施設管理者、関連する水利権、施設の管理体制、施設の更新予定時期	既往資料、施設管理者への聞き取りなど
既設施設の構造	全体配置、取水～放流系統の構造	施設一般平面図、平面図・断面図
流量	発電対象地点の流量変動	観測記録（年、日、時間）または実測
落差	発電対象地点の落差	水位観測記録（年、日、時間）または実測
周辺整理	発電対象地点と道路・周辺施設等との距離	地図や現地での確認
周辺需要施設の電力需要	関連設備や直近の周辺施設の電力消費状況	電力量データ（検針票、電力計測定値など）
系統連系の可能性	施設周辺の送電線からの距離	現地での確認、電力会社への問い合わせ など
規制・法令	施設や周辺に関連する法令の確認	自治体、施設管理者への問い合わせ など
導入課題の整理	発電導入で懸念される課題	管理者への聞き取り など

流量と落差の調査方法

発電対象地点の流量と落差は、観測記録を活用できるのが理想ですが、データがない場合は図面や各種設計書等の既存資料の数値で推計します。

表 5-3 地点区分別の流量・落差調査方法の例

対象地点の区分	流量	落差
河川	水量データ データがない場合、最も近い河川観測所の水量を流域面積で按分して算出する	河川縦断面図 図面がない場合は地点周辺の地形図を用いて、取水と発電位置の標高差を読む
水路（一般・農業用）	取水データ・記録	水路縦断面図
ダム放流設備	取水量や河川維持放流量記録	取水から放流にかけての施設縦断面図
浄水施設への流入管	流入水量データ	減圧弁の入口・出口の差
下水道施設の放流設備	放流量または処理水量のデータ	施設水位関係図など

上記の推計が困難な中小河川や水路については、流量・落差を実測する必要があります。流況を把握するためには、基礎調査段階では少なくとも1年間のデータ蓄積が必要です（実施段階では、原則10年間程度のデータが必要となります）。

流量は、流速に測定地点の水流の断面積を乗じて算出する方法が一般的です。流速は、電磁流速計等で計測しますが、より安価に行うのであれば「浮き」を用いて一定距離を通過する時間を測定して算出する方法もあります。断面積は、横断方向に一定間隔で水深を測定し、面積を計算します。



図 5-2 電磁流速計での流速測定

5 導入可能性の検討

関連法令・規制の整理

中小水力発電で関連する法令・規制を示します。電気事業法と河川法が特に大きく係わります。申請する許認可内容によって、手続きに期間を要する場合がありますので、この段階で該当法令を確認するのが望ましいでしょう。

表 5-4 関連法令・規制

法令	該当条件	必要な許認可	標準的な処理期間
電気事業法	一般用電気工作物以外	事業許可 詳細は 28 ページ	必要申請書類により異なる
河川法	摘要範囲は 26 ページを参照してください	水利使用許可	取水箇所・申請者により異なる*
農地法	農地	農地転用許可	60 日
	農用地区域	開発行為許可	50 日
森林法	地域森林計画区 保安林に指定された地域	開発許可	80 日
		保安林指定解除	各種要件によって異なる期間を設定
自然公園法	国立公園または国定公園に指定された地域	工作物設置や伐採等の許可	45 日
鳥獣保護及び狩猟に関する法律	鳥獣保護区内	使用許可	20 日
文化財保護法	史跡、名勝、天然記念物がある	現状変更許可	24 日
国有林野法	国有林	伐採許可 売払や貸付申請	協議内容により異なる
砂防法	砂防指定地に指定	作業許可	35 日
地すべり防止法	地すべり防止地区内	作業許可	25 日
建築基準法	発電所建屋の設置	建築確認申請	35 日
土地改良法	土地改良財産を利用する場合	使用許可	管理者により異なる
その他条例	地域の条例	必要な許可申請	各自治体へ確認

※河川法の標準処理期間では、総合特別区域で従属発電を行う場合、水利使用許可手続きが簡素化され、手続き処理する期間を 5 ヶ月から 1 ヶ月に短縮されました（平成 23 年 8 月から）。

5-3 事業方式の検討

基礎調査をもとに、調査地点において、どのような水力発電事業が適しているか検討しましょう。

発電出力の設定

発電出力は、以下の式で算定されます。

$$\text{発電出力(kW)} = 9.8 \times \text{使用水量(m}^3/\text{s)} \times \text{有効落差(m)} \times \text{水車効率(\%)} \times \text{発電機効率(\%)}$$

①使用水量の設定

まず、1年間の日平均流量を多い順にならべた「流況曲線」を作成し、その変動分布を把握します。

基本的には、「最大使用水量」と「常時使用水量」の設定が必要となります。

最大使用水量は、発電出力を決める水量です。この量の設定次第で、水の利用率、発電規模、設備稼働率が大きく変わります。いくつか候補を設定し、発電電力量あたり建設単価（14 ページを参照）等で経済性で有利となる流量を選択しましょう。

常時使用水量は、355 日間確保できる量で、流況のうち濁水量で設定します。

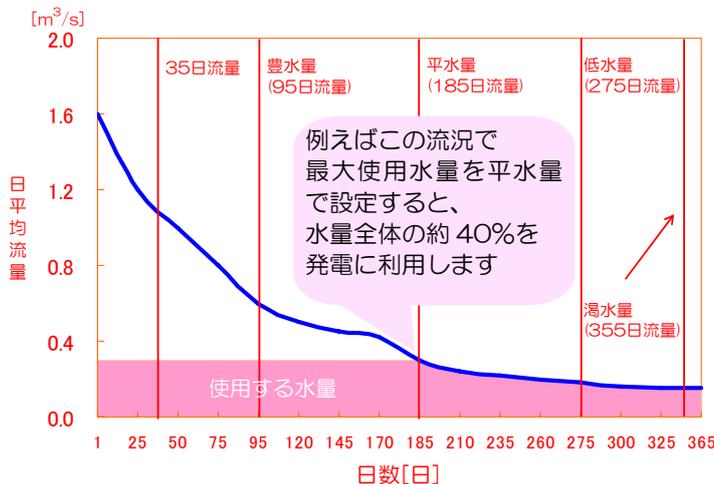


図 5-3 流況曲線での最大使用水量設定例

②有効落差の設定

取水位と放水位の差である総落差から、取水口から水槽までの損失、水圧管での損失、水車から放水口で発生する損失落差を差し引いた数値です。

なお、上水道や工業用水などの利用では、減圧弁の代替で発電する場合、入口と出口の圧力差を有効落差にできます。

損失落差の算出については、以下の文献が参考になります。

ハイドロパレー計画ガイドブック
(新エネルギー財団 平成 17 年)

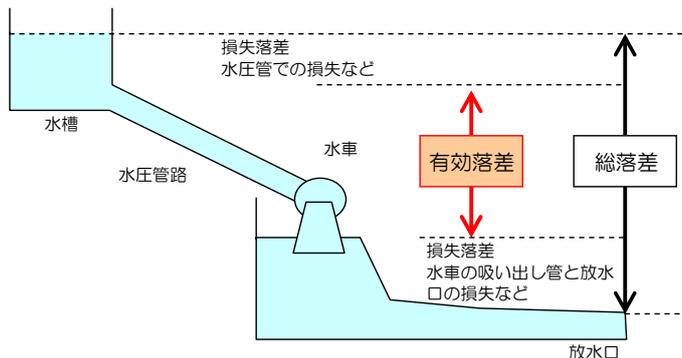


図 5-4 総落差と有効落差のイメージ

③水車の選定

設定した流量と有効落差の組み合わせに対応した水車を選定することが重要です。

導入可能性検討段階では、図に示すような、水車選定図を用いて、選ぶことができます。なお、選定図の範囲外にある、低落差・低流量については、上掛け水車、下掛け水車の他、対応した水車が製品化されています。

製品によって、実際の適用範囲や性能、効率などは異なりますので、水車方式を決定したら、その方式の水車を取り扱っているメーカーに確認してみましょう。

水車を取り扱うメーカー等は、以下の協会のホームページが参考になります。

全国小水力利用推進協議会
<http://j-water.jp/conference/>

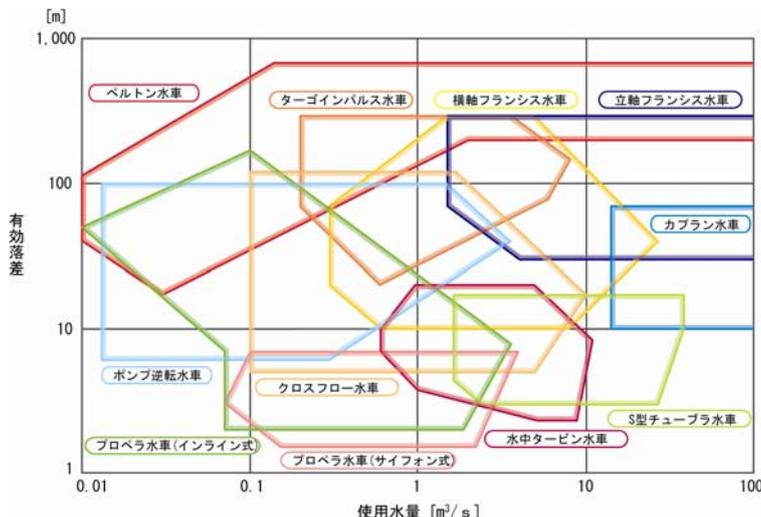


図 5-5 水車選定図の例

5 導入可能性の検討

④水車と発電機の効率

総合効率は水車効率に発電機効率を乗じた数値です。目安として、表 5-5 の参考値があります。

実際は、水車・使用水量によって効率は異なります。

また、使用水量や落差が低下すると、水車と発電機の効率は設定値に対して下図のように減少します。

よって常時使用水量での水車と発電機の効率は最大使用水量に対する流量・負荷率の減少度合いによって、下がりますので注意しましょう。

表 5-5 発電出力の参考値

発電出力 kW	① 水車効率	② 発電機効率	③ 総合効率 (①×②)
100 以下	79%	91%	72%
100~300	81%	93%	75%
300~1,000	83%	94%	78%

※出典：発電水力演習より一部抜粋

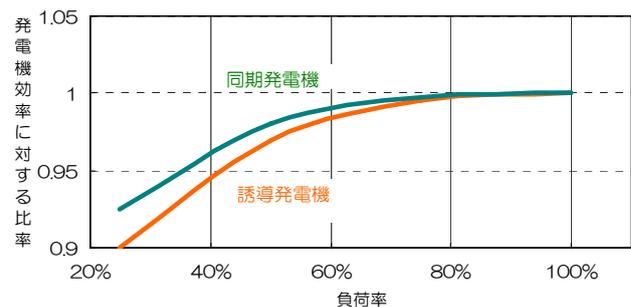
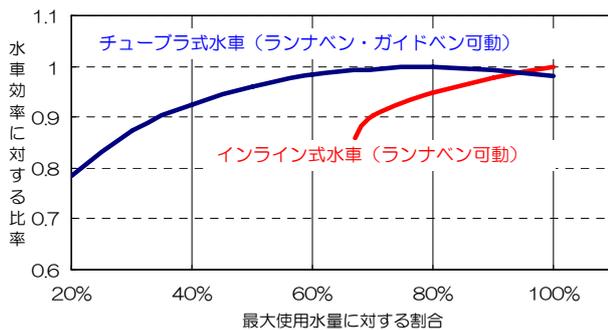


