

中小水力発電導入の手引き



平成 29 年 7 月
中小規模水力発電技術支援チーム

目 次

ステップ1

第1歩を踏み出そう

P2

ステップ2

概略検討をしよう

P9

ステップ3

必要な手続きを把握しよう P15

ステップ4

詳細設計をしよう

P18

ステップ5

発電所の建設

P21

ステップ6

維持管理

P23

ステップ1 第1歩を踏み出そう



地域を流れている河川や農業用水路、砂防ダムの水を利用して、中小水力発電所を造れないか？



水力発電所が造れないかと思ったら、まず目的とおおよその設置場所と発電所の大きさ(発電規模)を検討しましょう。

1 目的の明確化

水が多く流れているところに発電所ができないか(候補地)と思ったら、まず目的を整理しましょう。

造る
目的は？

- ・「売電による収入増」
- ・「自家消費による電気代の削減」
- ・「電気の無い場所への電力供給」
- ・「地域振興」
- ・「環境貢献」 等

誰が
造るの？

○行政機関や水路管理者(「土地改良区」や「下水道公社」等)のみならず、「民間企業」、「NPO」、「共同体」等でも設置が可能です。
目的に応じた推進体制づくりを進めていきましょう。

発電所を造る目的により、アプローチの仕方が異なりますが、事業として実施するためには、採算性の確保が重要な課題となります。

2 設置場所と発電規模の検討

次にその候補地で、どの程度の大きさの発電所が造れるのかおおよその計算を行きましょう。

候補地のポイント

水は季節によって流量が違ってくる場合が多くあります。大きな出力の発電機を設置しても水の少ない季節は運転ができなくなることがあるので注意が必要です。



発電所管理職員のコラム

“水力エネルギー”との正しい付き合い方

水力エネルギーは自然の恵みである。

自然が相手だからなかなか思うようにいかない。

大水ともなれば災害になることもあり、濁水になれば計画どおりの電気を起こせない。

流れ込み（水路式）発電所は‘川の流れのままに’。

ダム式発電所はある程度貯水ができることから、必要な時に電気を起こせるメリットがあるが、それも、河川流量との相談である。

ダム式発電所の運用にあたっては、設備の監視は当然として、常に河川流量と気象情報に注意を払わなければいけない。

また、発電後の放流については、下流の水道・灌漑用水等の利用や河川内作業の状況などにも気を配らねばならない。

運用担当者は水力エネルギーを安全に、そして少しでも有効に利用できるよう日々の努力を続けなければならないのである。

水力発電事業は農業にも似た自然頼みの『水ビジネス』である。

中小水力発電所の建設には、環境の保全や設置工事費の削減のため、出来るだけ既に完成している「水路（農業用水路）」、「河川施設（砂防ダム等）」、「上下水道」などの活用をお薦めします。



農業用水路



砂防ダム



上下水道



自然河川

発電規模の計算

発電所の出力 (kW) は、「 $9.8 \times \text{有効落差 (m)} \times \text{使用水量 (m}^3/\text{s)} \times \text{効率}$ 」で決まります。

このため、候補地の「有効落差」と「使用水量」を把握しましょう。

※効率は一般的な中小水力用発電機では、60~70%とされていますので、出力の計算は60%を使いましょう。

有効落差

○勾配や管路の水槽の上面から発電所設置場所までの高低差が基本となります。できるだけ大きな落差となる箇所を探しましょう。

有効落差の把握

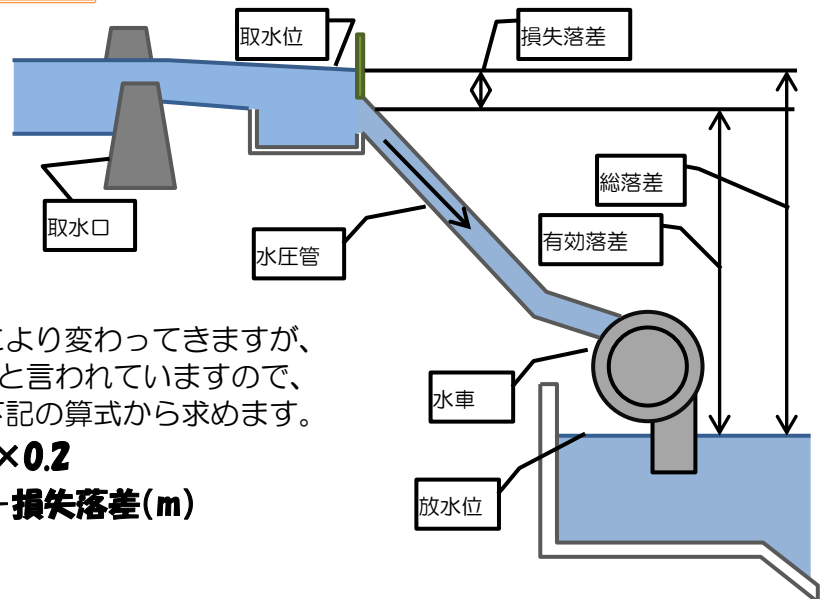
有効落差の把握には、取水位から放水位までの総落差をまず求める必要があります。

総落差の把握は図面（等高線）や水準測量により求めることができます。

損失落差は、水圧管の勾配等により変わってきますが、一般的な平均値は総落差の20%とされていますので、損失落差及び有効落差の推計は下記の算式から求めます。

$$\text{損失落差(m)} = \text{総落差(m)} \times 0.2$$

$$\text{有効落差(m)} = \text{総落差(m)} - \text{損失落差(m)}$$

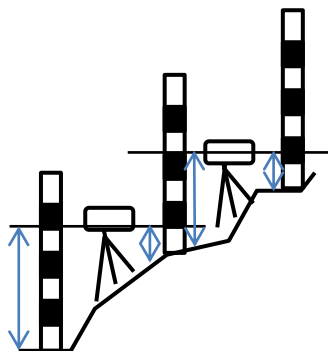


水準測量を行ってみましょう。

水準測量は高さの差を知りたい2か所に標尺を立て、レベルと呼ばれる望遠鏡を中間地点に設置します。

このレベルで標尺の値を読み、その2つの標尺の読み値の合計が高さとなります。

一度で高さが測定できない場合、この測定を何度も行い、合計の総落差を算出しましょう。



使用水量

○水力発電所の規模を決める際に最も大切なのが、発電に使用する水の量です。使用水量を求めるためには、水路や管路を流れる流量の測定データが必要となります。国土交通省への手続きではほとんどの場合データが必要となります。候補地点若しくはその近くで流量を測定している場合は、発電規模の計算の精度も上がります。

