



平成23年度自然エネルギー自給型コミュニティ構築事業
委託業務の報告書(概要)
～地域密着の小水力発電事業の進め方～

長野県 環境部 温暖化対策課



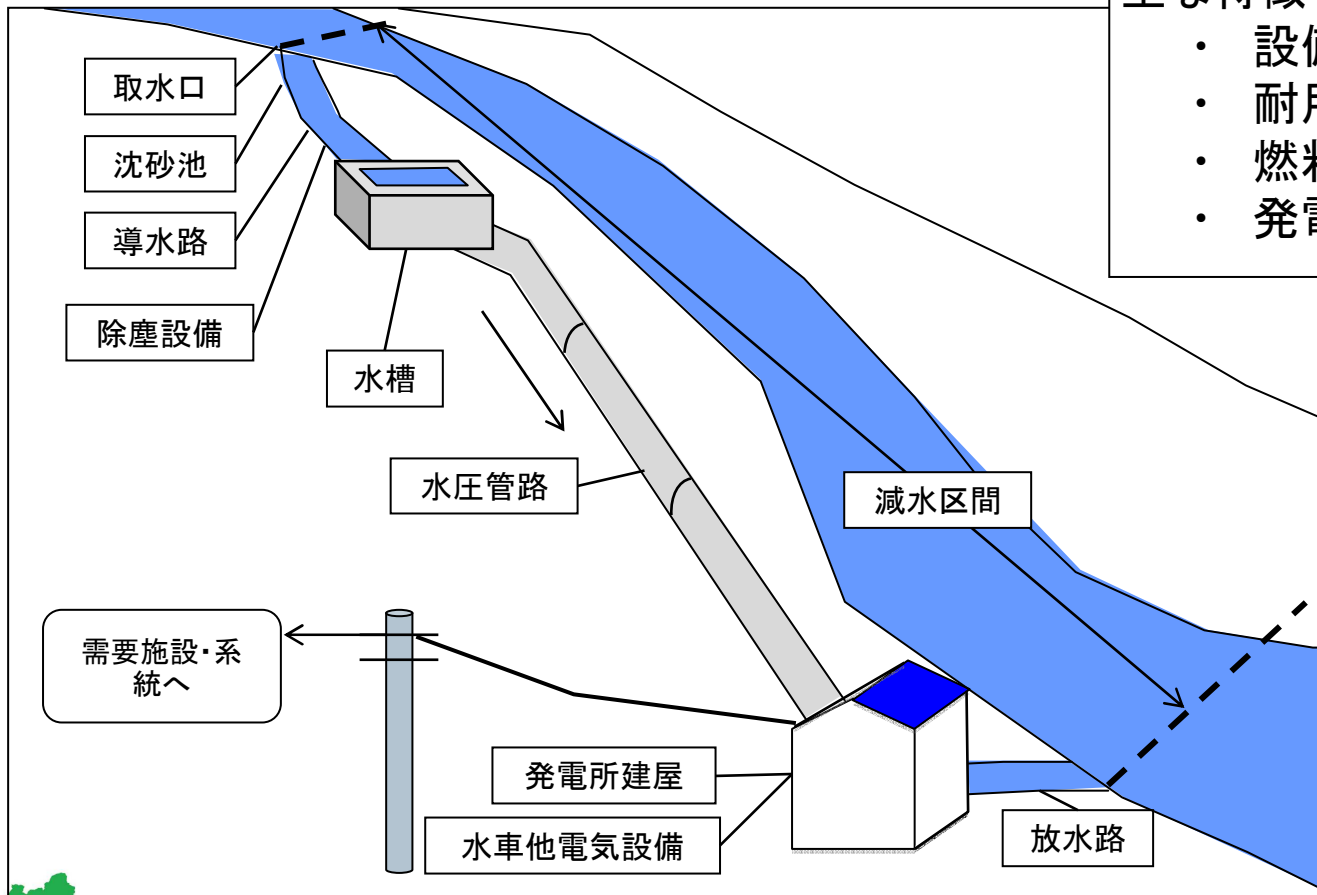
“活力と安心” 人・暮らし・自然が輝く信州



小水力発電とは

ダムを伴わない環境配慮型の水力発電。一日を通して安定した発電が可能な再生可能エネルギーとして注目されている。

概略図(河川から取水する場合)