図 5-6 使用水量や負荷率低下に伴う水車効率や発電機効率の変化例

※ハイドロバレー計画ガイドブックより作成

正確に効率を把握する場合は、水車メーカーなどに確認、または「ハイドロバレー計画ガイドブック（新エネルギー財団 平成 17 年）」等のマニュアルの算定方法を参考にしましょう。

年間可能発電電力量・年間発電電力量

年間可能発電電力量は、その日の使用水量や有効落差から算出した発電電力量を 1 年間積み上げた量です。

年間発電電力量は、年間可能発電電力量に故障時や補修時の停止を考慮した量であり、目安として、年間可能発電電力量の 95%と見ておくといよいでしょう。

手引きでは、年間発電電力量を大まかに把握する方法と、流量曲線を用いて発電電力量を簡易的に積み上げていく方法の 2 パターンの計算例を示します。

計算例 1) 年間発電電力量を大まかに把握する方法

$$\text{年間発電電力量 (kWh/年)} = \text{発電出力 (kW)} \times 365 \text{ 日} \times 24 \text{ h} \times \text{設備利用率 (\%)}$$

設備利用率は、一般的に 1 年間での流量変動の差が大きい地点での発電では低く、流量変動差が少ない地点での発電では高くなる傾向にあると言われています。参考に、発電方式別の設備利用率の目安を示します。

なお、北海道の農業水利施設（ダム、水路など）での発電は、水を利用できる期間（かんがい期）が 3~4 ヶ月と限られている施設が多いので、実際の設備利用率は参考値よりも低い値で見込みましょう。

表 5-6 年間設備利用率の目安

発電方式	設備利用率
ダムの河川維持用水利用	65%
ダム利水放流水利用、砂防えん堤利用	55%
上水道利用、工業用水利用	90%
下水道利用	85%

出典：平成 20 年度末利用落差発電包蔵水力調査報告書（経済産業省 資源エネルギー庁）

計算例2) 流況曲線で簡易的に年間可能発電電力量を算出する方法

流況区分別に平均発電出力に日数を乗じて算出した発電電力量を合計し、年間可能発電電力量を算出します。

試算ケースで計算方法を説明します。

試算ケース

- ・地点の流況 : 右図の流況曲線
- ・最大使用水量 : 平水量 $0.3\text{m}^3/\text{s}$
- ・有効落差 : 15m で一定と仮定する
- ・発電出力 : 32kW
- ・水車効率 : 80%
- ・発電機効率 : 90%
- ・水車方式 : プロペラ式 (インライン)

流量を A~F の区分に分けます

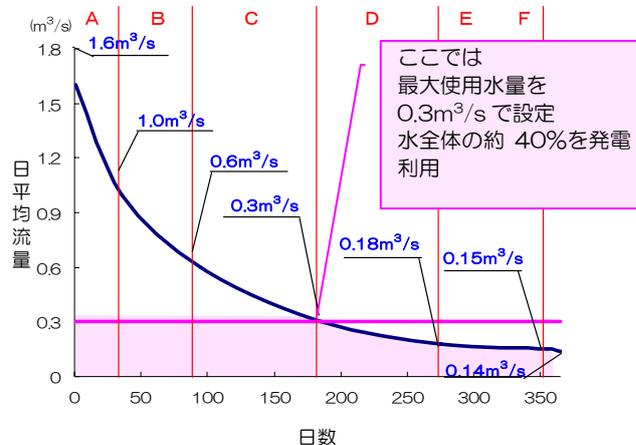


図 5-7 試算ケース

流況区分別の以下の手順で計算します。

- ①使用水量：区分ごとの使用流量を設定します（最大使用水量以上の場合は最大使用水量を上限）。
- ②負荷率：ここでは使用水量÷最大使用水量で仮定します。
- ③水車効率に対する変動比率と④発電機効率に対する変動比率：効率変動曲線から読み取ります。
※効率変動曲線は使用する水車メーカーからの聞き取り、または文献でのデータ等をご活用下さい。
- ⑤補正後水車効率および⑥補正後発電機効率：③と④の数値を水車と発電機効率に乗じて算出します。
- ⑦発電出力： $9.8 \times ① \times \text{有効落差} \times ⑤ \times ⑥$ で計算します。
- ⑧平均発電出力：上位の流況区分の発電出力との平均です。
- ⑨可能発電電力量 = $⑧ \times \text{日数} \times 24\text{h}$

表 5-7 流況曲線による年間可能発電電力量の試算例

区 分	A 1-35 日	B 36-95 日	C 96-185 日	D 186-275 日	E 276-355 日	F 356-365 日	合計
日数	35	60	90	90	80	10	365
①使用水量 (m^3/s)	0.3	0.3	0.3	0.18	0.15	0.14	
②負荷率 (①/最大使用水量)	1.00	1.00	1.00	0.60	0.50	0.47	
③水車効率に対する変動比率	1.00	1.00	1.00	0.80	0.70	0.68	
④発電機効率に対する変動比率	1.00	1.00	1.00	0.98	0.97	0.96	
⑤補正後水車効率 (③×水車効率)	0.80	0.80	0.80	0.64	0.56	0.54	
⑥補正後発電機効率 (④×発電機効率)	0.90	0.90	0.90	0.88	0.87	0.86	
⑦発電出力 (kW)	32	32	32	15	11	10	
⑧平均発電出力 (kW)	32	32	32	24	13	11	
⑨可能発電電力量 (kWh)	26,880	46,080	69,120	51,840	24,960	2,640	221,520

さらに、年間発電電力量は、 $221,520 \times 95\% \approx 210,444\text{kWh}/\text{年}$ となります。

この試算ケースでの設備利用率は、

- ・最大発電出力でフル稼働した場合の発電電力量 $32\text{kW} \times 24\text{h} \times 365 \text{日} = 280,320\text{kWh}/\text{年}$
- ・ $210,444 \div 280,320 \times 100 = 75\%$ となります。

5 導入可能性の検討

電力の利用方法の検討

発電した電力の利用方法について検討しましょう。基本的には電力会社と系統連系するかどうかで大きく分類されます。

■系統連系

電力会社の配電線と接続して、発電電力全量または自家消費後の余剰電力を電力会社側の系統に供給または、不足する電力を電力会社から購入します。

以下に系統連系での電力使用方法を示します。方式については、施設の電力需要と発電電力のバランスをみながら検討する必要があります。

※逆潮流：電力会社の配電線へ電力が流れることを言います。

※自家消費：発電した電力の一部または全量を自ら利用することを指します。

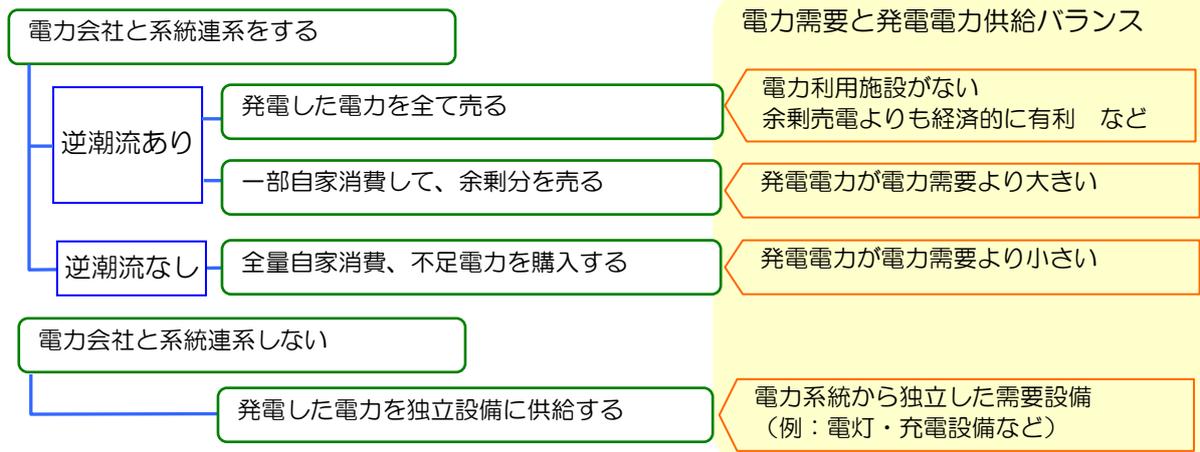


図 5-8 システム連系と電力利用方法

■電力需要とのバランスでの留意点

年間を通して電力需要が一定であれば問題ないですが、右の例のように、時季によって需要が変動する場合、発電電力の余剰や不足分が発生する可能性があります。

需給バランスを検討する際は、年単位だけではなく、できれば月量や日量単位で問題ないかどうか確認してみましょう。

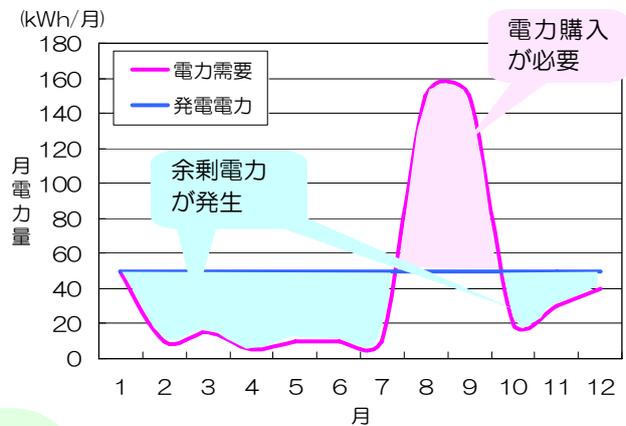


図 5-9 電力需要と供給バランスの変動例

■系統連系での留意点

- ・高圧配電線(7,000V 以下)には、発電出力 2,000kW 未満、低圧配電線(600V 以下)には、発電出力 50kW 未満が接続可能です。
- ・接続する配電線の場所が、変電所から遠い地点にある場合は、電力の逆潮流によって電圧が上昇し、電力供給に支障をきたす可能性があります。この場合、希望する量での連系ができないことがあります。
- ・接続する配電線へのどのくらいの電力を送ることができるか、電力会社が無償で簡易検討してくれますので、事前に確認することをお勧めします。
- ・系統連系を行うにあたって、制御側で電圧調整や単独運転防止などの保護装置が必要なほか、電力会社側で必要とした判断した設備を設置する必要があります。