流量の把握

通常の河川では、春から秋にかけて流量は冬に比べ非常に多くなります。また、農業用水路も冬は防火用水程度の流量しかない場合があります。もし発電に使用する水量を水が最も多い時期（春から秋）の流量としてしまうと、冬期は水量が不足して発電できないこともあります。結果として発電に使用する水量を少なくした方が、冬期も発電を行うことができ、年間に発電できる電気の量（年間発電電力量といえます。）が多くなる可能性もあります。

このため、年間を通して流量の測定データを収集することがとても重要となります。流量を把握する方法として以下の方法があります。

1 既に測定を行っている設備はありませんか？

農業用水の取水設備、上下水道など既に水位や流量を測っている箇所があれば、観測データをそのまま利用することが可能となります。



既設観測設備

2 近くの河川で測定を行っている箇所がありませんか？

砂防ダムや自然河川など自然に応じて流量が変化する箇所を候補地とする場合、候補地の近くの異なる河川で水位や流量を測定している箇所があれば、候補地で数日分の測定を行うことで、比較により使用水量を求めることができます。

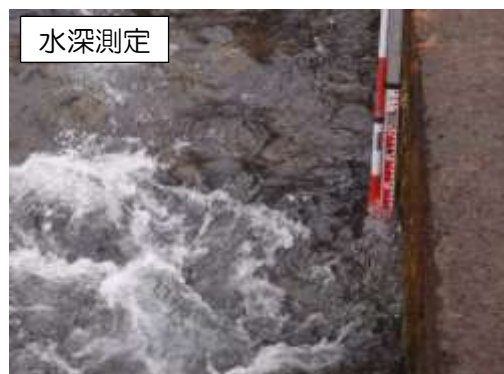
近くの河川で測定している箇所がないか探してみましょう。

なお、河川法に必要な使用水量とは、測定方法が異なりますので、ご注意ください。

3 人工構造物がありませんか？

上記のような適地が無い場合、実際に流量を測定しなければなりません。

この場合、断面積がはっきりとわかっている人工構造物がある箇所や流量を測定できる堰（板）が設置できそうな箇所を探してみましょう。



水深測定



実際に測定してみましょう

候補地の流量を測定する方法はいろいろあります。測定場所やどの程度の精度を求めるかにより、方法は違ってきます。参考に幾つかの測定方法を紹介します。

なお、実際の測定は、事前に河川管理者及び用水管理者等の了承を得てから行ってください。

1 容積法 (難易度：★★☆)

水路及び河川を土のうなどでせき止め、塩ビ管などを通して流れてきた水をバケツなどで直接測定する方法です。

直接流量を測定するため、高い精度でデータが得られますが、流量が多くなると、測定ができなくなります。



2 堰法 (難易度：★★☆)

水路及び河川を土のうなどで堰止めたり、人工構造物上に、三角堰や四角堰を設置し、越流する水位を測定することにより、流量を計算する方法です。

堰の設置には、堰からの漏水が無いように、また豪雨などで破壊されることが無いように設置することが必要です。



3 浮子法・流速計法 (難易度：★★★)

水路や河川の断面積を求め、水深と流速から流量を計算する方法です。

水深は、水位計や標尺などで測定します。

流量は、流量計もしくは、浮きを流して2点間を流れる時間を計測して求める方法があります。

流量が多い場合に採用される方法であり、流量が少ないと測定ができない場合があります。



(※) 難易度は、測定を行う技術的な難易度及びそれにかかる費用から算出しています。



発電所管理職員のコラム

～流量資料～

流量資料は発電所建設計画において最も重要な資料の一つです。河川、農業用水路等の日平均流量であり、発電規模、発電電力量を定めるためになくてはならない資料です。原則至近 10 か年の連続したデータが必要です。

農業用水等を利用する発電計画では日々の管理に基づいた資料を利用することができます。しかし、河川水を利用する発電計画の場合は計画地点での資料が必要となります。資料がない場合には、近傍の測水所から流域比換算して求めることとなりますが、流域比が大き過ぎるときは、測水所を新設して 1 年以上測定し、相関を確認する必要があります。また、計画河川に測水所が無い場合には、同じように測水所を新設して 1 年以上測水し、近傍の測水所との相関を確認して回帰式により算定する方法もあります。

このように流量資料の整備には時間と費用がかかる場合がありますが、発電計画には必ず必要となる重要な資料です。机上検討、現地踏査と並行して流量資料の収集を行いましょう。

ステップ2 概略検討をしよう



発電所を造るにはどのくらいの費用がかかるの？また、完成後はどのくらい発電できるの？
そのための調査は委託しないとできないの？



委託しなくてもおおよその概算工事費の推計は可能です。
ここで事業を行うかどうかの判断をしましょう。
(困った時は、企業局中小規模水力発電技術支援チームへご相談ください。)

1 年間発電電力量の試算

ステップ1で求めた有効落差と流量のデータを使って年間でどれだけの発電が可能か試算してみましょう。

Case1 1年を通じて流量に大きな変化がない場合

まず流量データ上の最大使用水量を発電所の使用水量とし、以下の算式により発電所の出力を計算します。

$$\text{発電所出力(kW)} = 9.8 \times \text{有効落差(m)} \times \text{使用水量(m}^3/\text{s)} \times \text{効率}$$