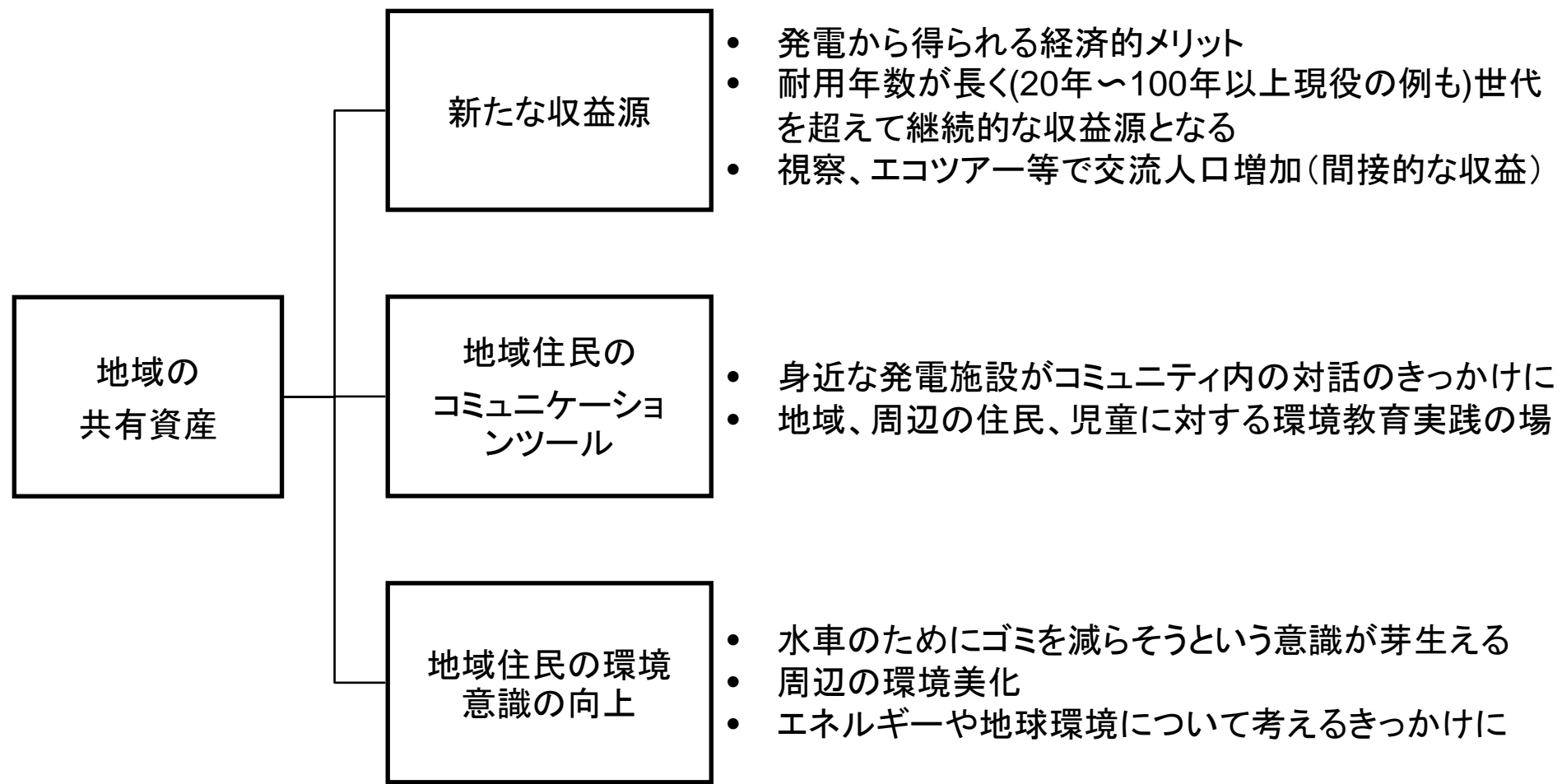


- 主な特徴
- ・ 設備利用率が70%と高い
 - ・ 耐用年数が長い
 - ・ 燃料供給不要の国産エネルギー
 - ・ 発電時にCO2が発生しない



小水力発電の意義

地域に経済面だけでなくメリットをもたらす共有資産となる。





出力規模の算出方法

出力規模は落差と流量で決まる。

●出力規模の計算式

$$\text{出力(kW)} = 9.8(\text{重力加速度}) \times 1 \text{秒間の水量}(\text{m}^3/\text{s}) \times \text{有効落差(m)} \times \text{利用率}(0.5 \sim 0.7)$$

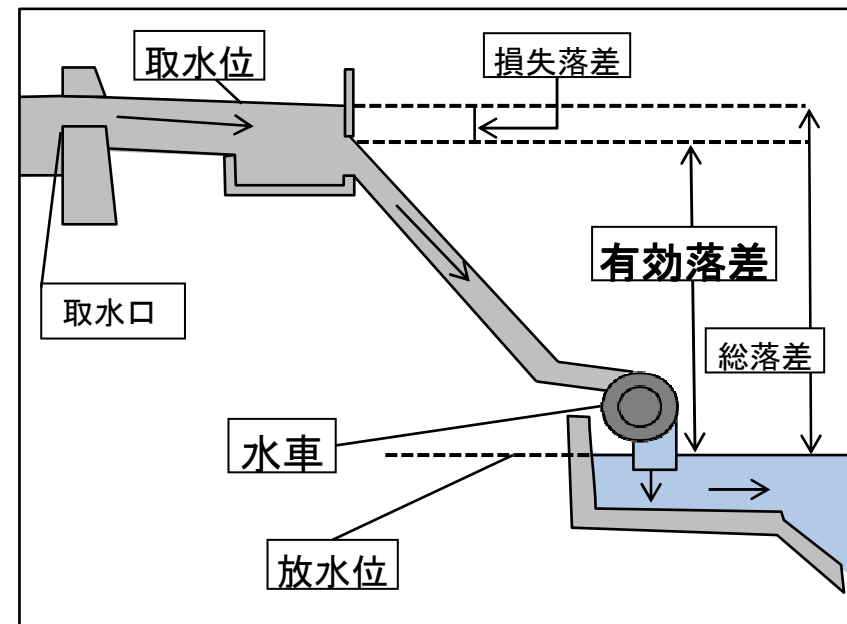
水量＝近くの河川流量測定データ、
許可水量のデータ等

利用出来るデータがなければ簡易測定や聞き取りで状況を把握する

有効落差＝総落差－損失落差

総落差＝取水位と放水位の標高差

損失落差＝流速(流量/断面積)の2乗に比例する
右図の場合、水圧管の摩擦損失が一番大きく、管の長さや内径等から計算する
水車によっては水車から放水位も損失に含まれる。概算段階では総落差の5-10%程度とし、段階を進むとともに精度を上げていく



利用率＝設備の稼働率

実際の設備利用率は80%を超える場合もあるが、70%程度で想定する



小水力発電の事例

有効落差と使用水量・最大出力の関係に注目して頂きたい。

発電所名	最大出力(kW)	有効落差(m)	最大使用水量(m ³ /s)
岩津発電所	140	51.73	0.37
町川発電所	140	16.20	1.10
馬曲川発電所	95	65.00	0.22
伯太発電所	95	21.00	0.61
利平茶屋小水力発電所	22	67.07	0.046
元気くん1号	20	2.00	2.00



馬曲川発電所(木島平村)



町川発電所(大町市)

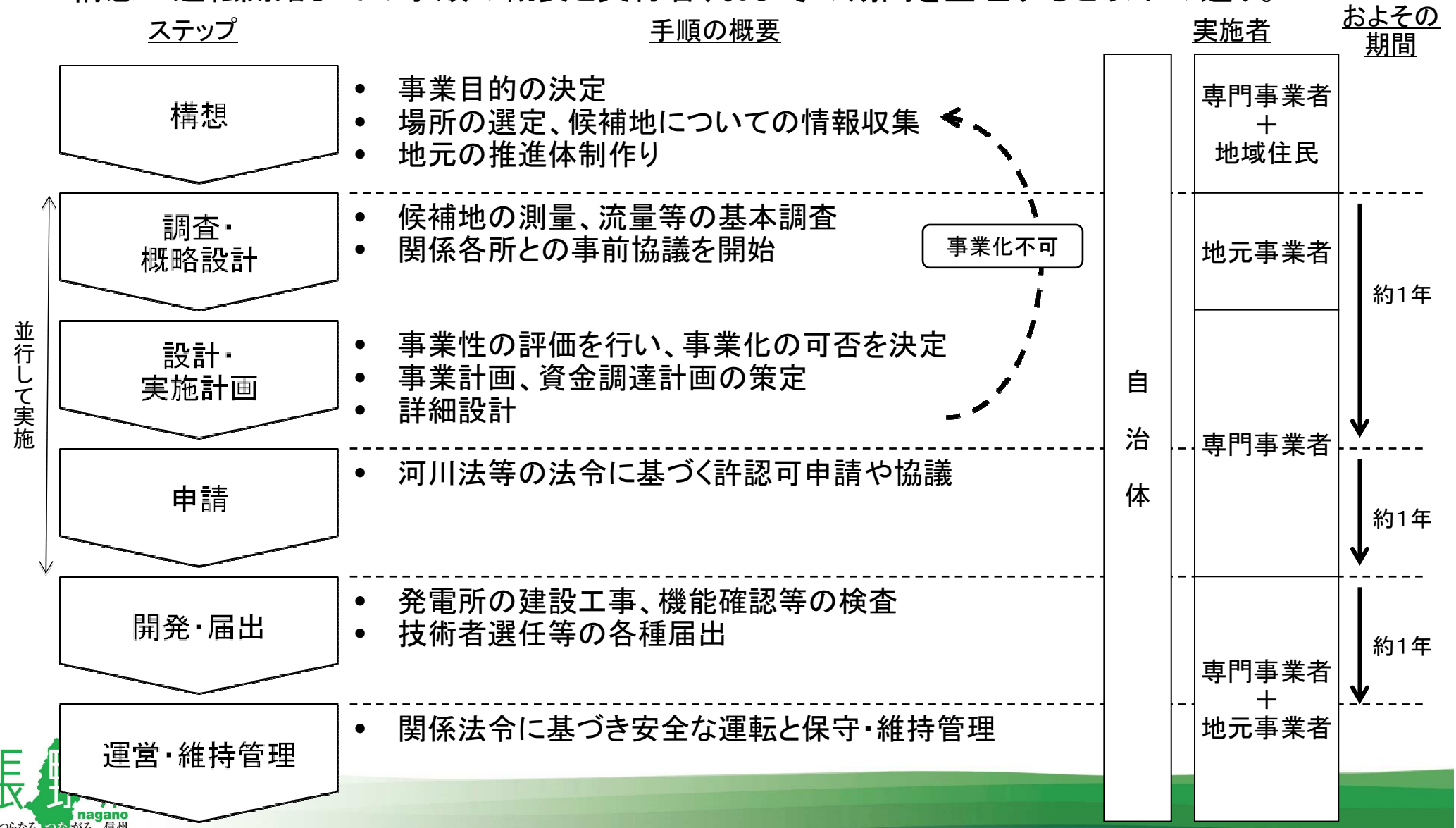


元気くん1号(山梨県都留市)