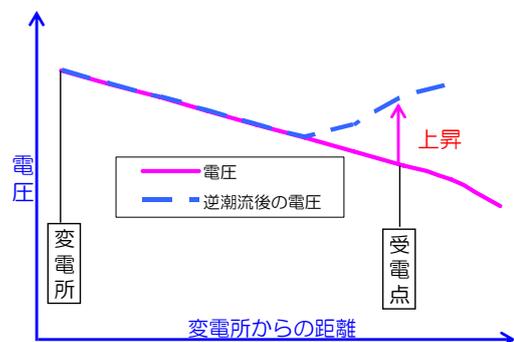


図 5-10 逆潮流による電圧上昇

発電設備の維持管理

発電規模が比較的小さい施設では、維持管理コストが事業採算性に大きく影響します。

主な維持管理方法の検討ポイントを記載します。点検や補修項目の詳細については、水車メーカーや電気設備の専門家に聞いてみるとよいでしょう。

表 5-8 維持管理の基本的区分

区分	作業内容	検討ポイント
監視	発電状況の常時把握 異常時発生を発見するための監視	・現場での確認か遠隔監視の導入か ・既存施設の管理体制の活用可能性
巡視	定期的に、運転状況、設備の異常有無、計器の確認を現場に行って確認する	・巡回する頻度 ・既存施設の管理体制の活用可能性
点検	1～3年に1回の頻度で、目視や簡易的な測定で設備の異常、関連設備の劣化等を確認する	・点検頻度、必要な点検項目
補修・更新	10～15年に1回の頻度で、水車・発電機等を分解点検し、必要有れば補修・交換を実施する	・実施頻度、必要な実施項目
電気主任技術者選任	発電出力 20kW 以上の場合に選任が必要	・外部への委託可能性 ・既設施設の管理員の資格取得
ダム水路主任技術者	発電出力 200kW 以上、またはダム・堰を有する施設の場合に選任が必要	・既設施設の管理員の資格取得

概略レイアウトの作成

これまで検討した発電方式、電力利用方法、水車選定結果等をもとに、概略レイアウトを作成し、必要な工事を洗い出し、基本的な仕様を決定しましょう。

①取水～導水～送水設備のレイアウト

- ・取水量、落差、導水および送水距離を整理しましょう。
- ・以下の基本条件を整理しましょう。既設設備の利用、使用する水の状況等でこれらが不要となる場合があります。
 - 取水方式—堰の構造、ゲート、スクリーン、除塵装置
 - 導水設備—設備構造（開渠、暗渠、トンネルなど）
 - ヘッドタンク（水槽）
 - 水圧管路—管路延長、管の材質、敷設方法

②発電機・制御盤仕様の整理

- ・発電では、水車の他、発電機、制御盤、監視設備等の設備が必要となります。
- ・電力会社との系統連系を行う場合には、電圧調整や系統保護のための設備追加が必要です。
 - 水車（発電規模、水車選定）
 - 発電機方式（同期発電機、誘導発電機など）

③発電設備の配置検討

- ・発電設備一式（水車・発電機・制御盤など）の具体的な配置を決めましょう。メーカーへのヒアリングや水車カタログを参考に設置に必要な面積・高さを確認します。
- ・コストダウンのため、既設建物内への設置可能性を検討しましょう。新規に建屋設置または増築が必要となる場合は、必要面積を把握します。
- ・水圧管や放流管の配置では、既設配管設備利用可能性や、発電設備の急な故障時や補修に対応できるルート等を検討しましょう。

機器、構造物の詳細は以下のホームページが参考になります。

「簡易発電システム設計マニュアル（平成 18 年度 新エネルギー財団）」

<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/pamphlet/h18suiryokushigenn.pdf>

5 導入可能性の検討

概算建設費の算定

建設費は必要な工事を出来る限り洗い出すことが重要です。ただ、実際の設計を行う前の導入可能性検討段階では、各工事の積算精度は限界があります。

そこで、概算建設費の算出例を以下に示します。算出にあたっては、流量、発電出力、落差、取水地点～発電所～放流地点の距離などの概算値・基本仕様を整理しておきましょう。

表 5-9 概算建設費の区分別算出例

区分	主要工事	概算費用の算出例
機械 ・電気設備工事	水車 発電機 制御盤など	<ul style="list-style-type: none"> ・選定した水車を取り扱っているメーカーへ発電規模を伝えて、見積をもらいます。 ・または、同規模で水車方式が同じ既存施設へのヒアリングで把握します。
土木工事	取水設備 導水設備 水圧管路 放流設備 など	<ul style="list-style-type: none"> ・単位規模あたり単価に必要な数量を乗じて算出します。 土木構造物：取水量 1m³ 当たり建設単価 管路：配管距離 1m あたり単価など ・概算単価は、建設会社・工事会社等の専門家に、流量・落差等を伝え、確認する方法があります。 ・以下の文献で流量、落差等のパラメータを使って経験式で算出する方法があります。 参考例：「中小水力発電ガイドブック（財団法人 新エネルギー財団）」
建築工事	発電上屋	<ul style="list-style-type: none"> ・制御盤、水車等を設置するスペースを算出し、面積 1m² あたり単価を乗じます。 ・概算単価は、建築会社等の専門家に上屋仕様を伝え、確認する方法があります。
送電工事	受電点や既設分電盤までの接続	<ul style="list-style-type: none"> ・受電点または施設制御盤までの概算距離に単位距離あたり工事単価を乗じます ・受電点までの送電工事の単価は、電力会社に相談・確認する方法や、以下の参考値があります。 参考) コスト等検証委員会報告書（平成 23 年 12 月 エネルギー・環境会議コスト等検証委員会）、1 回線 1km あたり 1,200 万円 ・施設制御盤までの距離単価は、電気設備メーカー等に確認することができます。 ・受電点が遠く、道路や森林などを通す場合、地上権設定に必要な賃料を計上する必要があります。
その他		<ul style="list-style-type: none"> ・地点の状況に応じて必要な工事を可能な限り計上しましょう。 ・設備付帯工事（道路、土地造成など） ・測量・流量調査、設計費 など

最適な発電方式の選定

これまでの検討で、発電規模や発電方式によって異なる方式の中から、経済性の高い方式を選びましょう。手引きでは、発電電力量あたり建設単価で簡易的に比較評価する方法を示します。

■ 発電電力量あたり建設単価(円/kWh) 概算建設費(円) ÷ 年間可能発電電力量(kWh)

- ・発電方式ごとに比較し、この値が最も低い方式が経済性で有利と言えます。
- ・補助金を活用できる場合は、実際の建設費から差し引きます。

■ 固定価格買取制度を活用する場合の補助金の扱い

現時点では、固定価格買取制度を活用する施設に対しては、建設費への補助金がありません。

発電電力を自家消費等で利用する施設等については補助金が該当する場合がありますので、建設費に 1/2～2/3 を乗じた補助金活用後の建設費で採算性を検討しましょう（平成 24 年度の補助金は 25 ページを参照下さい）。

5-4 事業評価

事業採算性の簡易評価手法

選定した発電方式の事業の採算性を簡易的に評価する方法を示します。

■キャッシュフローによる評価

- ・稼働後の毎年の事業収支（収入－支出）の総額が、建設・更新に投じる費用の総額を上回ることができるかどうか確認します。
- ・評価する年数は、固定価格買取制度を活用する場合は運転開始から 20 年を目安としましょう。その他、機器の減価償却、耐用年数を参考にする方法があります。
- ・例えば、右図のイメージに示すような評価期間内で回収できる結果であれば、事業採算性があると判断できます。

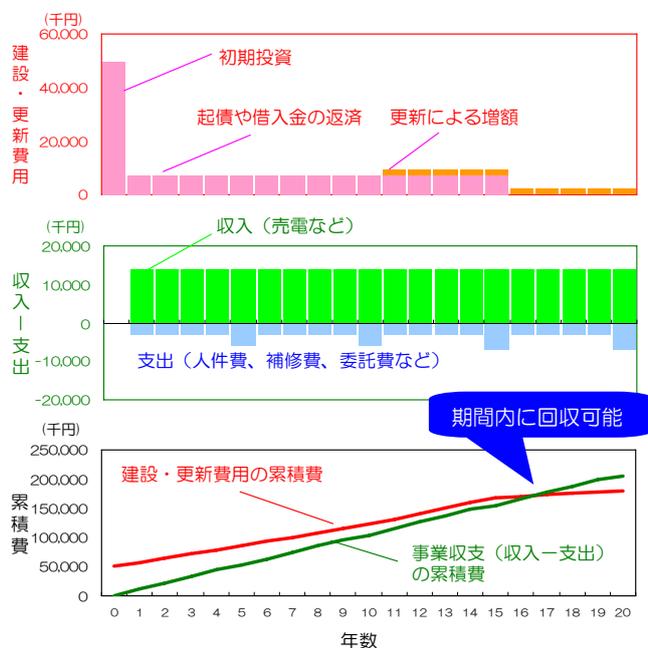


図 5-11 キャッシュフローによる評価イメージ

■建設・更新に投じる費用

- ・実際に投じた建設費用を計上しましょう。
- ・財源として、補助金が活用できる場合、これらを除きます。
- ・事業期間内で更新が必要な機器（例えば制御盤など）があれば、更新費用を計上する必要があります。

■毎年の事業収支

- ・この評価で見込む事業収支は、実際に事業で得た収入から、運転・維持管理等で実際に要した経費等の支出を差し引きます。
- ・民間事業の場合は、事業収支（税引前利益）からさらに、以下の税金を差し引きましょう。

〈民間事業の場合に見込む主な税金〉	■法人税	：税引前利益の 30%
	■道税など	：法人税の 20%程度
	■事業税	：税引前利益の 6%程度

年間収入の算定

基本的な収入は、発電電力を自家消費する場合の購入電力の削減費と、全量もしくは余剰電力分の電力会社への売電による収入となります。

表 5-10 収入の算出例

必要な項目	算定方法	参考単価
自家消費による購入電力削減分	削減電力量分×買電単価	北海道電力業務用料金高圧一般 12.3 円/kWh (平成 24 年 12 月現在)
売電による収入	余剰または全量売電量×買取単価	固定価格買取制度活用では 出力 200kW 未満、34 円/kWh(税抜)

5 導入可能性の検討

■収入に見込む項目の検討

自家消費によって、購入電力量を削減する場合、さらに、これらを収入として見込めるかどうか検討してみましょう。

例1 契約電力基本料金の削減

従来の契約電力を下げることであれば、基本料金減額分を見込めます。

例2 グリーン電力制度活用による収入の獲得

自家消費電力分がグリーン電力として認証される場合、引き渡した環境価値相当の対価を収入に見込めます（グリーン電力については、17 ページに示します）。

年間経費の算定

中～小規模の発電設備では、毎年支出する経費をいかに抑えるかが採算性評価のポイントとも言えます。設備の維持補修のほか、事業方式・形態によって、必要な費用が発生します。