次に年間発電電力量を以下のとおり計算します。

なお、点検等で停止する事を考慮して、5%の停止（設備利用率）を見込みます。

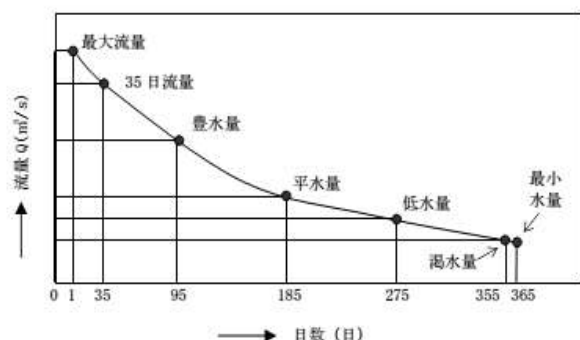
$$\text{年間発電電力量(kWh)} = \text{発電所出力(kW)} \times 365(\text{日}) \times 24(\text{時間}) \times 0.95$$

農業用水のように冬期に流量が減少する場合は、発電所の出力は流量で比較案分します。また、年間発電電力量は、冬期以外の流量と冬期の流量の日数でそれぞれ計算し、合計します。

Case2 季節によって流量の変化が大きい場合

毎日の測定データを大きい順に並べていきます。これをグラフにしてみましょう。
(流況曲線といいます。)

365日分のデータがそろわない場合は、あるだけのデータを大きい順に並べてみましょう。



流況曲線図（ハイドロバレー計画ガイドブックより）

このグラフから**大きい方から 95 番目の流量(豊水量)**を発電所の使用水量として以下の算式により発電所の出力を計算します。

$$\text{発電所出力(kW)} = 9.8 \times \text{有効落差(m)} \times \text{使用水量(m}^3/\text{s)} \times \text{効率}$$

365 日分のデータがそろっていない場合、下記の計算式により大きい方から 95 番目相当のデータを使用水量として、計算してみましょう。

$$\text{使用水量(m}^3/\text{s)} = \text{大きい方から (総データ数} \times 95 / 365) \text{ 番目の流量データ}$$

次に年間発電電力量を、以下のとおり計算します。

一般的な設備利用率は約 50%とされていますので、50%の設備利用率で計算します。

$$\text{年間発電電力量(kWh)} = \text{発電所出力(kW)} \times 365(\text{日}) \times 24(\text{h}) \times 0.5$$

なお、流量データが収集できない場合には、次のような推計方法があります。

季節によって水の変化が大きい場合

まず、建設候補地の流域面積 (km²) を算出してください。

ここで国土交通省発行の「既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン (案)」より最大取水流量を計算します。

$$\text{最大取水流量(m}^3/\text{s)} = 0.0553 \times \text{流域面積(km}^2)^{0.9322}$$

(※計算式では 2[^]のような表現となっておりますが、2 の 3 乗となります。)

(注意) 算出は CASE2 の流況曲線の平水量での計算となりますので、実際に建設する場合には、最大取水流量はこれより大きくなる事があります。

次に算出した最大取水流量を発電所の使用水量として、以下の算式により発電所の出力を計算します。

$$\text{発電所出力(kW)} = 9.8 \times \text{有効落差(m)} \times \text{使用水量(m}^3/\text{s)} \times \text{効率}$$

次に年間発電電力量を以下のとおり計算します。

ここでの設備利用率は 70%を想定しています。

$$\text{年間発電電力量(kWh)} = \text{発電所出力(kW)} \times 365(\text{日}) \times 24(\text{時間}) \times 0.7$$

設備利用率

実際には発電所は、いつも最大の出力で発電することはできません。

河川から取水する方式の水力発電所では、一般的に冬期は河川の流量が少なくなりま

す。また、定期点検等により発電所を停止する必要があります。

このため、24 時間 365 日ずっと最大で発電した場合に発電できる電力量と実際に発電できる(発電可能な)電力量との比率を設備利用率といいます。

2 売電電力料金の試算

年間発電電力量を計算しましたら、これを売電したときの料金収入を計算しましょう。

固定価格買取制度

平成 24 年 7 月から固定価格買取制度が施行され、その適用を受けると 20 年間にわたり一定の買取価格が保障されます。

適用を受けるには、経済産業省の事業計画認定を受ける必要があります。

買取価格（単価）については、経済産業省の事業計画認定を受けた日が属する年度の買取価格が適用されます。

なお、平成 29 年度は下表のとおりです。

電源	買取区分	買取価格（円/kWh）		買取期間
		税込	（税抜）	
中小 水力	5,000kW 以上 3 万 kW 未満	25.92	（24） ^{※1}	20 年
	1,000kW 以上 5,000kW 未満	29.16	（27）	
	200kW 以上 1,000kW 未満	31.32	（29）	
	200kW 未満	36.72	（34）	

※1 H29.10～H31.3 までは、20 円



上記の区分による買取価格を使って、発電による売電電力料金の収入見込みは以下のとおり計算します。

$$\text{年間売電電力料金(円)} = \text{買取価格(円/kWh)} \times \text{年間発電電力量(kWh)}$$

3 概算設置工事費の試算

次に設置工事費を算出しましょう。

工事を行うことを考えて、もう一度現地調査をしてみましょう。



ポイント

- 配電線(通常街中にある電柱)は近くにありますか？**
配電線までの距離があると、自分で電線を引く距離が長くなり、工事費が高くなります。
- 設置予定地までの道路は近くにありますか？**
設置予定地近くまで道路がない場合もしくは近くにあっても道路が狭い場合、工事費が高くなります。
- 設置予定地にスペースは十分にありますか？**
施設の近くに発電装置を設置するスペースが必要となります。
- 既設施設の構造は頑丈ですか？**
既設施設の補強や取替などが必要になると工事費が高くなります。
- ごみや流木・土砂が多く流れてきていませんか？**
スクリーンを設置してごみ・流木等が発電機に流れ込まないようにする必要があります。



