

5. 導入可能性の検討

基本情報収集で得た落差・流量等のデータを活用して、導入検討地点において、年間の程度の発電が可能か規模の検討を行います。

① 使用水量の検討

発電出力を決める際に必要となる、「最大使用水量※」の検討は、導入検討地点の流量データを基に、必要とする発電規模や水の利用率、設備の稼働率を考慮して、経済性で有利となる水量を設定します。

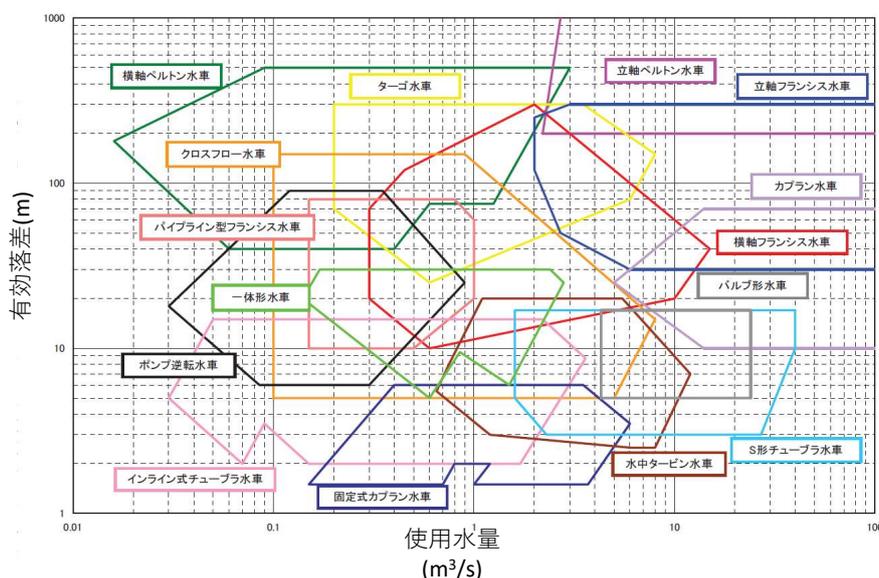
② 有効落差の検討

発電出力を決める際に必要となる、有効落差※の算出を行います。

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

③ 水車の選定

水量と落差が分かると、その地点に適した水車型式を選定することができます。



水車型式選定図

出典：「水力発電計画工事費積算の手引き」経済産業省 資源エネルギー庁

④ 発電機の種類

発電機は、同期発電機と誘導発電機に区分され、最終的には、非常時利用のための単独運転の可否、水車の回転速度、発電出力、系統連系の有無、経済性などを考慮して選定を行います。

⑤ 発電出力の算出

使用水量と有効落差から、導入計画地点の発電出力を算出します。

理論水力※、発電出力、年間可能発電電力量※・年間発電電力量※、設備利用率※を算出します。

算出にあたり参考となる資料について、次のとおりご紹介いたします。

『中小水力発電計画導入の手引き (経済産業省 資源エネルギー庁)』

[URL : <https://www.ndl.go.jp/> (国立国会図書館ホームページ内)]

⑥ 概略レイアウトの検討

ここまで検討した内容をもとに、概算工事費算出に必要な用地・土木工事・発電設備・発電所形式・送電工事・その他必要な調査などを実施し、発電所全体の概略レイアウトの検討を行います。

※ 用語集参照

6. 概算工事費・年経費の算出

概算工事費の算出

ここまで収集した情報、検討結果をもとに、概算工事費の算出を行います。
 可能性調査段階で概算工事費の算出を行い、計画した事業規模が妥当か、事業化の可能性はあるか検討する必要があります。
 なお、水車発電機は近年価格上昇傾向にあり、手引きを用いると低めに算出されることがありますので、選定した水車を扱っているメーカーから見積もりをもらい、精度を高める必要があります。