導入までの手順

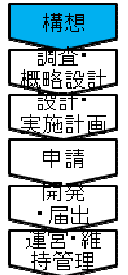
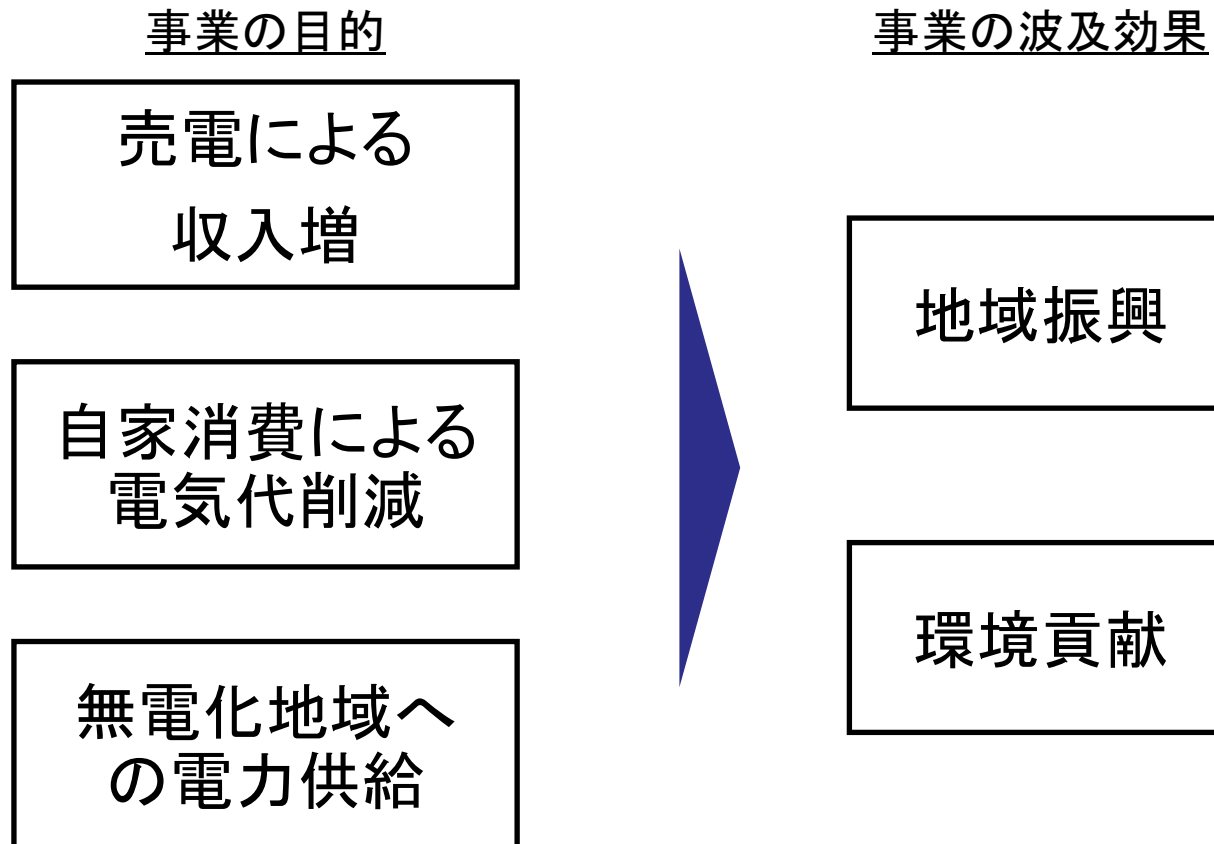
構想～運転開始までの手順の概要と実行者、およその期間を整理すると以下の通り。