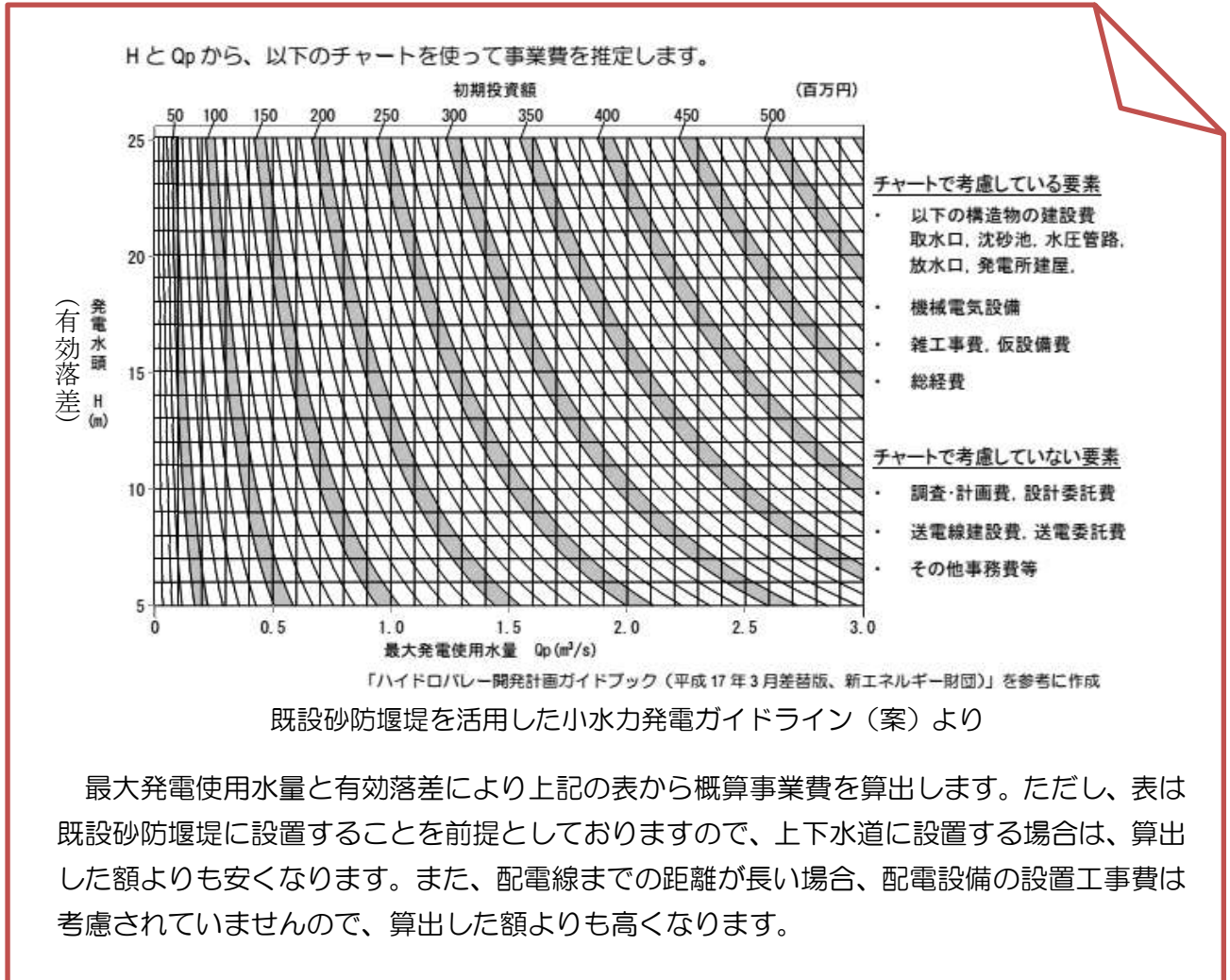
現地調査の結果、大きな問題がないことが確認できたら、発電所の設置に対する助成制度について、把握しておきましょう。

補助金等の一例

- 1 **農林水産省所管（農業用水路が対象となります）**
地域自主戦略交付金、かんがい排水事業等の土地改良事業等
（農政部農地整備課（TEL：026-235-7240））
 - 2 **県単独事業**
地域主導型自然エネルギー創出支援事業
（環境部環境エネルギー課（TEL：026-235-7179））
 - 3 **地方債（地方公共団体が対象となります）**
施設に応じてさまざまな地方債が利用可能です。
（市町村課財政係（TEL：026-235-7062））
- **注意**
自分の施設内で発電電力を消費することを条件とする補助金等もありますので、よくご確認ください。

それでは、概算の設置工事費を試算してみましょう。

ここでは、あくまで概算になりますが、国土交通省砂防部保全課発行の「既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン（案）」を参考に計算してみましょう。



4 維持管理費の試算

最後に発電開始後の年間の維持管理費を概算で算出します。

運転開始後に必要となる費用については、人件費、修繕費、その他経費及び一般管理費が想定されます。これらについては、「ハイドロバレー計画ガイドブック」に概算の経費率が示されていますので、それを使って計算をします。

$$\text{年経費} = \text{建設費} \times 1.091\%$$

5 採算性の検討

1～4で計算した結果を基に発電所建設計画の採算性を求めましょう。

次の式により、発電所建設、維持管理費等により投資した金額が固定価格買取制度を利用した場合、何年で回収可能か計算します。

$$\text{建設費回収年数} = \frac{(\text{建設費} - \text{補助金額})}{(\text{年間売電電力料金} - \text{年経費})}$$