水力発電の一般的工事費内訳

	積算項目	説	明
1)	土地補償費	建物・土木・電気関係工事、仮設備費の合計額の5%を計上	
2)	建物関係	最大出力をパラメータとして発電所形式別に計算式から算定	
3)	土木関係		
	① 水路		
	a. 取水ダム	コンクリートダムを採用することとし、コンクリート量をパラメータとして計算式から算定	
	b. 取水口	<新設の場合> 無圧式、圧力式の別があり、それぞれ通水量をパラメータとして計算式から算定 <既設ダム及び砂防えん堤利用の場合> 取水口新設と既存施設に取水設備を接続・設置する方法に区分されます 取水口新設（通水量）、チロリアン方式（コンクリート量）、堤体穴開け方式（通水量）、サイフォン方式（真空ポンプ工事費）に区分され、()内の値をパラメータとして計算式から算定	
	c. 沈砂池	通水量をパラメータとしてスラブ（屋根）の有無別に計算式から算定	
	d. 排砂路	導水路工事費の積算方法に準じて算定	
	e. 導水路	<トンネル工事費> 1条当たりの通水量をパラメータとしてトンネルの断面形状、巻立て方式、無圧式・圧力式別に計算式から算定 <暗きょ工事費> 地形図から暗きょ延長を求め、m当たり工事単価を乗じて計算式から算定 <開きょ工事費> 地形図から開きょ延長を求め、m当たり工事単価を乗じて計算式から算定	
	f. 水槽	<ヘッドタンク工事費> 1条当たりの通水量をパラメータとして計算式から算定 <サージタンク工事費> 1条当たりの通水量、利用水深、水路延長をパラメータとして計算式から算定	
	g. 余水路	露出式（埋め戻し方式を含む）で、かつ、余水管に鉄管を用いる形式とし、鉄管工事費とそれ以外の工事費とに分け、それらを合計した額として算定 <余水路工事費（鉄管を除く）> 地形図から余水路延長を求め、m当たり工事単価を乗じて算定 <鉄管工事費> 鉄管重量に鉄管単価を乗じて算定	
	h. 水圧管路	水圧管路に鉄管を用いることとし鉄管工事費とそれ以外の工事費とに分け、それらを合計した額として算定 <水圧管路工事費（鉄管を除く）> 地形図から水圧管路延長を求め、m当たり工事単価を乗じて算定 <鉄管工事費> 鉄管総重量に鉄管単価を乗じて算定 <分岐管工事費> 既設ダムの放流設備等の比較的大規模な管路から分岐する場合と、水道等の比較的小規模なパイプラインから分岐する場合とで区分する 既設管径及び分岐管径をパラメータとして、通常工法（断水発生）、不断水工法（断水は発生しない）に区分して算定 <バルブ工事費> 既設ダムの放流設備等に設ける場合と、水道施設等の比較的小規模のパイプラインを利用する場合とで区分する 既設ダムの放流設備等に設ける場合は、バルブ径（水圧管径）をパラメータとして算定 水道施設等の比較的小規模のパイプラインを利用する場合に必要となるバルブ（仕切弁）については、通常工法（断水発生）、不断水工法（断水は発生しない）に区分して算定 <流量計工事費（流量計室を含む）> 水圧管路内径をパラメータとして算定 水力発電所において導入実績の多い超音波流量計を対象として計上	
	i. 放水路	導水路工事費積算方法に準じて算定	
	j. 放水口	<無圧式> ゲートの有無を区分し、水路半径（1/2内径）、1条当たりの通水量をパラメータとして算定 <圧力式> 池の利用水深、水路半径（1/2内径）、通水量、水路条数をパラメータとして算定	
	k. 代替放流設備	算定 バイパスルートである管路自体は水圧管路工事費の積算に準じて算定	
	l. 雑工事費	水路工事費の合計各（a～k）の10%を計上	