構想 ①事業目的の決定

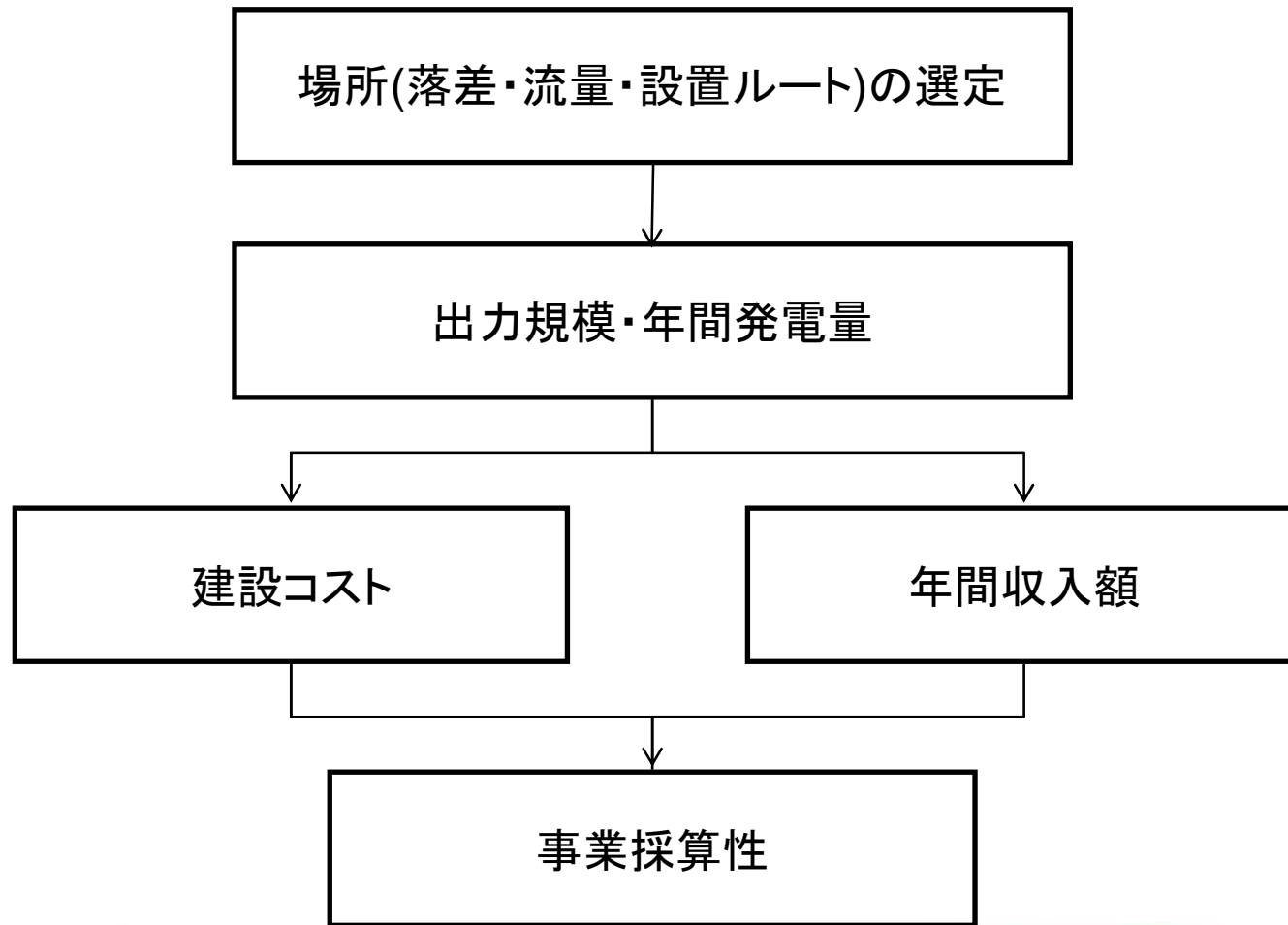
構想段階では事業の目的と事業性を決定付ける場所選びを行う。





構想 ②場所の選定【1】場所の選択がコストや事業性のすべてを決定する

出力規模や建設コストは地点により大きく異なるため、場所(落差・流量・設置ルート)の選定が非常に重要である。



- 構想
- 調査・概略設計
- 設計・実施計画
- 申請
- 開業・届出
- 運営・維持管理



構想 ②場所の選定【2】利用する落差の種類

河川、農業用水路、砂防堰堤、上下水道施設の未利用落差を利用する。

自然状態

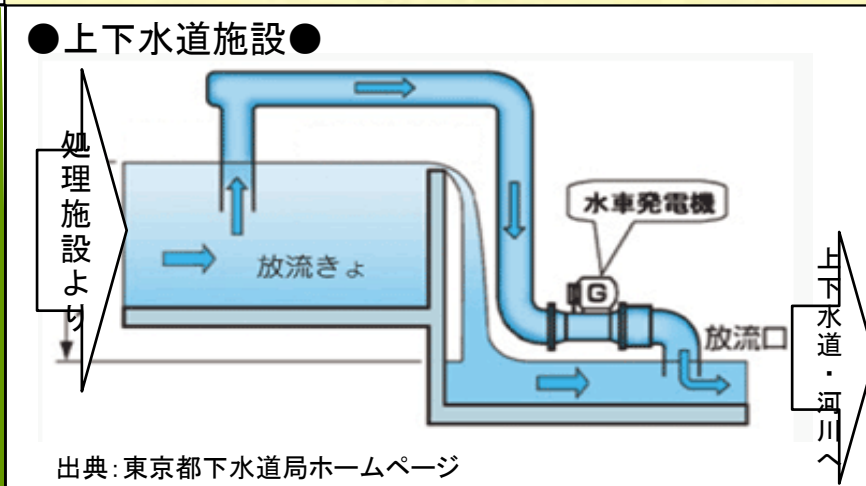
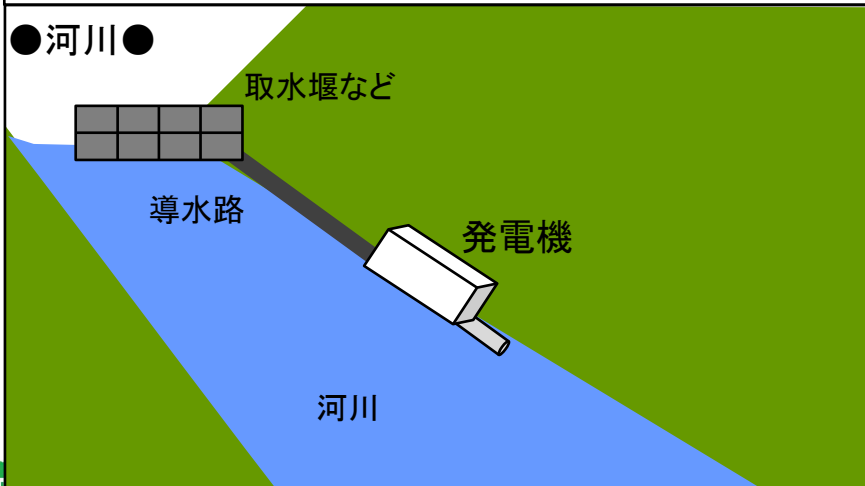
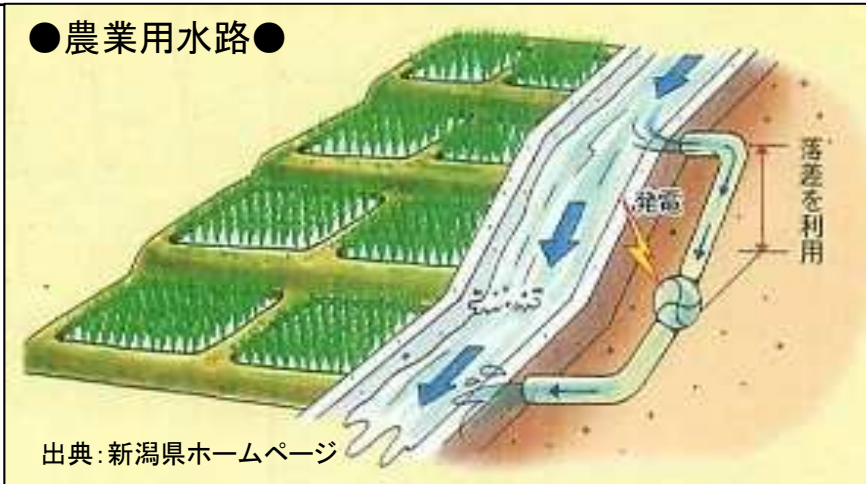
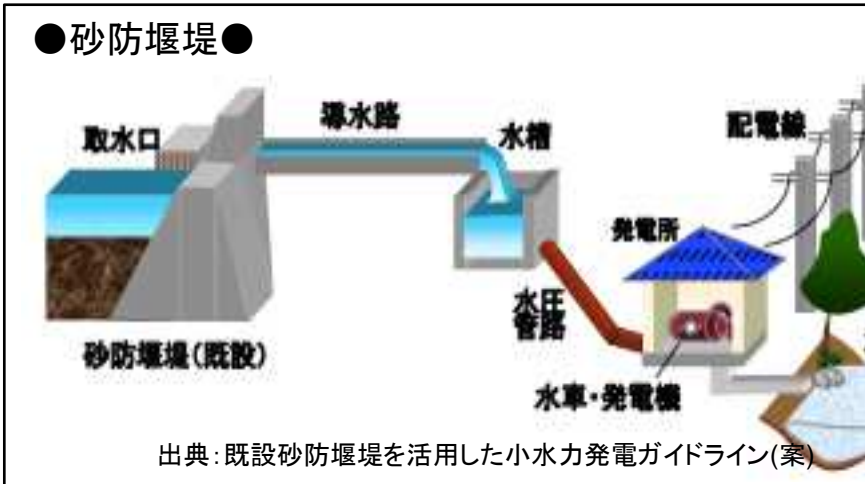
環境