ここでは一般的に必要な費用と算定方法例を示します。

表 5-11 年間経費の算出例

必要な項目	詳細	算定方法例
直接 経費	人件費	<ul style="list-style-type: none"> 既存の人員で対応できれば費用を削減可能です。 月1～2回程度の巡回で想定しましょう。 発電出力200kW以上またはダム・堰を有する施設の場合は、ダム水路主任技術者の選任が必要です。
	維持補修費	<ul style="list-style-type: none"> 毎年必要な補修費、数年に1度の定期的な費用を整理 油脂、部品交換などの費用は水車メーカーへのヒアリングで概ね確認できます。
	委託費	<ul style="list-style-type: none"> 発電出力1,000kW未満であれば、外部委託が可能です。 お近くの電気保安協会へ、発電規模、点検回数や点検項目等を伝えて概算の委託費を確認します。
	利息の返済	<ul style="list-style-type: none"> 借入期間は機器の耐用年数を目安にしましょう。 起債の参考利率は以下のホームページで確認できます。 参考) 地方公共団体金融機構 http://www.jfm.go.jp/financing/rate_list.html 建設・更新費で計上する起債や借入金に含まれる場合は、支出から除いてください。
	固定資産税	<ul style="list-style-type: none"> 民間事業の場合に計上 毎年の評価額×税率1.4% 評価額の算定方法は、事業予定地の市町村で確認できます。 参考) 札幌市「償却資産申告の手引き」 http://www.city.sapporo.jp/citytax/syurui/kotei_toshi/documents/25syokyaku_tebiki.pdf
	系統連系での負担	<ul style="list-style-type: none"> 高圧配電線への系統連系の場合に電力会社に支払う費用 北海道電力の場合(平成24年12月現在) 発電出力1kWあたり52円50銭/月(税込)
	水利使用料	<ul style="list-style-type: none"> 河川法での許可が必要となる場合に計上 河川法施行令第18条に定める流水占用料等の基準算定式で算定可能です。 対象河川のある市町村でも確認できます。
	その他必要経費	<ul style="list-style-type: none"> 例) 土地や施設の賃借料 使用場所の管理者への確認が必要です。
間接 経費	一般管理費	<ul style="list-style-type: none"> 運転に関する経費 直接経費全体の10%程度を見込みましょう。

※一般的に、経費には、設備の減価償却費を計上しますが、手引きのキャッシュフローでは実際に支払った金額収支で計算するため、この表では除いています。

採算性が困難な場合

投資回収年数が評価年数を大きく超える場合、費用の減額、収入の増額が見込める要素がないかチェックしてみましょう。

表 5-12 採算性向上のためのチェック例

区分	項目	チェック例
建設費の減額	水車・発電機	<ul style="list-style-type: none"> ・水車方式の見直し ・既存施設の水車価格との比較検証 ・既存発電機の再利用の可能性
	土木・建築工事	<ul style="list-style-type: none"> ・安価な部材・製品の採用可能性
年間収入の増額	自家消費	<ul style="list-style-type: none"> ・全量売電への変更（電気設備費・送電費の見直しが必要です）
年間経費の減額	人件費・委託費	<ul style="list-style-type: none"> ・巡回や点検回数、作業内容の簡略化についての可能性検証 ・新規雇用の場合、既存作業員兼任の可能性について検証
	維持補修費	<ul style="list-style-type: none"> ・安価な補修材料、部品等の採用可能性の検証 ・交換が容易な水車の選定

環境性・地域振興での評価

事業採算性以外にも、環境性や地域振興も重要な評価項目です。

■CO₂削減効果

発電電力のCO₂削減効果は以下のように算定されます。

$$\text{CO}_2\text{年間削減量(kg-CO}_2\text{/年)} = \text{年間発電電力量(kWh/年)} \times 0.485(\text{kg-CO}_2\text{/kWh})$$

※ 数値は平成 23 年度の北海道電力の実排出係数公表値

■グリーン電力としてのアピール

グリーン電力は、再生可能エネルギーで発電した電力量に環境価値を認め、再エネ発電設備を持たない団体・企業や個人が、その価値を証明した証書を購入することによって、その電力を使用したと見なされるシステムです。再エネ発電側には、環境価値分の対価が支払われるとともに、認定されることで、環境にやさしい発電設備であることや再生可能エネルギー普及への貢献性をアピールすることができます。

同様の制度として、CO₂削減義務のための排出権取引としても環境価値の活用が可能となります。

ただし、固定価格買取制度では、電力の環境価値も電力会社に渡ることとなるので、原則、買取された電力は認証の対象にはなりません。

また、団体・企業や個人が購入した認定電力分は、発電施設自体のCO₂削減効果には計上されませんので注意しましょう。

詳細については以下のホームページで確認できます

・環境省グリーン電力証書活用ガイド <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/greenenergy/index.html>

■地域振興・環境教育への貢献

中小水力発電で作った電力の利用を地域特性として広くアピールできることや、地域での発電事業推進、視察や観光事業など地域活性化に貢献できます。

また、環境教育として、学校の授業等で、これらの設備を実際に目にするによって、CO₂削減による地球温暖化防止や化石燃料削減に対する理解を深めることができます。

6. 導入可能性検討のケーススタディ

導入可能性検討の事例として、平成 24 年度北海道で実施した導入可能性調査のうち、河川利用、ダム河川維持放流設備利用、下水道放流水利用のケースを紹介します。

6-1 ケース 1 河川利用

①基礎調査

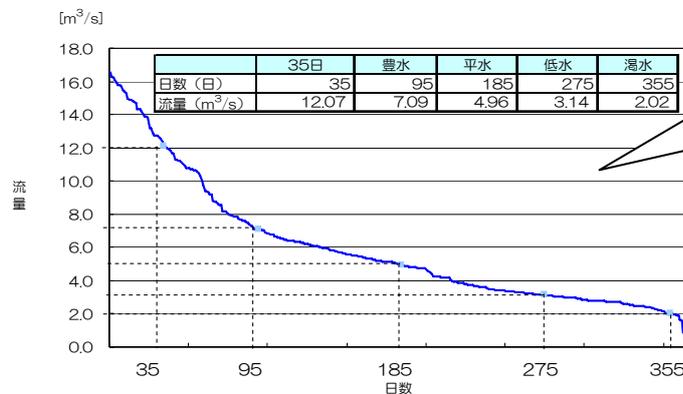
対象地点の構成図



水力発電想定ルート：

上流側から堰によって取水し、湾曲部に導水施設を設置して下流側へ落差をつけて放流

流況：近隣観測所データによる流域面積按分



水文水質データベース（国土交通省）によって、対象河川の流域面積から河川流量を推計した。
次に、河川維持流量を想定し、河川流量から除いて推計した

落差は地形図から等高線を読みとり、総落差 8.9m 程度を想定した

②事業方式

発電規模 187kW

- ・最大使用水量を渇水、低水、平水、豊水の4ケースを候補とし、各流量に対する発電規模、年間発電電力量及び概算建設費を試算した。
- ・発電電力量あたり建設単価を比較した結果、経済性で有利な「低水流量」3.14m³/s を設定した。
- ・有効落差は、総落差から、各種損失を差し引いて 7.6m で設定した。

水車方式 S型チューブラ式水車

想定される使用水量・有効落差に適應し、特に低落差に対応可能なことから選定した。

年間可能発電電力量 1,463,400 kWh/年

周辺に電力使用施設がないものの、電力会社の高圧配電線が整備されていることから、電力会社への全量売電が適していると考ええる。

発電方法



- 上流川に取水堰による取水口を設置し、暗渠型導水路で発電施設へ取水する。
- 下流付近でヘッドタンクを設置し、水圧管によって水車へと導水する。
- 系統連系を想定した電気設備とする。

③事業採算性評価

■事業モデル

自治体を事業主体とした、固定価格買取制度を活用した全量売電。財源として 75%起債充当を想定する。

■概算建設費（工種別）

・機械工事 (水車発電機等)	218,800 千円
・電気設備工事 (制御盤・系統連系等)	77,100 千円
・土木建築工事 (取水堰・取水口、導水路、ヘッドタンク、発電所建屋等)	340,720 千円
・工事に要する経費	56,980 千円
合計	693,600 千円(税込 728,280 千円)
発電電力量あたり建設単価 約 498 円/kWh	

※概算建設費÷年間可能発電電力量

■年間経費

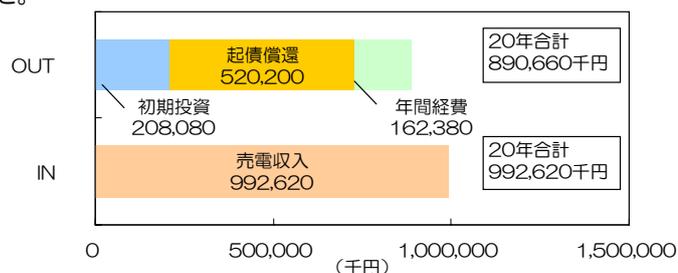
・人件費・委託費 (点検、電気保安協会委託等)	1,288 千円/年
・点検・修繕費 (消耗品交換、オーバーホール積立等)	2,500 千円/年
・その他経費 (一般管理費等)	930 千円/年
・起債償還 利子 (充当率 75%、年利 1.2%、20 年)	3,401 千円/年
合計(税込)	8,119 千円/年

■年間収入

売電電力量 1,390,230kWh/年
年間収入 49,631 千円/年
(全量売電収入)

■キャッシュフロー

20 年間での支出と収入を比較すると、回収年数は概ね 18 年程度と試算された。



④その他の評価

- ・発電による CO₂ 削減効果 (674,262kg-CO₂/年)
- ・環境教育への活用、自治体・団体などの視察による観光効果

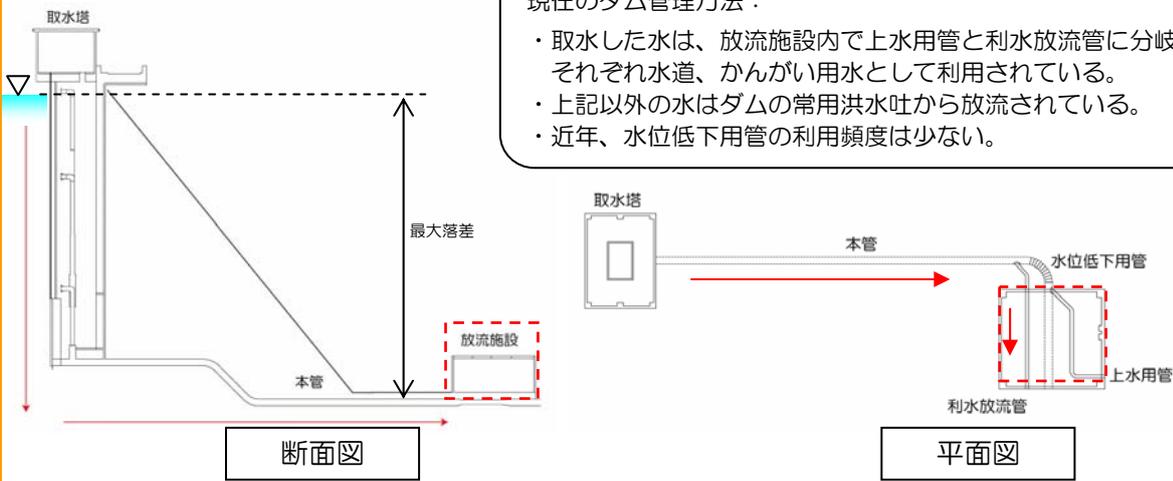
⑤評価に対する展望・課題

- ・今回使用した使用水量、有効落差は資料による推計のため、設計に当たって、現地流量の最低 1 年の流量測定や地質調査など各種調査が必要となる。
- ・今回のモデルでは、投資回収は可能と考えられるが、より採算性を高めるためのコスト削減として、例えば、起債措置額の減額、維持管理兼任による人件費削減などが挙げられる。
- ・設置場所は樹木が繁茂し、搬入路がないことから、工事では低コストな機器等の搬入方法を検討する必要がある。