出典：「水力発電計画工事積算の手引き」経済産業省 資源エネルギー庁

6. 概算工事費・年経費の算出

3)	土木関係		
	②貯水池又は調整池		必要に応じて別途積算を行う（積算の手引き適用範囲外）
	③機械装置	m.基礎	通水量、有効落差、主機台数をパラメータとして発電所形式別に算定
		n.諸装置	土木管径工事費の合計額（①水路+②貯水池又は調整池+m.機械装置基礎）の10%を計上 地下式を採用する場合は、発電所への進入路（機械搬入路）の工事費を加算する
4)	電気関係		最大出力、有効落差をパラメータとして算定
5)	仮設備費		建物・土木・電気関係工事費の合計額の5%を計上
6)	総係費		建物・土木・電気関係工事費、仮設備費の合計の15%（冬期休止が必要な場合）又は、7%（冬期休止が不要な場合）を計上 総係費を計上するか否かは事業者の判断となる
7)	(小計)		
8)	建設中利子		詳細な行程を立案しないことから、運転開始時点から遡って全体工期の4/10のところにキャッシュフローの重心が来ると考えた式で算定 建設中利子を計上するか否かは事業者の判断となる
9)	分担関連費		土地補償費、建物・土木・電気関係工事費、仮設備費、総係費の合計額の1%を計上
10)	送配電設備費		新たに敷設する送配電線の延長に工事単価を乗じて算定
11)	(計)		

出典：「水力発電計画工事積算の手引き」経済産業省 資源エネルギー庁

年経費の算出

導入予定の水力発電所に必要となる年経費を算出します。

年経費は、導入予定発電所の立地・発電出力などの条件により変動することになり、事業終了後の撤去・処分費、原状回復に要する費用の積立が必要であれば、費用に追加します。

年経費内訳

経費項目	解	説
資本費	減価償却費	減価償却費は、固定資産の取得原価を費用として、各利用年度に合理的かつ計画的に配分する会計上の手続きで、いったん固定資産として投入した資本を、その固定資産の耐用年間に合理的に配分して回収するために計上する費用が減価償却費です。
	金利	金利は事業報酬に相当するものです。 経費として見込むのは、建設借入金の返済利息額となります。
	固定資産税	固定資産税は、地方税法に基づき、土地、家屋、償却資産を課税物件とし、その所有者に課せられる地方税をいいます。 電気事業固定資産のうち土地及び償却資産の帳簿価額に固定資産税率を乗じて算出します。
直接費	人件費	発電所の保守・運用に必要な経費をいいます。
	修繕費	発電設備の維持・管理のための修繕費をいいます。
	その他経費	その他経費の主なものは、委託費、固定資産除去費、補償費、水利使用料、その他費用となります。
間接費	一般管理費	一般管理費は、発電所の運転に関連する経費をいいます。 固定資産税、人件費、修繕費、その他経費の合計額に一般管理費率を乗じて算定します。

年経費算出諸元

項目	諸条件・諸数値	
減価償却費	原価償却法	定率法
	残存率	10%
	耐用年数	返済期間と同値
金利	2%	
固定資産税	建設費 ÷ 初年度簿価 × 簿価 × 1.4%	
人件費	建設費 × 0.17%	
修繕費	初年度率	建設費 × 0.310%
	年増加率	建設費 × 0.019%
その他経費	建設費 × 0.31%	
一般管理費	(固定資産税 + 人件費 + 修繕費 + その他費用) × 12%	
割引率	2%	

出典：「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

7. 資金調達の手法、採算性の検討

資金調達の手法

事業の資金調達方法としては、資本金出資、国・地方自治体からの補助金などや、金融機関からの融資、市民出資などの手法があり、単独又はこれらの組み合わせによる資金調達を行うのが一般的です。

自己資金

事業計画者が資金を拠出します。
金利等が発生しないメリットがあります。

国・自治体からの補助金など

基本的に返済不要となることが多いです。
固定価格買取制度を利用して売電する場合には、利用出来ない補助金等もありますので事前に確認が必要です。

金融機関からの融資

従来からある通常の貸出金となります。
再生可能エネルギー事業に関して低金利での貸付を行っている機関もあります。

市民出資

自治体等の新しい資金調達手法として、市民ファンドを組成し、匿名組合員から出資賛同資金を調達する手法となります。
地方自治体・民間などで活用して事業を行った事例があります。