建設費回収年数は、**10年**を目途とし、これ以下となる場合は、採算性の優れた事業となる可能性が非常に高いと思われますので、詳細な設計をしていきましょう。

また、事業目的が「電気の無い場所への電力供給」などある程度採算性を求めない場合もありますので、その場合についても判断の上、詳細な設計をしていきましょう。

事業化が難しいと判断した場合については、他に良い場所がないか検討をして、再度ステップ1から検討を行いましょう。

これで事業を行うかどうかのおおよその判断ができるかと思います。

これよりも詳しくご検討を行う場合は、別冊「水力発電推進基礎知識 第1章1 基本計画」、経済産業省 資源エネルギー庁「 hidroバレー計画ガイドブック」、一般財団法人 新エネルギー財団「中小水力発電ガイドブック」等を参考にしてください。

また、企業局中小規模水力発電技術支援チームにもご相談ください。

ステップ3 必要な手続きを把握しよう



水力発電所を建設するには、太陽光などと違って、水利権などいろいろ難しい手続きがあるのでは？
その他にも必要な手続きがあるのでは？



実際の許認可手続きについては、詳細設計を行うコンサルタントに手助けを依頼することもできます。
今回は、必要な手続きを前もって把握しておきましょう。
また、関係者への説明を開始しましょう。

1 許認可手続き

河川法



水力発電を行う場合、通常「流水の占用の許可もしくは登録（水利権）」が必要となります。

河川や設置する設備の大きさ等によって、担当窓口が異なりますが、まずは水利権相談窓口（長野県建設部河川課管理調整係 TEL：026-235-7308）へ相談してみましょう。

（担当窓口）

一級河川：国土交通省 所管地方整備局

又は、長野県 建設部河川課（所管建設事務所）

準用河川及び普通河川：所管市町村

【主な所管事務所（国土交通省）】

水系	所管事務所	電話番号	水系	所管事務所	電話番号
天竜川	天竜川上流河川事務所	0265-81-6414	関川・姫川	高田河川国道事務所	025-523-3136
信濃川	千曲川河川事務所	026-227-7611	矢作川	豊橋河川事務所	0532-48-8112
木曾川	木曾川上流河川事務所	058-251-1326	富士川	甲府河川国道事務所	055-252-5491

【所管建設事務所（県）】

事務所名	電話番号	事務所名	電話番号
佐久建設事務所	0267-82-3101	松本建設事務所	0263-40-1961
〃 佐久北部事務所	0267-63-3111	安曇野建設事務所	0263-72-8880
上田建設事務所	0268-23-1260	大町建設事務所	0261-22-5111
諏訪建設事務所	0266-53-6000	千曲建設事務所	026-273-1720
伊那建設事務所	0265-76-6845	須坂建設事務所	026-245-1670
飯田建設事務所	0265-23-1111	長野建設事務所	026-233-5151
木曾建設事務所	0264-24-2211	北信建設事務所	0269-22-3111

詳細は、「水力発電推進基礎知識」第2章 1.2 河川法に基づく諸手続きをご参照ください。

電気事業法



発電所の出力により「工事計画」の届出及び「保安規程」の作成が必要となる場合があります。

詳しくは、中部近畿産業保安監督部電力安全課（TEL：052-951-2817）へ相談してみましょう。

詳細は、「水力発電推進基礎知識」第2章1.1 電気事業法に基づく諸手続きをご参照ください。

その他法令



上記2法令のほかに設置場所によって、別の法令の規制が適用となる場合があります。設置予定場所がどの法令の適用区域であるか確認しておきましょう。

（例：その他関係法令）

自然公園法、文化財保護法、農地法、森林法、砂防法等

2 関係者への説明

1 地権者への説明

水路や発電所の設置予定地の地権者及び隣接者に事業の説明を行きましょう。

2 関係団体への説明

河川に漁業権が設定されている場合は、所管の漁業協同組合に事業について説明し、協議を行きましょう。

農業用水路などを利用する場合には、所管の土地改良区などに事業について説明し、協議を行きましょう。

3 近隣市町村

水路等の施設が市町村をまたぐ場合などは、該当の市町村へ事業の説明を行きましょう。

3 その他

固定価格買取制度(FIT)



固定価格買取制度を利用して売電を行う場合、経済産業省の設備認定が必要となります。

電気事業法による工事計画などの届出は中部近畿産業保安監督部ですが、固定価格買取制度の窓口は「**関東経済産業局 資源エネルギー環境部新エネルギー対策課**（TEL：048-600-0361）」になりますので、ご注意ください。

電気の接続依頼(系統連系)

発電所設置予定地から中部電力(株)の配電線への接続が問題なく行えるかどうか、事前相談を無料で中部電力が行っています。(設置予定箇所の営業窓口が担当となります。)ここで、簡易判断をしてもらいましょう。

その後、正式に接続(検討)依頼の申し込みを行うことになります。

なお、発電出力が50kWを超える場合は、正式な接続(検討)依頼の申し込みには20万円(税抜)の検討料金が必要となります。

【表 所管中部電力(株)営業所一覧】

発電出力 50kW 未満 (低圧)		発電出力 50kW 以上 (高圧)
営業名	電話番号	
長野営業所	0120-984-510	長野営業所 契約課 TEL : 026-232-9042
飯山営業所	0120-984-514	
篠ノ井営業所	0120-984-512	
上田営業所	0120-984-520	上田営業所 契約課
佐久営業所	0120-984-522	TEL : 0268-23-8205
松本営業所	0120-984-530	松本営業所 契約課 TEL : 0263-34-3757
大町サービスステーション	0120-984-531	
木曾福島営業所	0120-984-532	
安曇野営業所	0120-984-535	
諏訪営業所	0120-984-540	諏訪営業所 契約課 TEL : 0266-26-8406
飯田営業所	0120-984-550	飯田営業所 契約課 TEL : 0265-22-2655
伊那営業所	0120-984-551	