6-2 ケース 2 ダム利水放流設備の利用

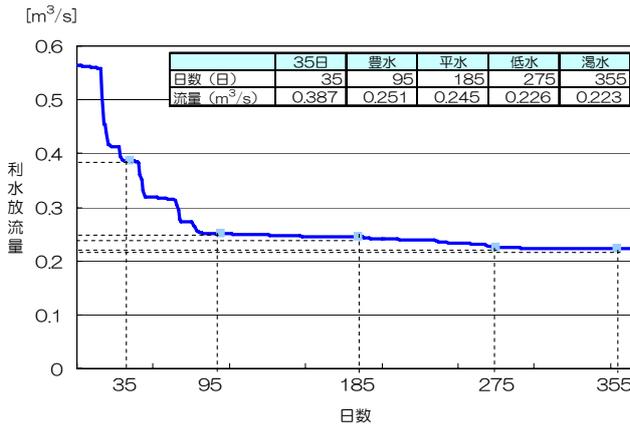
① 基礎調査

現況施設の構成図



発電方式：現在のダム管理運営での発電方式として、流量が安定している利水放流管での発電を検討

流況：利水放流管の流況曲線



濁水から豊水までの流量の差が小さく変動が少ない

落差：平均貯水位から放流管中心への落差を想定し、落差は約 29m とした

周辺施設の電力使用状況：ダム管理施設 約 20kW、年間 約 71,500kWh/年

②事業方式

発電規模 48kW

- ・最大使用水量を濁水、低水、平水、豊水の4ケースを候補とし、発電規模、年間発電電力量及び概算工事費を試算し、これらの発電電力量あたり建設単価を比較した結果、経済性で有利な「豊水流量」0.251m³/sを最大使用水量とした。
- ・有効落差は、取水位から放流管位置の平均水位差から、各種配管での損失（最大 1m 程度）を差し引いて 28mで設定した。

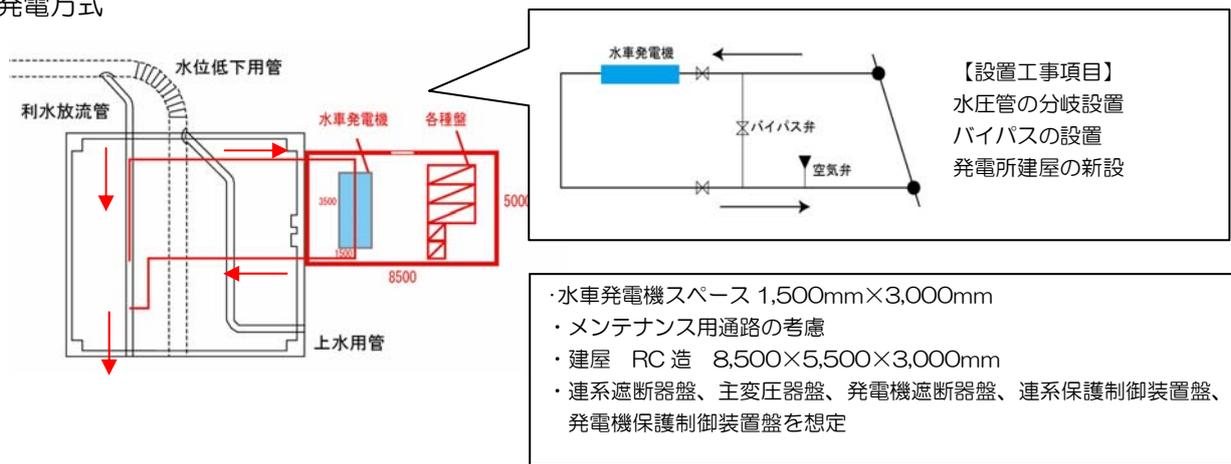
水車方式：インライン式水車

本施設における使用水量及び有効落差に対応可能であり、圧力管内へ設置となる水車を使用することで、施設の改変が小さく、既存の河川放流管機能を維持できる。

年間可能発電電力量：402,120kWh/年、通年利用

管理施設の電力使用量を大幅に超える発電電力量であることから、自家消費後、余剰分を電力会社に売却することが適切と考える。

発電方式



③事業採算性評価

■事業モデル

自治体を事業主体とした、自家消費後の余剰電力売電。自家消費分にはグリーン電力証書の活用を想定財源として75%起債充当を想定する。

■概算建設費（工種別）

・機械工事 (水車発電機等)	42,100 千円
・電気設備工事 (制御盤・場内配線)	57,500 千円
・土木建築工事 (発電所建屋、管バルブ等)	36,200 千円
・工事に要する経費	14,500 千円
合計	150,300 千円 (税込 157,815 千円)

発電電力量あたり建設単価 約392円/kWh

※概算建設費÷年間可能発電電力量

■年間経費

・人件費・委託費 (点検、電気保安協会委託等)	392 千円/年
・点検・修繕費 (消耗品交換、オーバーホール積立等)	2,000 千円/年
・その他経費 (グリーン電力登録費、一般管理費等)	760 千円/年
・起債償還 利子 (充当率 75%、年利 1.2%、20年)	737 千円/年
・合計 (税込)	3,889 千円/年

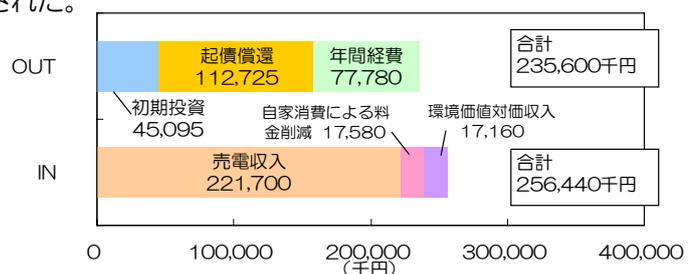
■年間収入

売電電力量 310,514kWh/年
 自家消費量 71,500kWh/年
 年間収入 12,822 千円/年
 (自家消費削減+グリーン電力証書の売却を含む)

※グリーン電力証書売却単価は、事例を参考に 12 円/kWh で想定した。ただし、今後の社会情勢や普及状況による価格変動に留意する必要がある。

■キャッシュフロー

20 年間での支出と収入を比較すると、回収年数は概ね 18 年程度と試算された。



④その他の評価

- ・発電による CO₂ 削減効果 (185,277kg-CO₂/年)
- ・施設見学者などへの PR

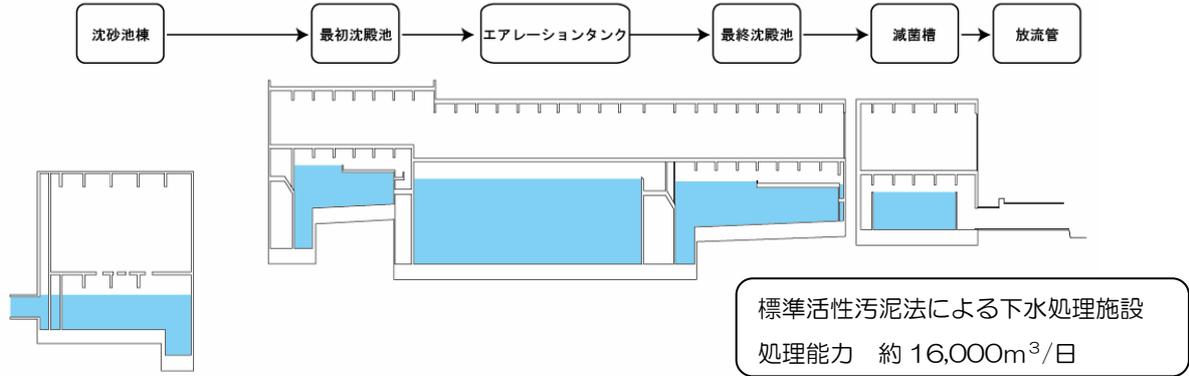
⑤評価に対する展望・課題

- ・今回のモデルでは、投資回収は可能と考えられるが、より採算性を高めるためのコスト削減として、例えば、起債措置額の減額、維持管理兼任による人件費削減などが挙げられる。
- ・現在の管理方法を変更し、常用洪水吐から放流されている水を水位低下用管で引き込むことによって、発電規模を大きくすることが可能と考えられる。

6-3 ケース 3 下水道施設放流設備の利用

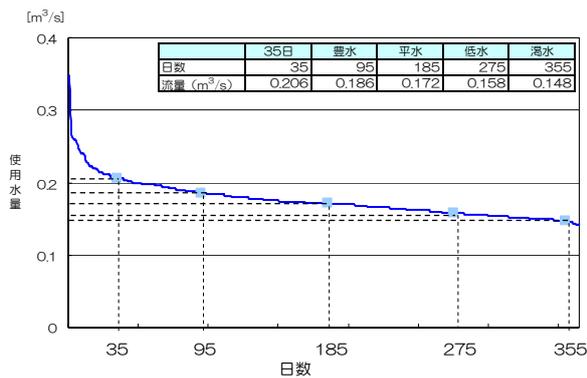
①基礎調査

現況施設の構成図

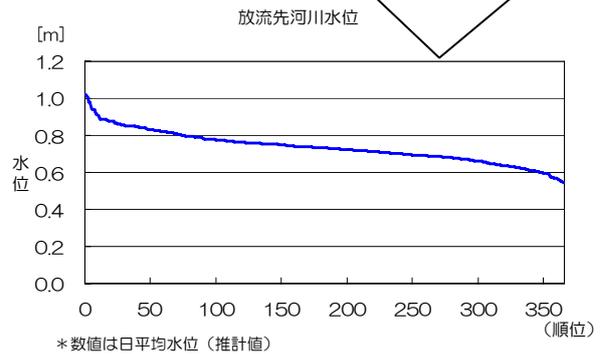


発電方式 滅菌槽から放流渠にかけての水位差を活用して発電する

流況：純流入量（≒放流量）の流況



放流先の河川水位が比較的高いため、越流後の水位に考慮する



落差 滅菌槽から放流管を想定すると 1m 程度

周辺施設の電力使用状況

施設内電力 約 400kW、年間 約 2,970,000kWh/年

②事業方式

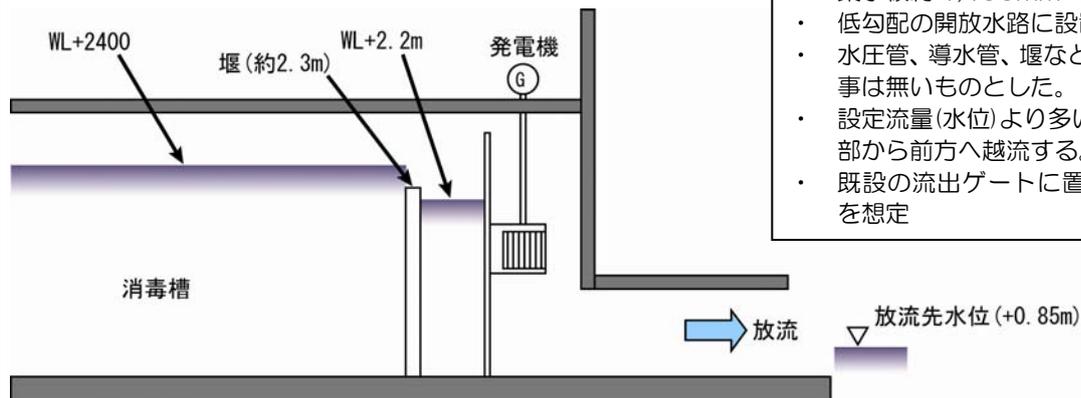
発電規模 1kW

水車方式 低落差対応型（縦軸クロスフロー式）

- ・河川水位を考慮すると、滅菌槽から放流渠の水位差は概ね 1.0m弱と非常に低く、低落差での対応可能な、置き型の水車とした。
- ・流量変動を考慮し、数種類の規格品において、年間稼働率が高く、発電電力量あたり建設単価が低くなる水車規模を設定した。
- ・既存水路へ直接設置する方式のため、配管等の工事が不要となる。