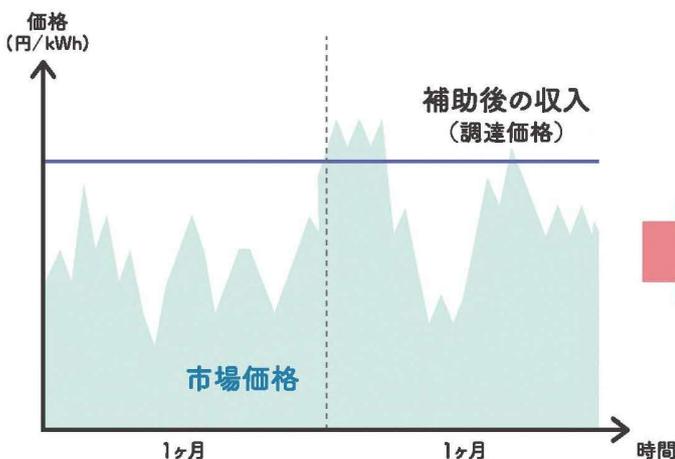
再生可能電気の売却 FIT制度→FIP制度

再生可能エネルギーの電力市場への統合を図っていくため、2022年度からFIT制度に加えて市場連動型のFIP制度が導入されました。FIP制度の認定を受けた場合、発電した再生可能エネルギー電気を、卸電力取引市場や相対取引により自ら市場で売電することとなります。その際、あらかじめ設定された基準価格(FIP価格)から、参照価格(市場取引等により期待される収入)を控除した額(プレミアム単価)に、再生可能電気供給量を乗じた「プレミアム」が、1ヶ月毎に決定され、当該発電事業者に交付されることとなります。

FIT制度

価格が一定で、収入はいつ発電しても同じ

- ⇒ 需要ピーク時(市場価格が高い)に供給量を増やすインセンティブなし

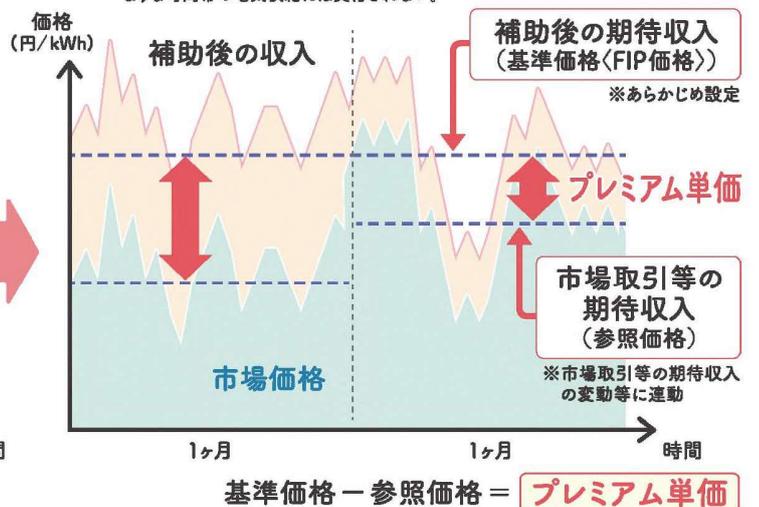


FIP制度

補助額(プレミアム)が一定で、収入は市場価格に連動

- ⇒ 需要ピーク時(市場価格が高い時)に蓄電池の活用などで供給量を増やすインセンティブあり

※プレミアムは、参照価格に連動して1ヶ月ごとに更新され、また、出力制御が発生するような時間帯の電気供給には交付されない。

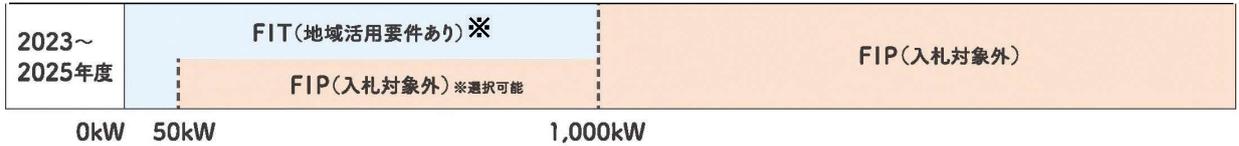


出典：「再生可能エネルギー FIT・FIP制度ガイドブック2023年度版」経済産業省 資源エネルギー庁

7. 資金調達の手法、採算性の検討

2023年度以降のFIT/FIP・入札制度の対象

2023年度の入札対象については、1000kW以上の新規認定はFIP制度のみ認められます。また、全電源50kW以上は事業者が希望すればFIT制度の選択が可能です。