人工的

大きい

落差

小さい



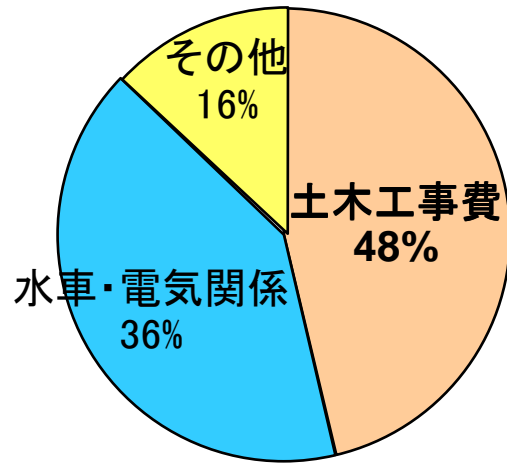
- 構想
- 調査・概略設計
- 設計
- 実施計画
- 申請
- 開発・届出
- 運営・維持管理



構想 ②場所の選定【3】工事がしやすい場所

イニシャルコストの5-8割を土木工事費が占める(地点特性により変動する)ため、工事コストが安くすむ場所を選ぶ事が重要である。

●イニシャルコストの割合例 (馬曲川発電所)



事業費の内訳 (単位: 千円)	
総事業費	138,887
土木工事費	66,470
水車・電気関係	50,700
その他 (土地補償費等)	21,717

●工事費が安い場所

- 崖崩れしにくい
- 道路から近い
- 工事車両の出入り場所の確保がしやすい
- 作業道がある(もしくは簡単に設置できる)
- 電気系統から近い(電力会社の電気系統までの送電線工事は発電事業者負担)

- 構想
- 調査・概略設計
- 設計・実施計画
- 申請
- 開発・届出
- 運営・維持管理



参考 河川と水利権について

発電のため取水するにはほとんどの場合、特定水利使用(いわゆる水利権)の許可を得る必要がある。河川と水利権の基本的な考え方は以下の通り。

「河川」の水は公共物

- 河川法上の河川の水は勝手に使ってはならない
- 取水したければ水利権申請をして許可を得る必要がある
※河川法上の河川・・・一級河川、二級河川、準用河川
※河川からの一時的な伏流水も河川とみなす
※農業用水は取水元の河川の河川管理者に取水許可申請を行う

「河川」ではない水、権利を使い終わった水は使ってよい

- 普通河川、湧水、溜め池、地下水、海水の取水は水利権の対象外
- 地権者が所有地内の湧水で取水する場合や排水後の農業用水は水利権申請不要、など取水の許可が不要な場合がある
※P24～P26参照

昔から取水している者の権利を優先する

- 取水を開始したタイミングが早い者の権利が優先される
- 後から取水する者は、昔から取水している者の合意を得ないと取水できない
- 河川管理者には合意を得ていない取水者への通知義務があり、他の取水者は自分の権利が侵害される場合は意見申し立てが出来る
- 利害調整は取水者同士に委ねられており、基本的に河川管理者は仲介しない



2種類の水利権と従属発電について

● 2種類の水利権

許可水利権	河川法にもとづき、河川管理者の許可によって得られる取水の権利
慣行水利権	河川法成立(明治24年)以前の取り決めによって水の利用が認められていた者に対して認められている取水の権利 <ul style="list-style-type: none"> ・農業用水路は慣行水利権のままのところが多い ・慣行水利権に従属する場合、従属元を許可水利に変更し、その後水利権申請を行う



● 従属発電

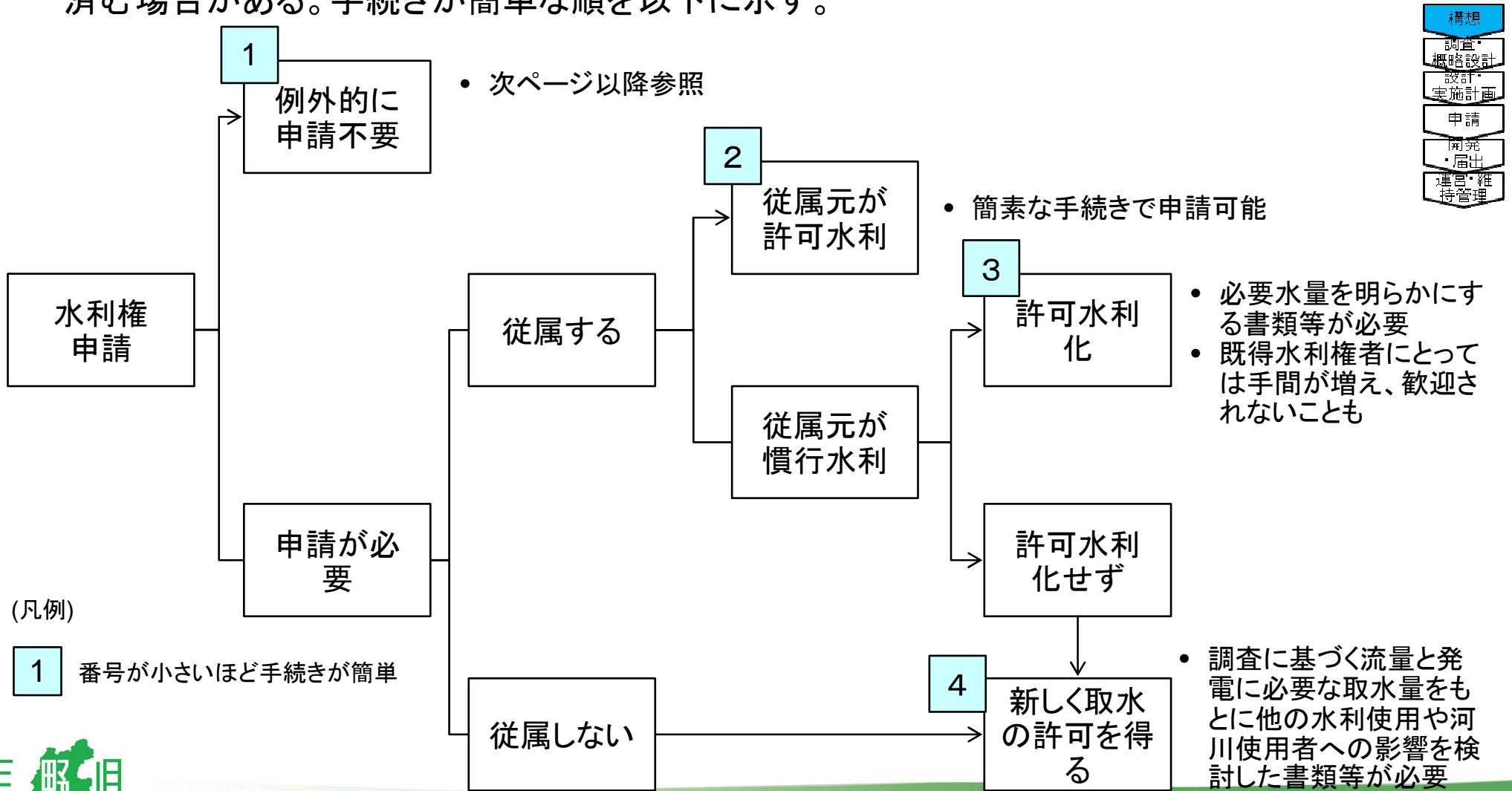
- 他の目的で取水した水を利用して行う発電方法
 - 利用する水(従属元)は主に農業用水、工業用水、上下水道用水
- 許可水利への従属発電に対する手続き簡素化の措置例