年間可能発電電力量 8,760kWh/年、通年発電

基本仕様



- ・ 集水板約 1,400mm×2,500mm
- ・ 低勾配の開放水路に設置可能
- ・ 水圧管、導水管、堰など大きな土木工事は無いものとした。
- ・ 設定流量(水位)より多い場合は、堰上部から前方へ越流する。
- ・ 既設の流出ゲートに置き換えることを想定

③事業採算性評価

■事業モデル

市町村を事業主体とした、固定価格買取制度を活用した全量売電。財源として 75%起債充当を想定する。

■概算建設費（工種別）

・ 機械工事 (水車発電機等)	5,850 千円
・ 電気設備工事 (制御盤等)	3,450 千円
・ 工事に要する経費	1,270 千円
合計	10,570 千円 (税込 11,099 千円)

発電電力量あたり建設単価 約 1,267 円/kWh

※概算建設費÷年間可能発電電力量

■年間経費

・ 人件費・委託費 (点検、電気保安協会委託等)	19 千円/年
・ 点検・修繕費 (消耗品交換、オーバーホール積立等)	120 千円/年
・ その他経費 (グリーン電力登録費、一般管理費等)	15 千円/年
・ 起債償還 利子 (充当率 75%、年利 1.2%、20 年)	52 千円/年
・ 合計 (税込)	206 千円/年

■年間収入

売電電力量 8,322kWh/年
年間収入 297 千円/年
(全量売電収入)

(参考) 全量自家消費+グリーン電力の活用

- ・ 補助金の活用が可能
- ・ ただし、全量売電の場合と比較して収入は低下し、発電電力量が低い場合、年間経費の割合が増加し収益が出ない可能性がある。

④その他の評価

- ・ 発電による CO₂ 削減効果 (4,036 kg-CO₂/年)
- ・ 施設見学者などへの PR

⑤評価に対する展望・課題

- ・ 今回のモデルでは、年間事業収支はプラスとなるものの、調達期間 20 年内では投資回収できず、回収には更なる期間を要する。
- ・ 放流先河川水位が高いため、利用できる落差が低くなった結果、発電規模が 1kW 程度であったが、このような発電規模オーダーでも、単独施設への利用方法として、例えば照明や充電設備等の電源利用実績がある。下水道事業の中で、これらを導入することによって、環境活動 PR の効果があると考えられる。

7. 調査・設計と資金調達

7-1 調査・設計

施設整備に向けて、基本設計・詳細設計の一般的な設計事項を示します。対象地点や発電方式によって、一部省略されるものもあります。これらの設計内容は、河川法・電気事業法での許認可や電力会社との系統連系での協議資料作成にも必要となります。

表 7-1 一般的な設計事項

設計項目区分		調査・基本設計	詳細設計
流量		<ul style="list-style-type: none"> ・流量調査 ・過去 10 年間程度のデータ整理 ・流量の時間変動の整理 	<ul style="list-style-type: none"> ・基本設計チェック
有効落差		<ul style="list-style-type: none"> ・水位の測定 ・摩擦損失などの損失落差の精査 ・水位の時間変動の整理 	<ul style="list-style-type: none"> ・基本設計チェック
土木	取水・導水設備 水圧管路 放流設備 設備基礎・架台 道路など付帯施設 など	<ul style="list-style-type: none"> ・地形測量、地質調査 ・概略構造計算 ・地形図、平面配置図、縦断図、横断図等の作成 ・既存施設への補強検討 ・概算数量算出 	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細構造計算 ・基本設計図面のチェック ・詳細構造図、配筋図、仮設計画図等の作成 ・詳細数量の算出
建築	発電機上屋	<ul style="list-style-type: none"> ・概略構造計算 ・平面図、立面図、矩形図の作成 ・概略数量算出 	<ul style="list-style-type: none"> ・基本設計図面のチェック ・詳細構造計算 ・詳細図面の作成
電気設備	水車 発電機 制御盤 送電設備など	<ul style="list-style-type: none"> ・水車効率、発電機効率の精査 ・全設備の配置図、取付図、系統図、結線図などの作成 ・概略数量 	<ul style="list-style-type: none"> ・基本設計図面のチェック ・詳細図面 ・詳細数量
施工方法		<ul style="list-style-type: none"> ・施工方法の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工計画の策定
工事費		<ul style="list-style-type: none"> ・主要単価の作成 ・概算工事費 	<ul style="list-style-type: none"> ・全単価作成 ・詳細積算
その他		<ul style="list-style-type: none"> ・取水に伴う河川等の環境影響調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・発注仕様書の作成

7-2 整備事業の資金調達

整備費用の財源確保にあたって、国や北海道からの補助金・助成金・融資や、銀行等の金融機関からの融資の活用が挙げられます。補助金・助成制度は毎年変わりますので、確認しましょう。

融資について

主な融資制度をご紹介します。

資金調達の方法として、ある自治体では、住民からの公募債を活用して整備する事例もあります。

表 7-2 主な融資制度の一部（平成 24 年度）

市町村	民間企業	制度名称	照会先
●		北海道市町村振興基金貸付金	北海道総合政策部地域行政局市町村課
	●	電力需給対策に係る高度化貸付	中小企業基盤整備機構
	●	北海道中小企業総合振興資金	北海道経済部経営支援局中小企業課
●		一般会計債（地方債）	北海道総合政策部地域行政局市町村課

補助金について

固定価格買取制度で定める買取価格は、初期投資額及び維持管理費用等を積算し、調達期間で一定の利益を確保できるよう決定されています。そのため、この制度を活用する施設の整備では、平成24年度現在で、補助金はありません。国や北海道での平成24年度の補助金を表7-3に示します。発電電力の自家消費や独立電源設備において補助が認められています。

表7-3 国・北海道の補助金制度の一部（平成24年度）

市町村	民間 企業、 NPO	財団 法人や 団体な ど	制度名称	照会先	備 考
●			再生可能エネルギー等導入推進基金事業（グリーンニューディール基金）	北海道環境生活部環境局環境推進課	防災拠点等の自立・独立電源システム
	●		独立型再生可能エネルギー発電システム等対策費補助金	一般社団法人新エネルギー導入促進協議会	自家消費向けの設備に限ること 「固定価格買取制度」で定める設備認定を受けないこと
●			小規模地方公共団体対策技術率先導入補助事業	環境省北海道地方環境事務所環境対策課	業務用施設導入によってCO ₂ 削減効果が優れたもの
	●	●	地域の再生可能エネルギー等を活用した自立分散型地域づくりモデル事業	環境省総合環境政策局環境計画課	自立分散型独立電源システムであること
●	●		地域再生可能エネルギー発電システム等導入促進対策事業	環境省総合環境政策局環境計画課	自治体、NPO向け 「固定価格買取制度」で定める設備認定を受けないこと
●	●	●	一村一エネ事業	北海道経済部産業振興局環境・エネルギー室	法人、任意団体等と市町村で構成された共同体（コンソーシアム）
●			地域づくり総合交付金（地域づくり推進事業）	北海道総合政策部地域づくり支援局 各総合振興局・振興局地域政策課	公共用施設に導入する開発利用施設の整備
●		●	農山漁村活性化プロジェクト支援整備交付金	農林水産省農村振興局整備部農村整備官活性化支援班	都道府県、市町村、農林漁業団体等が対象 地域に存在する未利用資源等を活用し、営農等に必要資源化、エネルギー化などを行う場合に必要施設
●			農山漁村地域整備交付金	北海道開発局農業水産部農業計画課	都道府県、市町村、土地改良区等が対象 農業水利施設を活用した小水力発電施設の新設・更新

8. 主な許認可の協議・手続き

中小水力発電設備では、工事着工の前に、必要な協議・設置の許認可を完了してなければなりません。また、発電設備設置後も、稼働や維持管理においても関連法令に基づいた確認・報告が義務づけられる場合があります。ここでは、中小水力発電に特に関連する、河川法・電気事業法・電力会社との系統連系の概要を示します。

8-1 河川法に基づく手続き

河川法とは

河川法では、河川の水で発電を行う場合、河川管理者に許可を得なければなりません。新規に許可を得るには、時間を要する場合がありますので、早めに相談に行くことが重要です。

- ・ 河川の水を発電のために取水する場合、「水利使用の許可」
- ・ 河川区域・河川保全区域内に取水や放流のための設備設置や土地の改変を行う場合、「土地占用の許可」、「工事の許可」、「河川保全区域での工事の許可」

■ 従属発電について

既に、水道や農業用水など他の目的で水利使用許可を得た水を利用して発電事業を行う場合、これを「従属発電」といいます。これについても河川管理者に許可申請が原則必要です。