※電源規模1,000kW未満の新規FIT認定に係る本要件は、「自家消費・地域消費型」と「地域一帯型」の2カテゴリーあり、次の6要件のうち、いずれか1つを満たすことが必要になります。(新設・リプレースを問わない。)

「自家消費・地域消費型」

- ①発電設備により発電される電気量の少なくとも3割を自家消費するもの
- ②発電設備による電気を再エネ電気特定卸供給により供給し、かつその契約の相手方にあたる小売電気事業者または登録特定送配電事業者が、小売供給する電気量の5割以上を当該発電設備が所在する都道府県内へ供給するもの
- ③発電設備により産出された熱を、原則として常時利用する構造を有し、かつ、当該設備により発電される電気量の少なくとも1割を自家消費、すなわち、9割未満を特定契約の相手方である電気事業者へ供給するもの

「地域一帯型」

- ④発電設備が所在する地方公共団体の名義(第三者との共同名義含む)の取り決めにおいて、当該設備による災害時を含む電気又は熱の当該地方公共団体への供給が、位置付けられているもの
- ⑤地方公共団体が自ら事業を実施又は直接出資するもの
- ⑥地方公共団体が自ら事業を実施又は直接出資する小売電気事業者または登録特定送配電事業者に、当該事業計画に係る再エネ発電設備による電気を再エネ電気特定卸供給により供給するもの

出典：「再生可能エネルギー FIT・FIP制度ガイドブック2023年度版」経済産業省 資源エネルギー庁

採算性の検討

小水力発電導入目的によりますが、投資コストを回収できる採算性が重要です。収入としては、売電収入・自家消費による電気料金節減額となり、支出としては、工事費・メンテナンス費用・税金等となります。

建設費回収年数による評価

FIT制度を利用する場合は、買取期間が20年であることから、20年を目途にして評価を行います。

$$\text{回収年数} = \frac{\text{概算工事費} - \text{補助金額}}{\text{年間売電電力料金 (又は 電気料金節減額)} - \text{年維持管理費}}$$

建設単価法

比較的手法が簡便なことから広く使われている評価手法で、計画を比較する際に建設単価(円/kW、円/kWh)が最も小さい計画を最適発電規模とします。

流れ込み式の場合、発電電力量当り建設単価(円/kWh)が250円以下である場合に経済性が高いと評価されています。

$$\begin{aligned} \text{出力当り建設単価 (円/kW)} &= \text{建設費 (円)} \div \text{最大出力 (kW)} \\ \text{発電電力量当り建設単価 (円/kWh)} &= \text{建設費 (円)} \div \text{年間可能発電電力量 (kWh)} \end{aligned}$$

費用便益法 (B/C)

概算工事費、維持管理費、収益の3項目を用いて計算します。

FIT全量売電、自家消費、余剰売電と目的が異なる計画を比較する際には、FIT買取期間が20年であることから、20年間での事業採算性評価とします。

費用と収益が同じであれば“1”となり、収益が低い場合は“1未満”、収益が大きい場合は“1以上”となり、年維持管理費が収益を上回る場合は“マイナス”となります。

$$B/C = \frac{\{\text{年収益 (売電 又は 電気料金節減額)} - \text{年維持管理費}\} \times 20 \text{年}}{\text{概算工事費}}$$

8. 許認可の協議・手続き

小水力発電導入の際に関連する、河川法、電気事業法、電力会社との系統連系、事業計画の認定について概要を示します。

河川法

河川の水を利用して水力発電を導入する場合は、河川法に基づく「流水の占用許可(河川法第23条*)若しくは登録(河川法第23条の2*)」が必要となります。

「流水の占用の許可」の標準処理期間が5カ月であることから、早い段階で河川管理者と水利権についての相談・協議を行うことが重要です。

また、既に流水の占用の許可を受けた農業用水等を利用して一定の要件を満たして発電を行う場合には、「流水の占用の登録」の対象となり、標準処理期間が1カ月に短縮されるなど手続きが簡素化されます。

電気事業法

電気事業の適切・合理的な運営による電気利用者の利益確保、電気工作物の工事・維持・運用を規制することによる、公共の安全の確保・環境の保全を図ることを目的とした法律となっており、電気工作物の種類や出力条件等に応じた手続きが必要となります。