(注意) 売電相手を中部電力以外とすることも可能ですが、その場合は、検討を始めた段階で担当営業所へその意向を伝えてください。

ステップ4 詳細設計をしよう



事業実施を決定したけれど、これから何をすれば良いのか？
どうすれば工事が無事発注できるの？



ここからは、専門の技術と知識が必要となりますので、コンサルタントへお願いし、詳細設計を行いましょ。う。
工事施行前に必要となる申請書類の作成なども一緒に行っていきましょう。

1 概略検討の続き

ステップ3までに行った概略検討は、あくまで事業の採算性を検討するためのものです。

このため、本来基本設計で行う項目について、整理しましょう。

- 1 詳細な流量データの算出
- 2 水車発電機器の型式選定
- 3 水路、鉄管路等の大きさ及びレイアウトの選定
- 4 工程表の作成

詳細は、「水力発電推進基礎知識」第1章1 基本計画をご参照ください。



2 詳細設計

いよいよ工事発注に必要な図面や仕様書、法的手続きに必要な書類の作成をしてもらいましょう。

詳細設計の実施項目

- 1 施工図面の作成
取水設備、水路、鉄管路、発電所の構造図等
- 2 構造計算書の作成
河川法、電気事業法などで必要となる安定計算などをしてもらいましょう。
- 3 設計書、仕様書の作成
- 4 許認可関係資料の作成
ステップ3で確認した手続きに必要な書類の作成をしてもらいましょう。
また、他にも必要な手続きがないか確認してもらいましょう。

詳細は、「水力発電推進基礎知識」第1章2 水力発電所の設計をご参照ください。



発電所管理職員のコラム

『最大取水量』の許可水量と『最大出力』の認可（届出）出力を厳守

水力発電所は、国土交通省に対し水利権の許可を得て、経済産業省に対しては最大出力の認可（届出）を得て発電しています。最大取水量の出力が認可最大出力となるのですが、河川状況や機器状況により、取水量と出力のどちらかが先に上限に達することがあります。もし過取水となってしまった場合は、水利権が取り消されることもあります。実際に水利権が取り消された水力発電所は実在します。また認可出力を超えて運転すれば、発電事業の所管官庁である経済産業省から注意を受けることになります。なお取水量は、1年に1回国土交通省へ報告していますが、発電実績の出力は報告義務がありません。

「少しでも多くの発電を」と考えてしまうのは、電力マンの悲しい性ですが、ギリギリの運用は神経を使います。

ちなみに、平成7年電気事業法改正前は、水力設備の出力100kW未滿が工事計画の届出の対象でしたが、改正後は10万kW未滿が届出となり、その後平成11年改正にて水力発電は全て届出（届出出力）となっています。

「昔を知る人は、やはり強い」

発電所の施設について昔からの経緯を知っている人がいれば、維持管理の仕事はとても効率的です。私たちの職場は2～5年程度で転勤する人が多く、昔を知らない職員が集まってしまった年は、修繕履歴である作業報告書を端から読むしか方法がなく、その労力は大変です。古い発電所の場合は、とても全て読み切れるものではありません。発電所毎の操作マニュアル等も作成していますが、やはりよく知った人がいれば、とても管理が効率的となります。

施設メーカーさんなどが毎回工事を行い、更に履歴の管理までしてもらえれば、施設の維持管理は効率的に行えます。しかし、その場合には、費用がかなり掛かることになるので覚悟をしなければなりません。職員の人件費か割高の業者か、そのどちらかを選ぶかが、経営者の判断と思われれます。

「維持管理は、同じ人がいつまでも続けた方がよいのではないか。転勤が無い方がよいのではないか」と思うことがしばしばです。しかし、いつまでも同じ視点で観ていても良いことばかりではありません。新しい息吹が必要なこともあるようです。

「スクリーンの清掃がとても大変。ゴミの処分はもっと大変」

多くの水を取り込むには、取水口スクリーンの落ち葉除去を行うことが大事です。風が強い日や出水があった日は、一日に2回スクリーンの清掃を行わないと水を溢してしまう取水口もあります。

山の中の取水口で引き揚げたゴミは、落ち葉と流木だけであるため、堆肥用原料にできます。一方、市街地を流れる水路の取水口スクリーンから引き揚げたゴミは、生活ごみが多く、臭いが酷いものもあるため、処分場まで運搬して処分しています。兎に角、いろんなものが流れてきます。想像できないものも流れてきます。とてもここには書けないようなものも…。覚悟が必要です。

ゴミ処理の分類については、市町村にご相談ください。



発電所管理職員のコラム

ダム水路主任技術者と電気主任技術者の監督範囲

主任技術者が電気だけである場合はよいのですが、ダム水路と電気が選任される場合には、主任技術者の責任の範囲で意見が分かれます。

20年近く前には、電気とダム水路を兼任することも可能でしたが、現在は認められていません。保安規程には「電気設備」と「水力設備」に分けられており、私の会社では昔は電気主任技術者が「電気設備」をダム水路主任技術者が「水力設備」を監督の範囲とし、分かりがよいものでしたが、最近では、電気事業法施行規則第56条（免状の種類による監督の範囲）により、ダム水路主任技術者は「電氣的設備に係るものを除く。」と規定されていることを受け、水力設備であってもほとんどを電気主任技術者の監督範囲としています。さらに水力設備である「水車」でさえも電気主任技術者の監督範囲となっています。「水車」の監督範囲を電気主任技術者としている事業所は少なくないようです。

責任の範囲を明確にすることも大切ですが、二人の主任技術者でダブルチェックする体制とするのも良いのかと思われます。保安規程は、自主保安体制の整備確立を基本としているため、各事業所で監督範囲を決定すれば良いということなのです。