また、発電地点の施設管理者と発電利用の協議を行い、事前に同意を得る必要があります。

河川法の許可が不要となる範囲

発電設備の設置位置によって、許可が不要となる範囲があります。

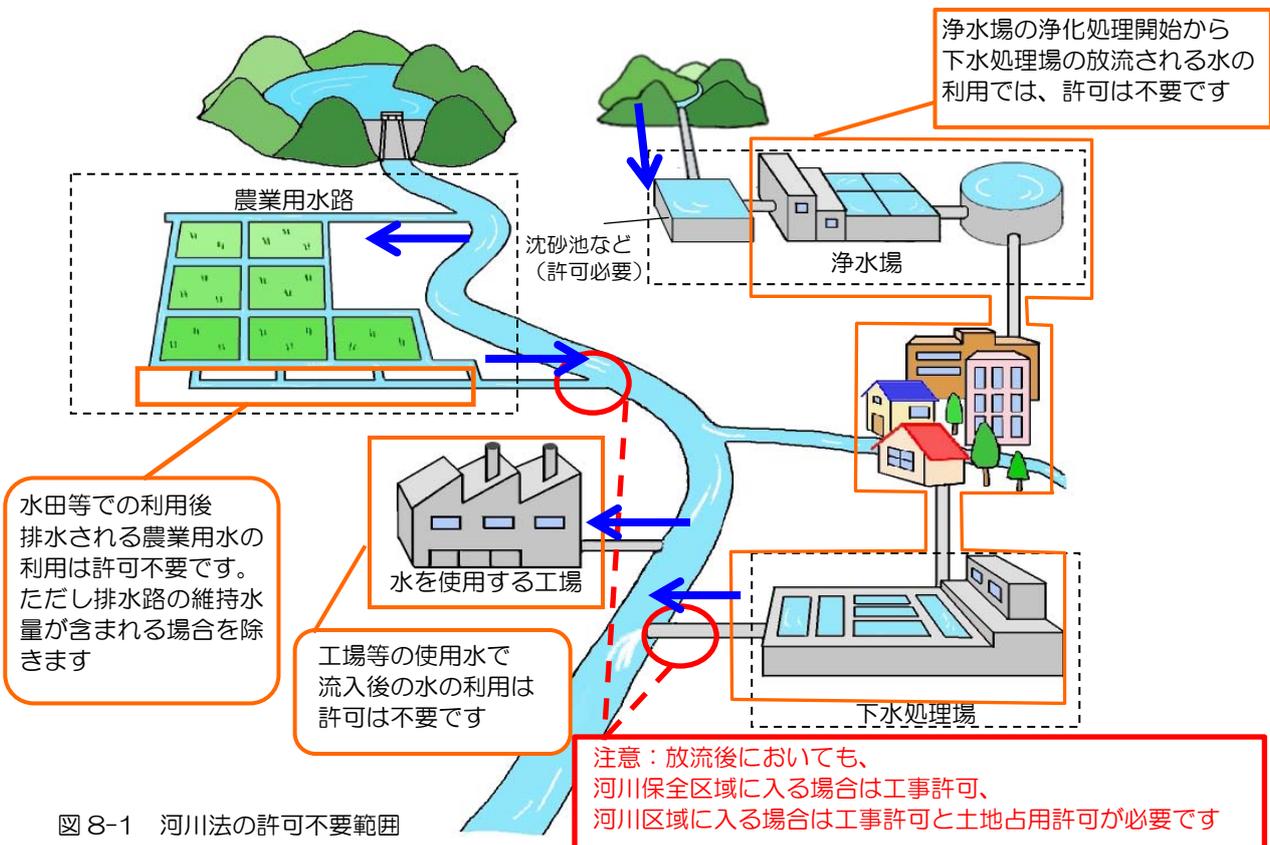


図 8-1 河川法の許可不要範囲

許可申請の窓口・必要資料

河川法の対象となる一級河川、二級河川、準用河川の区分によって申請窓口が異なります。許可申請に必要な書類例を以下に示します。他の水利使用許可取得済での従属発電の場合は一部書類が省略される場合があります。詳細は申請窓口に事前に確認しましょう。

表 8-1 許可申請窓口

河川の種類	許可申請窓口
一級河川	国土交通省の各河川事務所、北海道の各振興局（建設管理部）
二級河川	北海道の各振興局（建設管理部）
準用河川	市町村役場
普通河川	市町村役場（普通河川は河川法の適用外、自治体が管理条例を定めている）

表 8-2 許可申請に必要な資料例

水利使用許可申請に必要な書類	通常 発電	従属 発電	備考
①発電計画の概要	●	●	発電の目的、発電方式、施設管理者との関係など
②発電に使用する水量確認資料	●	●	水量設定の根拠
③河川流量の確認資料	●		原則 10 年間分の流量データ
④発電のための取水が可能か判断する計算書	●		
⑤治水・利水・環境対策	●		
⑥発電施設の構造計算書・設計図	●		他、工事工程表、位置図、一般図、現場写真など
⑦関係河川使用者の同意書	●		河川管理者から指示
⑧用水および施設利用の確認書		●	施設管理者との利用契約
⑨他の規制・法令の手続き状況	●		他の規制の許認可の取得状況の確認
⑩その他	●	●	

規制変更・緩和の動き

以前は、小規模の発電設備にも、数千 kW の大規模発電設備と同様の規制がかけられていましたが、近年、小水力発電設置に対して、河川法での規制緩和・変更などが行われています。随時ホームページ等で確認しましょう。

■近年の緩和

- ・一級河川における従属発電を行う場合、主たる水利利用が小規模となる知事管理区間の水利使用許可権限について、国土交通大臣から都道府県知事等に対し権限移譲されました（平成 23 年 3 月から）。
- ・地域活性化総合特別区域で従属発電を行う場合、水利使用許可手続きが簡素化され、手続き処理する期間を 5 ヶ月から 1 ヶ月に短縮されました（平成 23 年 8 月から）。

■平成 25 年公布・施行予定（パブリックコメント段階）

- ・発電出力 1,000kW 未満の小規模な水力発電の水利使用は、「特定水利使用」から除外され、指定区間内の一級河川におけるものが都道府県知事の許可で足ります。
- ・発電出力 200kW 以上 1,000kW 未満の水力発電の水利使用は、「準特定水利使用」に位置づけられ、都道府県知事が許可する際に、国土交通大臣の認可が必要となります。

河川法の詳細・最新情報については、以下のホームページで確認できます。

- ・国土交通省・水管理国土保全局HP 「水利権について」
<http://www.mlit.go.jp/river/riyou/main/suiriken/index.html>
- ・小水力発電を行うための水利使用の許可申請ガイドブック
http://www.mlit.go.jp/river/riyou/syosuiryoku/syousuiryoku_guide3.pdf

8 主な許認可の協議・手続き

8-2 電気事業法に基づく手続き

電気事業法とは

電気事業の運営や電気工作物の工事・維持・運用において、電気事業法に基づいて適正に運用・維持しなければなりません。

中小水力発電事業においても、電気事業法に基づく手続きが必要となる場合があります。

水力発電設備整備に際して必要な手続き

以下の条件に全て該当するものを「一般用電気工作物」、それ以外は「事業用電気工作物」となります。発電設備が「一般用電気工作物」であれば、電気事業法上必要な手続きは不要です。

- ・電圧 600V 以下で受電
- ・ダムを伴わない出力 20kW 未満、かつ最大使用水量 1m³/s 未満
- ・受電線路以外で構内以外の場所の電気工作物と電氣的に接続されていない

また、発電方法や出力に応じて、電気事業法上必要となる手続きが異なります。

表 8-3 施設・出力に応じて必要な手続き

発電方法・出力の条件	保安規程	電気主任技術者	ダム水路主任技術者	工事計画届
ダム・堰を有する、または出力 200kW 以上	●	●	●	●
ダム・堰を有せず出力 20~200kW 未満	●	●	—	—
上下水道・工業用水の落差を利用し、ダム・堰を有しない	●	●	—	—
ダム・堰を有せず出力 20kW 未満	—	—	—	—

■保安規程

電気工作物の工事、維持、運用において、電気事業法施行規則で定められた以下の事項についてルールを定め、使用開始前に経済産業省（地域の産業保安監督部）に届けなければなりません。

- ①管理者の職務と組織
- ②従事する者に対する保安教育
- ③保安のための巡視、点検、検査
- ④運転及び操作
- ⑤運転を長期間停止する場合の保全方法
- ⑥災害や非常時の措置
- ⑦保安についての記録
- ⑧その他必要事項

■電気主任技術者

電気工作物の工事、維持、運用のための保安監督として、主任技術者を選任し、経済産業省（地域の産業保安監督部）に届けなければなりません。

電気主任技術者については、発電出力 1,000kW 未満であれば、資格を持つ個人事業者や電気保安協会などに委託することができます。

■工事計画届

電気工作物の工事、変更では、事前に工事計画を策定し経済産業大臣に届けなければなりません。届出が受理されてから 30 日経過しないと、工事を開始することはできません。

■使用前自主検査・使用前安全管理審査

工事計画届を提出した場合、使用開始前に、自主的に検査を行い、工事計画に従って完成しているか、技術基準に適合していることを確認する使用前自主検査を行います。

また、使用前自主検査が終了後 1 か月以内に、経済産業大臣又は登録安全管理審査機関が行う使用前安全管理審査を受ける必要があります。

電気事業法についての詳細、最新情報については、以下のホームページで確認できます。

経済産業省HP http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/index.html

8-3 系統連系・固定価格買取制度活用に関する協議

系統連系に向けての協議の流れ

電力会社と系統連系を行う場合、発電する電力の品質や保安方法に問題がないかどうか、事前に電力会社と技術的協議・確認を行ったうえで、接続契約を締結する必要があります。設備工事着手までの協議の基本的流れは図のようになります。

■系統連系に必要な技術要件

技術的要件の指針として、「系統連系規程(JEAC9701)」に、電力品質と保安に関する事項、これらを遵守するための必要な設備要件等が記載されています。

電力品質に係わる事項（①受電点での力率、②常時電圧変動、③瞬時電圧変動）、
保安に関する事項（①発電設備故障の保護、②系統事故の保護、③単独運転防止の必要性）、
短絡容量の制限、連絡体制の確立

詳細は 日本電気技術規格委員会 (<http://jesc.gr.jp/jesc/jesc.html>) でご確認ください。

固定価格買取制度と設備認定

固定価格買取制度を活用する発電設備については、国の設備認定が必要です。現在、北海道では、買取価格と調達期間は、**国の設備認定を受け、電力会社への接続契約申し込みが受理された時点で確定します**。受付受理日が年度内であれば、その年度の買取価格と調達期間が適用されます。

設備認定は北海道経済産業局で申し込みを受け付けます。期間は約 1 ヶ月要します。設備認定がなければ、固定価格買取制度活用での系統連系の申し込みは受理されません。

詳細は、北海道経済産業局 http://www.hkd.meti.go.jp/hokne/saiene_nintei/index.htm でご確認下さい。

協議にあたっての準備

系統連系協議や設備認定申請での必要資料は、詳細設計がある程度進み、機器仕様が概ね確定した段階で作成可能となるものがほとんどです。また、電力会社との協議には技術的知見を持った設計者・専門家等に同行してもらうのがよいでしょう。