必要な手続き

導入する小水力発電設備が、下記の条件に全て該当する『一般用電気工作物』である場合は、電気事業法上での必要な手続きはありません。

- 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
- 電線路以外で構内以外の場所にある電気工作物と電氣的に接続されていない

上記に該当しない場合は『事業用電気工作物』となり、出力等条件により必要な手続きに違いがあります。

電気工作物の種類	出力等条件	法第42条	法第43条		法第48条
		保安規程届出	主任技術者選任		工事計画届出
			電気主任技術者	ダム水路主任技術者	
事業用電気工作物	ダムを伴う 又は最大出力200kW以上 又は最大使用水量1m ³ /s以上	要	要	要	要
	ダムを伴わない かつ最大出力20kW~200kW未満 かつ最大使用水量1m ³ /s未満	要	要	不要	不要
	農業用排水施設、上水道施設、下水道施設、工業用水道施設の落差を利用する水力発電設備 かつダムを伴わない	要	要	不要	不要
一般用電気工作物	ダムを伴わない かつ最大出力20kW未満 かつ最大使用水量1m ³ /s未満	不要	不要	不要	不要

法：電気事業法
規：電気事業法施行規則

工事計画 (法第48条、規65条)

事業用電気工作物の工事で、条件に該当する場合は、事前に工事計画を策定し経済産業大臣に届け出る必要があります。

届出が受理されてから30日経過した後でなければ、工事を開始できません。

8. 許認可の協議・手続き

保安規程 (法第42条、規50条)

電気工作物の設置者が、電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安の確保を目的として策定するものであり、電気事業法施行規則で定められた事項について、使用開始前に経済産業大臣（管轄の産業保安監督部）に届出が必要です。
また、保安規程を変更した場合は、遅滞なく届出が必要です。

主任技術者の選任 (法第43条、規52条)

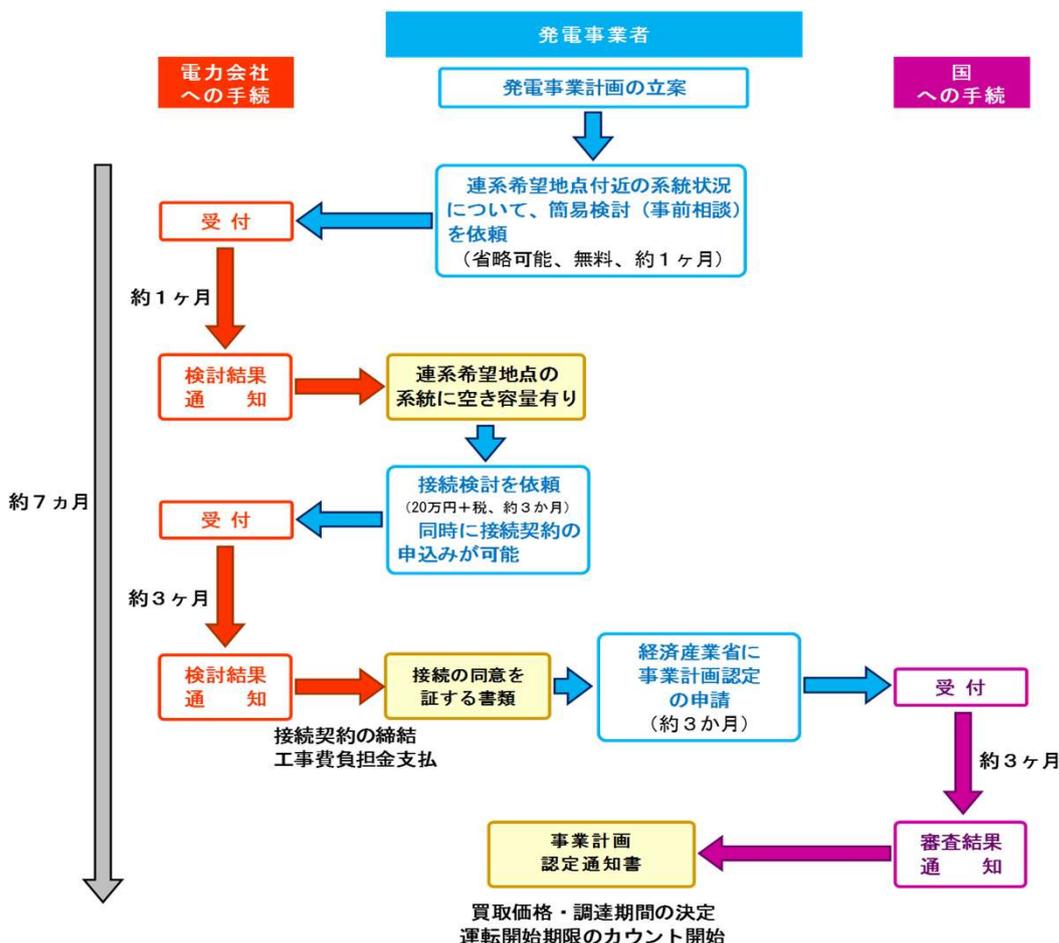
事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安の確保として、主任技術者を選任し、経済産業大臣（管轄の産業保安監督部）に届ける必要があります。
主任技術者には、電気主任技術者とダム水路主任技術者があり、必要な要件を満たした場合、外部委託などを利用できます。