手続き内容		従来	簡素化後
水利権申請の書類数を削減		7点	2点
一級河川の主たる水利使用が小規模(特定水利使用以外)となる知事管理区間の従属発電にかかる許可権者を変更		国土交通大臣	都道府県知事
総合特区制度の利用	河川法における国土交通大臣の認可又は協議・同意 電気事業法における経済産業大臣への報告・意見聴取	必要	不要
	水利権申請から許可までの期間を短縮	5ヶ月～10ヶ月	1ヶ月程度



構想 ②場所の選定【4】 調整や手続きがしやすい場所1 水利権申請が簡単な場所

小水力発電事業最大の壁と言われる水利権申請も場所の選択次第で不要、もしくは簡単に済む場合がある。手続きが簡単な順を以下に示す。



構想
調査・概略設計
設計・実施計画
申請
開発・届出
運営・維持管理

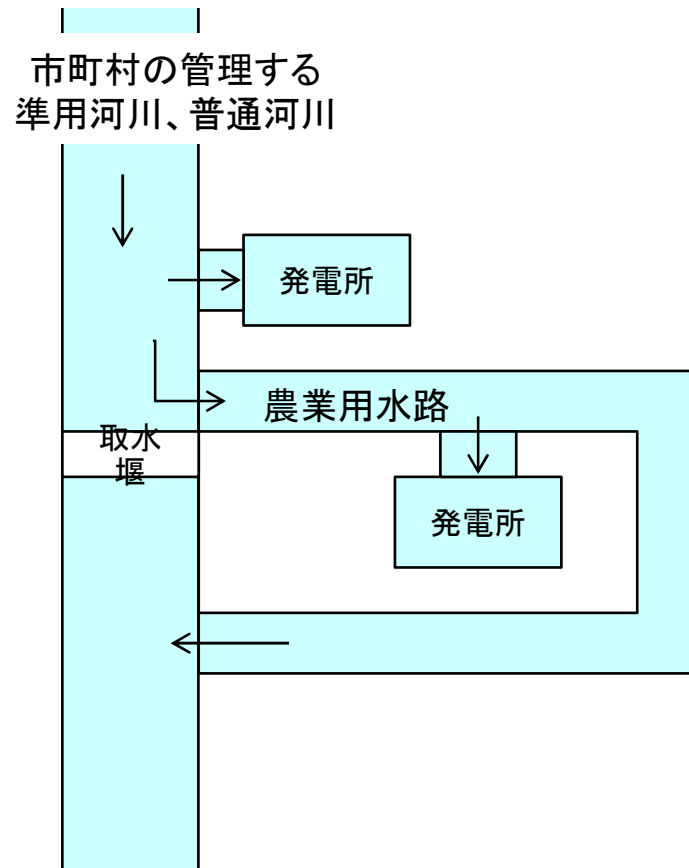


参考 水利権申請が不要な場所1 「河川」でない水

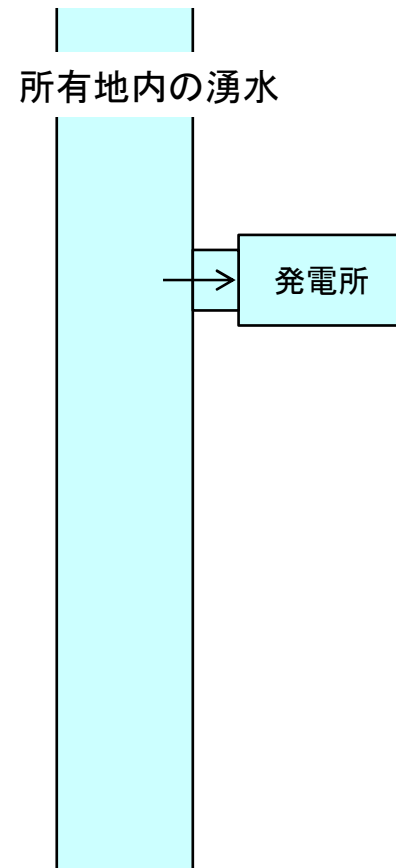
市町村が事業主体となり、市町村が管理する準用河川、普通河川から取水する場合と地権者が所有地内の湧水を利用する場合、水利権申請は不要

水利権申請が不要な場所

①市町村が事業主の場合



②地権者が事業主の場合



※例外もあるため、許可が必要かどうかは河川事務所等に個別に確認が必要

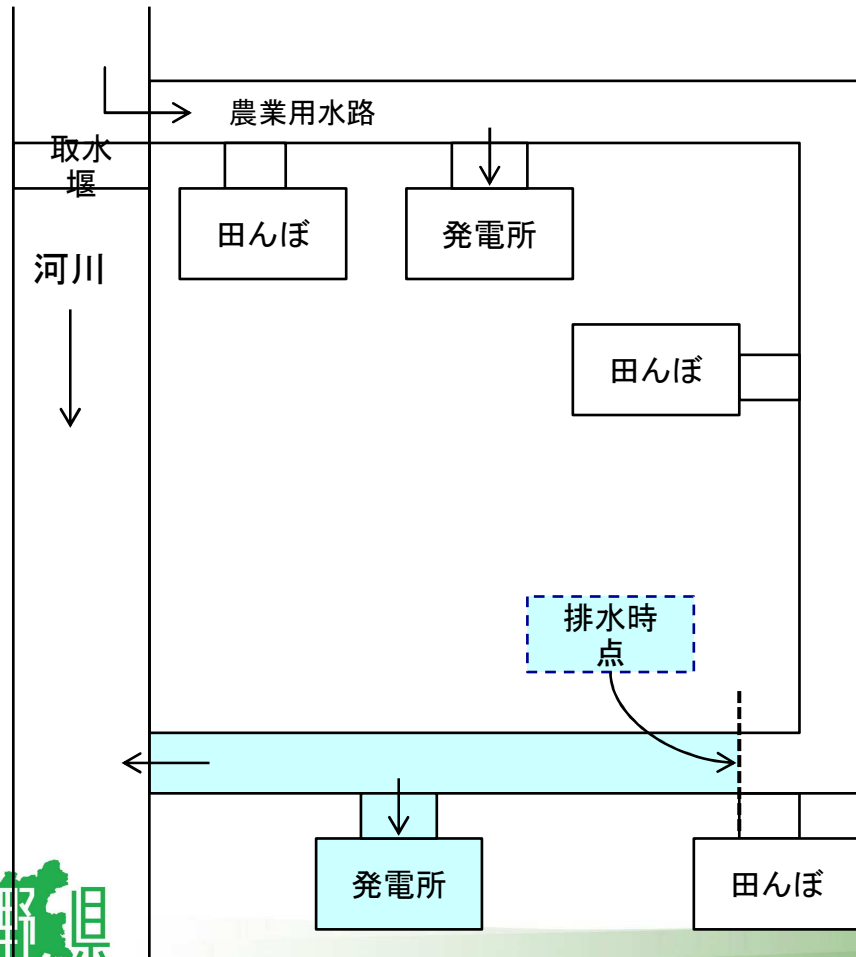


参考 水利権申請が不要な場所2 使い終わった水を利用する場合(1/2)