電力会社との協議

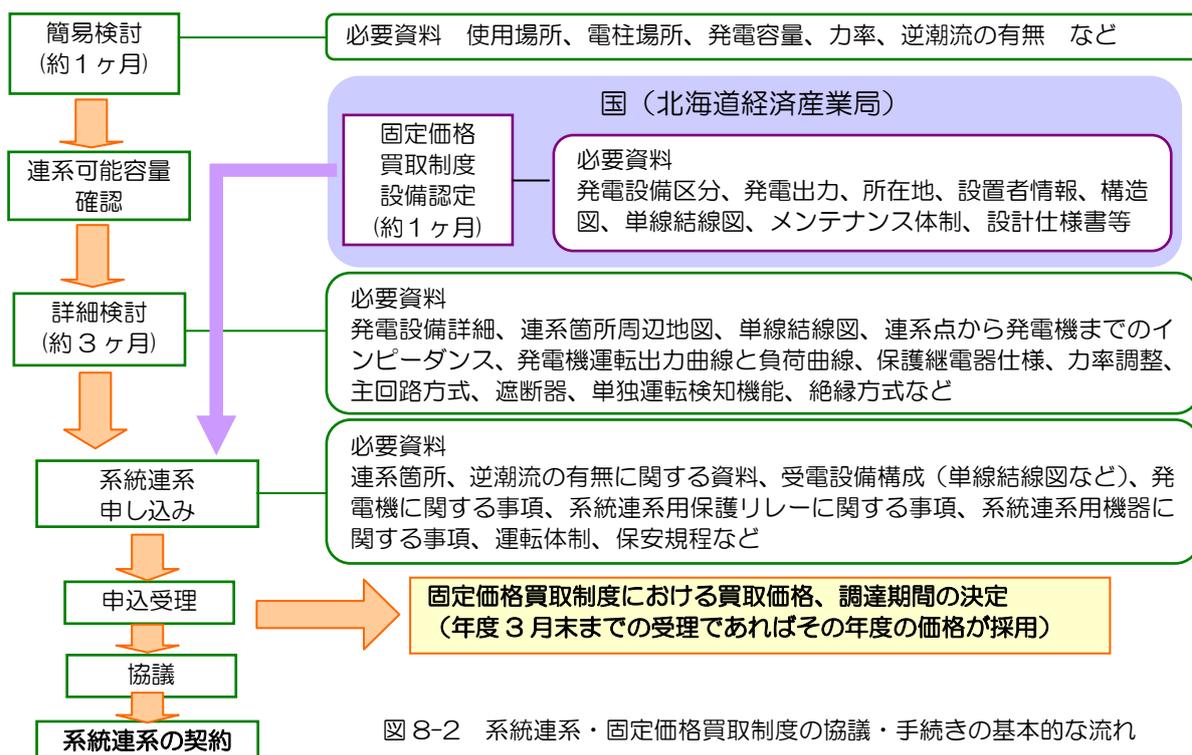


図 8-2 系統連系・固定価格買取制度の協議・手続きの基本的な流れ

9. 関係機関・支援制度・参考図書の紹介

9-1 関係機関一覧

これまでの内容で詳細や不明点については以下の関係機関や団体で確認できます

表 9-1 関係機関・団体一覧

区分	関係機関名	URL
北海道	北海道経済部産業振興局環境・エネルギー室 (手引き、新エネルギー普及啓発について)	http://www.pref.hokkaido.lg.jp/kz/kke/index.htm
	北海道企業局発電課 (水力発電や電気事業について)	http://www.pref.hokkaido.lg.jp/kg/htd/index.htm
	北海道建設部土木局河川課 (北海道の管轄する河川・ダムについて)	http://www.pref.hokkaido.lg.jp/kn/ksn/
	北海道農政部農業施設管理課 (北海道の管轄する農業用水利施設について)	http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/ssk/index.htm
	北海道環境生活部環境局環境推進課 (北海道の管轄する水道施設について)	http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/ksk/index.htm
	北海道建設部まちづくり局都市環境課 (北海道の管轄する下水道施設について)	http://www.pref.hokkaido.lg.jp/kn/tkn/index.htm
国	経済産業省北海道経済産業局 (固定価格買取制度、設備認定について)	http://www.hkd.meti.go.jp/index.htm
	経済産業省 資源エネルギー庁 (電気事業法、固定価格買取制度、新エネルギー 施策全般について)	http://www.enecho.meti.go.jp/
	経済産業省 北海道産業保安監督部 (電気事業法に基づく電気保安)	http://www.safety-hokkaido.meti.go.jp/
	国土交通省 北海道開発局 (管轄する河川、ダム、農業水利施設について)	http://www.hkd.mlit.go.jp/
	国土交通省 水管理・国土保全局 (河川法、水利権について)	http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/index.html
	環境省 地球環境局地球温暖化対策課 (小水力発電情報サイト)	http://www.env.go.jp/earth/ondanka/shg/page04.html
電力会社	北海道電力株式会社 (系統連系の協議について)	http://www.hepco.co.jp/
団体	全国小水力利用推進協議会 (全国の小水力発電の情報)	http://j-water.jp/conference/

9-2 北海道の導入支援サポートについて

北海道企業局では、発電所や工業用水道施設の建設・管理運営のノウハウを活用し、道内の市町村や公共性を有する団体を対象に、中小水力発電の計画、設計、工事、経営・維持について、必要な情報提供やアドバイス等のサポートを行っています。

詳しくは、こちらまで

「地域新エネルギー導入アドバイザー制度」

北海道企業局発電課 施設改修グループ TEL 011-231-4111 内線 (32-757)

URL : <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/kg/htd/adviser.htm>

9-3 参考資料や図書の紹介

技術的な詳細な参考として、ホームページで公開されている資料・報告書をご紹介します。

表 9-2 参考資料・報告書一覧

図書名	発行元	URL
平成20年度中小水力開発促進指導事業基礎調査（未利用落差発電包蔵水力調査）報告書	経済産業省 資源エネルギー庁	http://www.enecho.meti.go.jp/hydraulic/data/dl/houkokusho.pdf
ハイドロバレー計画ガイドブック	経済産業省 資源エネルギー庁	http://www.enecho.meti.go.jp/hydraulic/data/dl/G02.pdf
平成18年度水力資源有効活用技術開発調査報告書（総括版）	経済産業省 資源エネルギー庁	http://www.enecho.meti.go.jp/topics/pamphlet/h18suiryokushigenn.pdf
簡易発電システム設計マニュアルの策定	(財)新エネルギー財団	http://www.nef.or.jp/info/pdf/200703_01.pdf
既設砂防堰堤を活用した小水力ガイドライン	国土交通省	http://www.mlit.go.jp/river/sabo/seisaku/sabo_shosui.pdf
小水力発電を行うための水利使用の許可申請ガイドブック	国土交通省	http://www.mlit.go.jp/river/riyou/syosuiryoku/syousuiryoku_guide3.pdf
電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン	経済産業省 資源エネルギー庁	http://www.enecho.meti.go.jp/denkihp/genjo/rule/keito_guideline.pdf

10. 今後の再生可能エネルギー導入推進に向けて

北海道では、中小水力や太陽光、バイオマスなどの豊富に地域に存在している資源を活用して、新たなエネルギーを生み出し、生活や産業用途に活用する「地産地消」の取組を通じて、道内各地域における再生可能エネルギーの導入を促進してまいります。本手引きをご参照いただき、各地域において中小水力発電の導入をご検討いただけるよう期待しております。

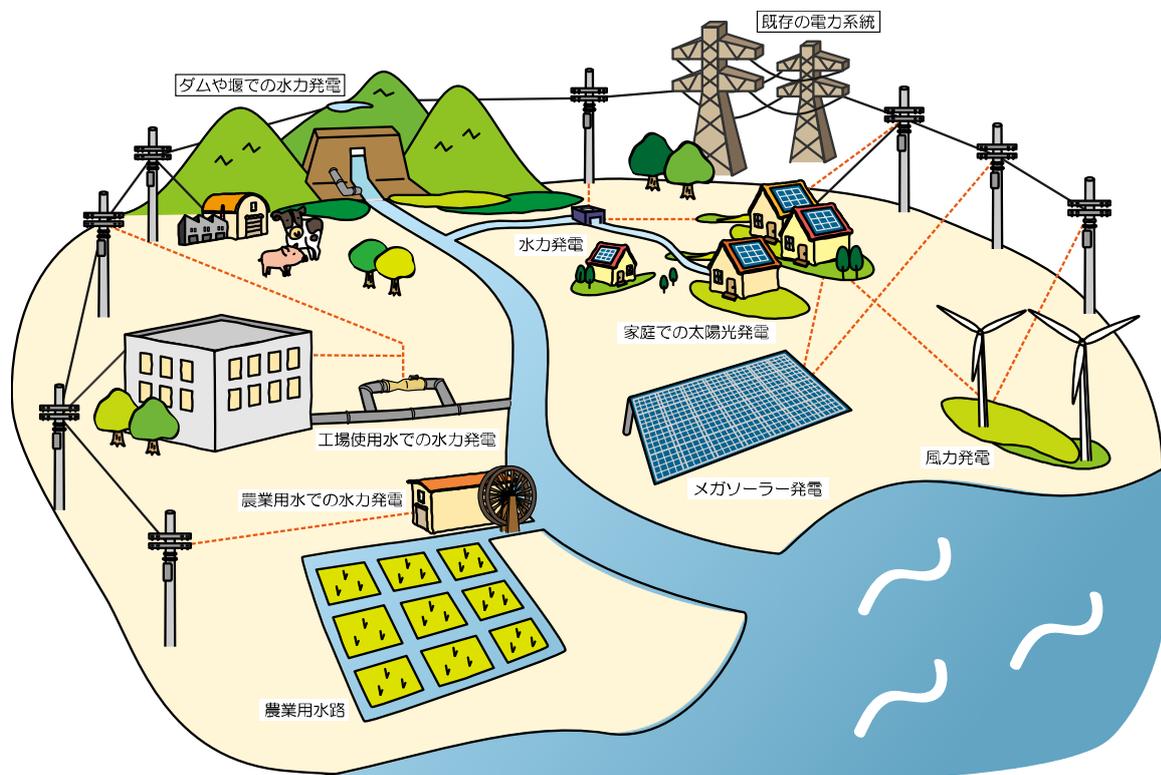
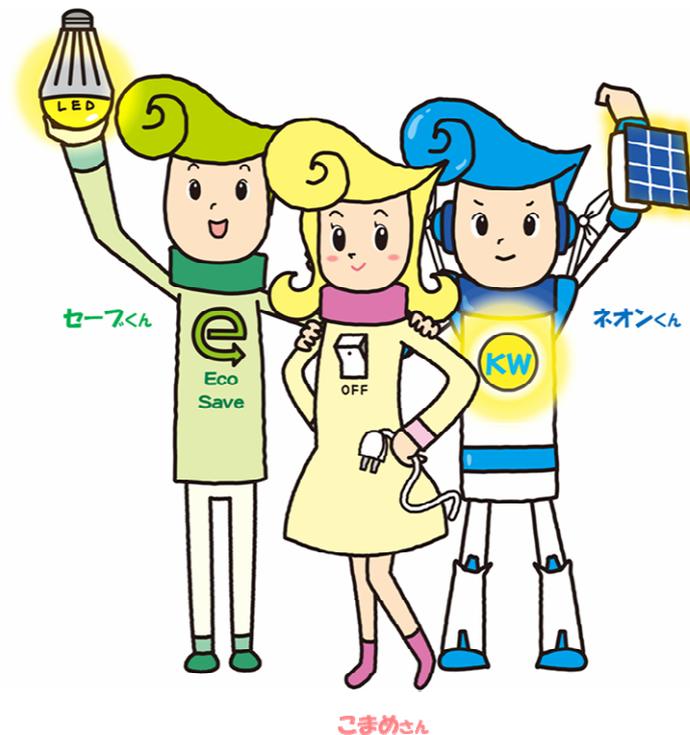


図 10-1 再生可能エネルギー地産地消のイメージ



エネーズ

中小水力発電導入の手引き

発行／平成 24 年 12 月

編集／北海道経済部 産業振興局 環境・エネルギー室

060-8588 札幌市中央区北3条西6丁目

TEL (代表)011-231-4111 内線26-181

(直通)011-204-5319

FAX 011-222-5975

E-mail keizai.kanene1@pref.hokkaido.lg.jp

URL <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/kz/kke/index.htm>

この冊子は再生紙を使用しています