電力会社との系統連系に関する協議・検討

小水力発電設備を電力会社の送配電線と系統連系を行う場合は、電力会社の電力系統に悪影響を及ぼさないように、技術的ルールに従う必要があります。
また、発電設備設置に係る事業計画は、国へ手続を行い、認定を受ける必要があります。認定要件として予め電力会社との接続契約を締結しておく必要があります。

FIT制度、FIP制度の活用

FIT及びFIP制度を活用するためには、国による『事業計画認定』が必要です。
認定にあたっては、前述の要件のほかに土地の確保、保守点検・維持管理、関係法令の遵守などが審査され、事業実施の確実性が高い案件が認定されます。
なお、審査期間は長期間（約3ヶ月）にわたるため、年度内に事業計画の認定を受けるためには当該年度の提出・申込期限に留意が必要です。



— 系統連系（電力会社）・事業認定（経済産業省）に関する処理フロー図 —

9. 調査・設計

事業化の検討を行い、事業開始の決定を行った場合は、次工程として、施設設計、河川法や電気事業法等の許認可協議、電力会社との系統連系協議に必要な資料作成・調査を行いましょう。

一般的な施設設計の順序は、【概略設計 → 基本設計 → 詳細設計】となりますが、概略設計を行わない、概略・基本設計を一緒に実施するなど、一般的な順序を踏まない場合もあります。

10. 発電設備の機能確認

無水・有水試験

発電設備の機能確認のため、水を使用しない状態で各種機器の個別試験を実施する『無水試験』と、複数の使用水量条件で試験運転を実施し、設計通りの発電が行えるか試験を行う『有水試験』を実施します。

複数の使用水量条件で有水試験を行う場合は、水量を確保できる期間を考慮して工程を組む必要があります。

11. 工事に関わる届出・検査

河川法や電気事業法などによる許可・届出を行った場合、許可条件などにより、届出・検査を行わなければなりません。

一部について下記に示します。

河川法に係る届出・検査

工事着手届、工事完了届、一部使用検査、完成検査

電気事業法に係る検査

使用前自主検査、使用前安全管理審査

12. 運転開始・維持管理

発電所の運転開始後は、安定的・継続的な発電を維持するため、適切な保守点検・維持管理を行うことが必要であり、保安規程や保守点検・維持管理計画などに基づく定期巡視・点検とメンテナンスが重要となります。

専門知識が必要な作業に知識無く従事すると、事故につながる恐れがありますので注意が必要です。

維持管理作業には外部委託可能な作業もありますが、直営で出来る作業を行うことで、コストダウンが可能となります。

効率的な運用を考え、直営で行う作業・外部委託する作業の検討を行いましょう。

－ 主な維持管理内容 －

頻度	巡視・点検内容
2～3回/月	土木設備（水路、取水口など）、電気設備（水車、発電機など）の巡視・点検を行う
1年	水車・発電機、各装置にて、点検・交換作業、各試験などを行う
5年	水車羽根の摩耗点検、点検・交換作業などを行う
10年	水車発電機のオーバーホール