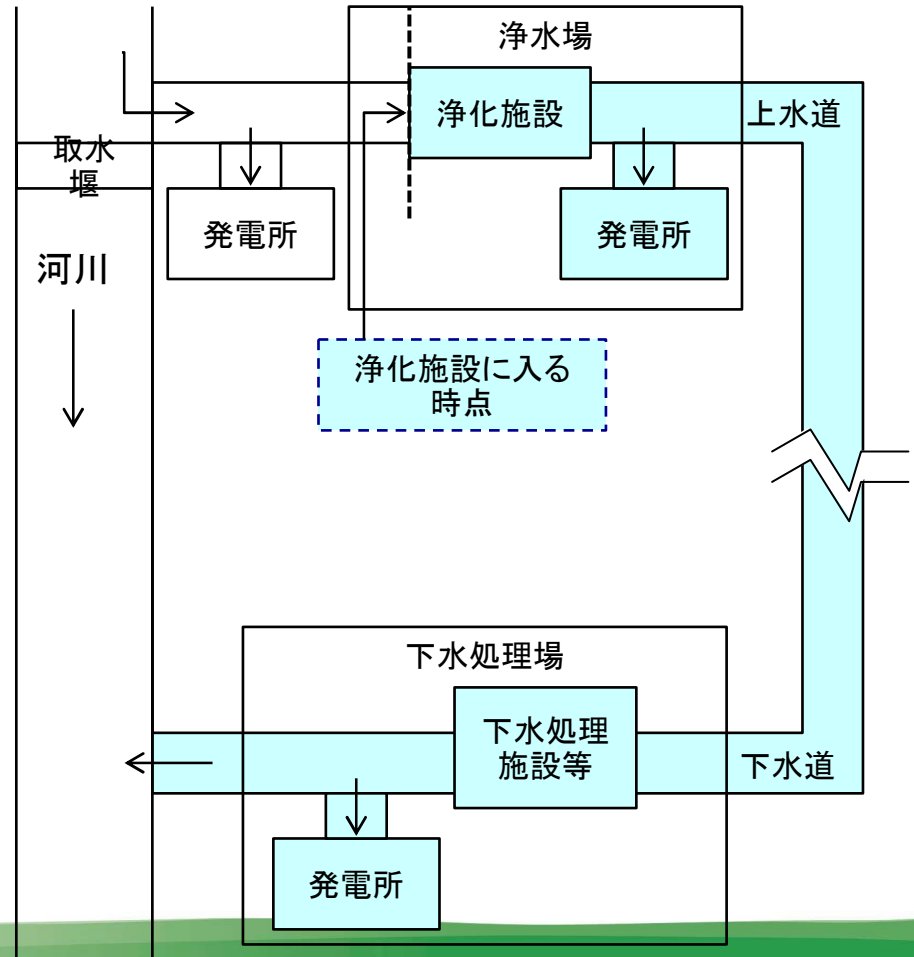
他の目的で取水され、使用を終えた水を利用する場合、水利権申請は不要になる。

水利権申請が不要な場所

①農業用水路の排水時点以降



②上水道の浄化施設に入る時点以降

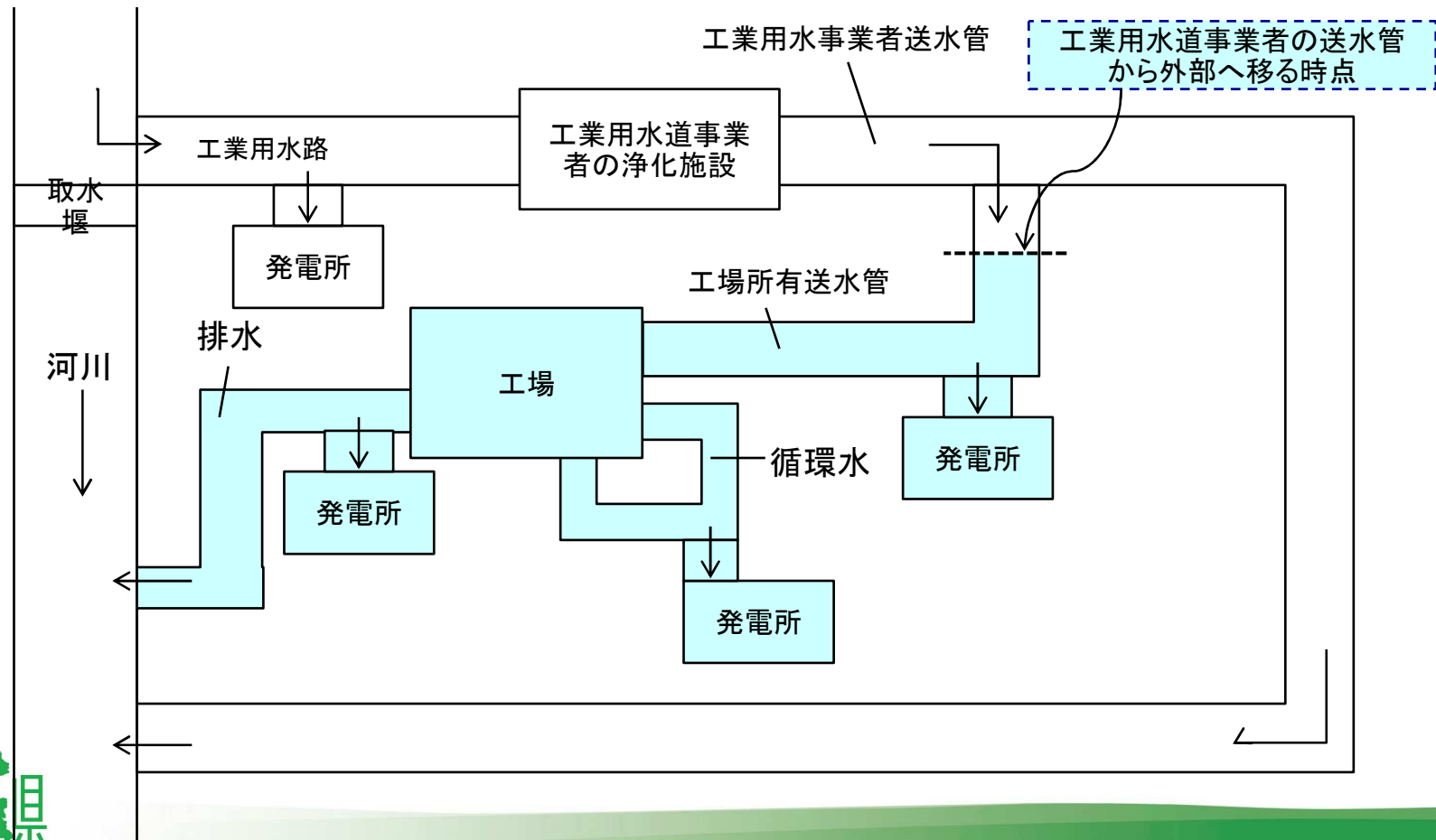


※例外もあるため、許可が必要かどうかは河川事務所等に個別に確認が必要

参考 水利権申請が不要な場所【1】使い終わった水を利用する場合(2/2)