保安規程の作成と提出

保安規程の作成は大変です。自主保安体制により、自ら作成した保安規程により点検期間を定めています。保安規程を変更するのも一苦労です。

天気予報が気になる。

発電所は始動時と停止時に故障が発生することが多く、深夜でも呼び出されることがあります。しかし対策を行っているため出勤回数は年々減少しています。出水時は特に故障が多く、天気予報が気になります。

湿気と雷と温度上昇と凍結

維持管理では、湿気が嫌われます。雷も対策が必要です。雷は予想が難しく、発電所を運転してみないと、侵入経路についてはわからないことが多いようです。

温度上昇も注意を要します。冬季の凍結については、言うまでもありません。水力設備は、取水口がシャーベット状の雪に悩まされることが多いです。

外部委託はどこまでできるのか

外部委託といえば、電気主任技術者を外部委託している発電所は多いと思われます。

電気設備や水力設備の巡視の外部委託は特殊な業務であるため、巡視の経験が必要となります。特に電気巡視を行える業者は、全国的に数える程しかいないようです。水力巡視は水門関係業者でも可能ですが、電気巡視はその発電所の経験がないと難しいです。

発電所の運転管理も、外部委託に出せるところとそうでないところがあります。

巡視を外部委託に出すことにより、主任技術者免状を実務経験により取得することが難しくなり、故障対応をするにも現場がわからなくなるのではとも心配されます。

外部委託の範囲は、コストだけでなく職員の育成を考慮し、事業者にとって最善の方法を考えていくことが大切です。

ステップ5 発電所の建設



発電所の建設を発注したけれど、コンサルタントに協力してもらっていた法的な手続きはどうすればいいの？
工事の監理は電気の専門の知識がないので、よく分からないけれどどうすればいいの？



コンサルタントに作ってもらっていた申請書類などは、工事の請負業者に引き継いで作成してもらいましょう。
工事の監理は、必要であればコンサルタントにお願いしましょう。

1 許認可手続き

ステップ4で作成した設計書や仕様書を基に無事発注が出来たら、工事着工までに、コンサルタントや工事請負者の協力を得ながら、許認可手続きを済ませましょう。

- 1 河川法「流水の占用の許可」「土地の占用許可」等
- 2 電気事業法「工事計画」、「保安規程」及び「主任技術者の選任」
- 3 その他法令
- 4 固定価格買取制度設備認定
- 5 系統連系
- 6 助成制度

設備の規模等により手続きが不要な場合もあります。
詳細は、「水力発電推進基礎知識」第2章1 関係法令と諸手続きをご参照ください。



2 工事施工

最後に工事の施工となります。運転開始後の維持管理に必要なデータを忘れずに測定しておきましょう。

詳細は、「水力発電推進基礎知識」第2章1 関係法令と諸手続きをご参照ください。

いよいよ発電所の運転開始となります。





発電所管理職員のコラム

よくも悪くも維持管理次第

水力発電は、人を育てることによく似ています。

まず根気よく設備の巡視点検を行うことです。人であれば体の不調に気付くための健康管理チェックが日々大切です。

用水路に取水口を付け用水を使用する場合は、比較的良いと思いますが、河川を利用する場合は、大風・大雨の後等気象によって、また季節によって落ち葉の処理、砂の処理、流木の処理等毎日のように巡視点検が必要となると思います。取水によって初めて水車が運転できるからです。ごみを取ることによって利用水量が多くなり発電量が増加します。

機器を長く持たせるためにもまず小まめな巡視と点検が欠かせません。

24時間365日水車発電機は回転しているため、雷による配電線の停電復旧後、運転再開の操作が必要となります。機器の状況の確認を、日ごろから肌で感じて、目で過熱・欠損を見分け、耳で異音を聞き分け、鼻で異臭を嗅ぎ分け判断します。

次に人であれば定期健康診断に当たる年次点検ですが、連続運転のため1年に1回数日くらいは機器を停止し、点検をします。

発電し初めて収入があるわけですので、昼夜を問わず異常事態発生時には、駆けつけられる体制を整えておく必要があります。まず出勤し、故障の状況にもよりますが、外部の専門技術者（メーカー）、人であれば救急医を日ごろから手配しておくことです。

水利の状況と気象環境により点検周期はそれぞれだと思いますが、オーバーホール（分解点検）を行う必要がありますし、修理・点検費用を積み立てておくことも必要です。人であれば人間ドックにかかり悪いところは治療もしなくてははいけません。

地道なケアが、明日の我が郷土・日本・世界のため、電気エネルギーを生み、自然環境に優しく、次世代の子供たちにすばらしい環境を残し、さらに収益ももたらすこととなります。

未来に向けクリーンな発電に挑戦してはいかがでしょうか。

ステップ6 維持管理



運転を開始したら、発電所はずっと発電し続けてくれるの？
維持管理は自分でやらなければならないの？



発電所は運転を開始したら、巡視や定期的な点検や修繕等が必要になります。
維持管理は自分たちでできるところはやってみましょう。
難しいところは、委託しましょう。

1 法的義務

設備の大きさによって「保安規程」及び「主任技術者の選任」が必要となります。

1 保安規程

巡視や点検の頻度を定めることとなります。これに沿って行う必要があります。

2 主任技術者の選任

資格を有する電気主任技術者とダム水路主任技術者を選任する必要があります。設備の大きさによっては、外部に委託することなどが出来る場合があります。詳細設計時などに確認しておきましょう。

2 保守管理体制

巡視や点検の他に日常の管理や故障時の対応をする必要があります。

1 水路に流れてくるゴミ

ゴミや落ち葉が水路のスクリーンに詰まることによって、発電ができなくなってしまいます。必要な頻度で、ゴミの除去が必要となります。

2 故障等の対応

故障発生時に速やかな対応を行わないと他の設備へ悪影響を与える可能性があります。

故障発生時に迅速に対応が出来る体制を検討しましょう。



発電所管理職員のコラム

「こう造っておけばよかったのに」

設備が完成した後、実際に使ってみて、ここがこうなっていればよかったのと思うことは多々ある。これで完璧と思って作ってみても必ずそういう部分はでてくる。

教訓となって次に活かすことはできるが、既にできてしまった設備を直すのは大変なこと。

小さな痛い経験の積み重ねが次につながっていく。

「機械と電気と危険と安全」

発電機は、電気を起こすための機械である。発電所の維持管理では、機械に関する保守が多くなる。電気の部分は、発電機を動かす制御の部分と、発電した電気になる。保守手間は機械よりかからない。維持管理には機械と電気の知識が必要になる。知識がなく手を出すと、人身事故につながる。機械では挟まれ・巻き込まれ、電気は感電事故。知らないことが一番怖い。ある程度でよいけれど、機械と電気の知識が必要。

「水と油」

水と油とは、互いに気が合わず反発し合って仲が悪いこと、異質で溶け合わないもののたとえであるが、発電所の管理では、水と油の両方と仲良くしていくことが、設備の良好な維持につながる。

水については、大雨の後の土砂の混じった水では発電はしないなどの世話が必要になる。

さらに、年が経つと、水車や冷却のための水回りから漏水があったりして世話が必要になる。

油は、発電設備には、潤滑油や操作油として使うことが多く、保守においては油にまみれた世話が必要になる。油が切れると機械は悲鳴を上げて壊れてしまう。

水と油であるが、油が水（河川）に流れると、川の水を汚すことになるので、油を水に流さない細心の注意が必要になる。



発電所管理職員のコラム

水力発電所の運転は、自然任せ

《発電量はお天気次第》

水が多ければ発電出力は増え、水が少なければ発電出力は減ります。
しかし、雨が多ければいいというものではありません。
集中豪雨等で、河川の水が急に増えると、河川の水は濁流となります。
濁った水は砂や泥を多く含んでいるため、この水を使って水車を回すと、水車の摩耗が激しくなり、機械の寿命を縮めることとなります。

ダム式の発電所であれば、ダムによる沈砂効果が期待できますが、河川の水をダイレクトに使う流れ込み式では、水が多いのも逆に悩みの種となります。

《水力発電の1年》

春：野山の雪解けが始まると、1年間で最も安定して河川流量が多い時期
水力発電にとっては、一番の稼ぎ時です。

夏：夕立などの集中豪雨と反対に渇水の心配に心を痛める季節です。

秋：比較的、河川は安定していますが、この時期最も警戒が必要なのは台風
晩秋には、取水口への落ち葉の流入が多くなり、除塵作業がピークを迎えます。

冬：冬は1年中で最も河川流量が少なく、発電量も最低となります。

取水口スクリーンや発電所内の小口径配管の凍結の心配、電気・機械設備に対する低温への警戒が必要となります。

3 修理・点検

「保安規程」では、設備の定期的な点検について定める必要があります。
また、設備は故障が起きる前に消耗品や部品を交換していく必要があります。
さらに故障による停止は、当初の目的も達成できない上、売電収入の大幅な減となります。

小水力発電所では、地元地域の企業で修理・点検が可能となる場合が多いと思われますので、ぜひ地域全体で管理していく体制をとりましょう。



発電所管理職員のコラム

《外部委託にご用心》

水力発電所の運営には、設備の巡視、取水口の除塵、主任技術者（電気・ダム水路）の選任、設備の点検、設備の監視及び制御、効率的な運転のため運転データの分析が必要です。これだけのことを限られた数の職員で行うのは大変です。

そこで、これらの業務の一部をメンテナンス会社などに委託することになります。メンテナンス会社は豊富な経験と専門技術を活かして設備管理を行い、設備の保全と効率の良い発電運用を目指します。ここで問題です。発電所の所有者には、料金収入があるわけですが、業務を委託したメンテナンス会社への委託料金を支払わなければなりません。委託した業務に対して委託料金は妥当か、委託した業務が適正に行われているか等をチェックする目を持つことが大切です。

《健康でいつまでも》

「生命に終わりがあある、恋にも終わりがくる、秋には枯葉が小枝と別れ……」と時がたてば季節が移り変わるように、水力発電所も時がたてば、あちらこちらに具合の悪い箇所が出てきます。

具合の悪い箇所を抱えたまま発電を継続できれば良いけれど、小さな不具合が中ぐらいの不具合に発展し、そのまま放っておくと取り返しのつかない状況になってしまうものです。

具合の悪い箇所への対処は、不具合が深刻にならないうちに対処するのが肝心です。「ちょっと基準を外れただけだから大丈夫」とか、「予算がないから……」といった理由で後回しにしたら深刻な事態になることも……。

ちょっとした不具合を見逃さないことで、不具合とは「泣かないで泣かないで、粹な別れをしようぜ」で行きましょう。

《立つ鳥跡を濁さず》

固定価格買い取り制度が導入され、従前よりも高い価格で電気が売れるようになりました。この機会に水力発電を始める人（始めようと考えている人）もいるのではないかと思います。

小規模な水力発電所は、農業用水路などの水辺に取水口、発電所を建設します。めでたく発電を開始して、昼夜をたがわず1日24時間それこそ毎日、世のため他人（ヒト）のためそして発電所を作った私のため、じゃんじゃん発電します。沢山沢山発電したことで、発電所の建設費、もちろんこれまでの運転経費を稼ぎ出し、「これで事業は成功だ」と胸をなでおろすことになることでしょう。

しかし、突然襲ってきた巨大台風の影響で発電所にも被害が発生し、再建不能となって残ってしまうこともあります。

また、水力発電所の寿命は約50年とされています。50年後に事情の変化により、発電所を廃止せざるをえないかもしれません。

このような場合、施設の撤去費用を捻出しなければなりません。

発電所建設は事業を終えるときのことも考えて、「立つ鳥跡を濁さず」といきたいものです。