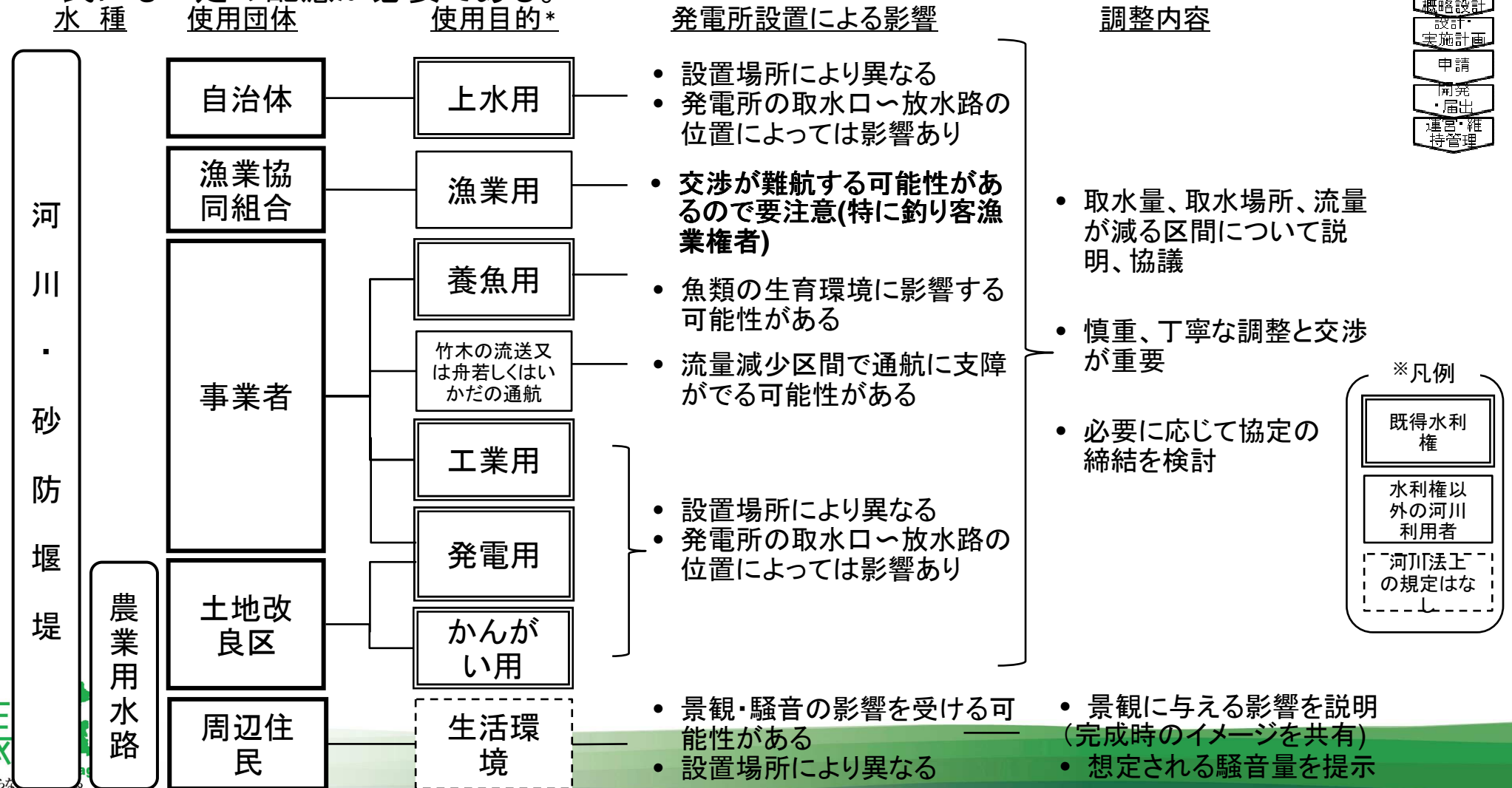
水利権申請が不要な場所

③浄化処理後の工業用水、工場・ビル内の循環水、工場排水



☀ 構想 ②場所の選定【4】調整や手続きがしやすい場所2 他の取水がない場所

減水区間に他の取水者がいない場所を選ぶのがベター。あっても1者まで。以下に列挙する河川利用者が取水していないか確認が必要。また、法的権限を持っていない地域住民にも一定の配慮が必要である。





構想 ②場所の選定【4】調整や手続きがしやすい場所3 市町村の管理区域

申請の手間が少なく済めば事業開始までの期間を短縮でき、コスト削減に繋がる。

●河川の管理者と許可の難易度：市町村の方が許可が得やすい

河川種類	河川管理者	難易度
普通河川	河川法適用外※	低 ↑ ↓ 高
準用河川	市町村	
二級河川	都道府県	
一級河川	国土交通省	

※河川への切換えを求められる場合あり

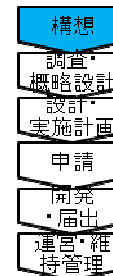




構想 ②場所の選定【4】調整や手続きがしやすい場所4 規制緩和の動き

主に小規模発電設備、農山漁村に設置するものについて規制緩和の動きがある。

		現行	緩和内容	
手続きの簡素化		法手続が多岐に渡り、かつ複雑であるため事前に使用水量の根拠などの書類を作成、申請、許可を得る必要があり、工事着工までに時間がかかる	農山漁村における再生可能エネルギー電気の発電の促進に関する法律案※にて市町村の基本計画に沿った計画について農林地等を集約、権利移転を促進する計画制度や各種手続きの簡素化を実行	農山漁村対象
		取水元が一級河川の場合、規模の大小に関わらず国土交通省の許可が必要	農業用水路等の許可水利に従属するものについて登録制を導入	小規模発電設備への規制緩和
		一般電気工作物(20kW以下かつ流量1m ³ 未満)に該当しないものは事業用電気工作物として大規模発電設備同様の規制を受ける	小規模発電設備の水利使用区分を特定水利使用から準特定使用水利へ移行を検討(一級河川の許可権者を国から地方整備局、都道府県等へ移管)	
人員削減		200kW以上または流量1m ³ /s以上はダム水路主任技術者の選任が必要(500kW以下については免状を受けていない者で一定の要件を満たせば選任ができる許可選任が可能)	基準及び保安規制の見直しを検討	
			免状を受けていない者で一定の要件を満たす者を選任する許可選任上限(500kW)の緩和を検討	



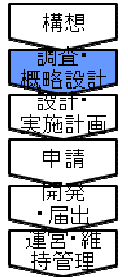


調査・概略検討

出力規模や概算の工事費を算出して事業性を検討し、候補地の絞り込みを行う。特に有望な地点については本格的な流況、地質等の調査を開始する。

●発電計画の概算

発電のポテンシャル	落差と流量から算出※測量や流量調査の実施により構想段階より精度を向上
発電した電気の使い道	全量売電or自家消費の需要先
系統までの距離	最寄りの送電線までの距離と配電圧、電力会社との系統連系費用の見積
補助金、助成金利用の検討	事業主体により利用出来るものと補助率が変わること に注意
水流の状況	年間を通じての流量の変化、上流・下流への影響度、落ち葉、流木等ゴミの状況
開発予定地に関連する法規	河川法、自然公園法、自然環境保護法、国有林野法、砂防法等
立地環境	構造物の設置スペース、工事用スペース等
接道状況	工事、維持管理のためのアクセス道路の有無
周辺環境	住宅地への騒音の影響、景観、生態系等
気象条件	大雨による増水、積雪の影響等



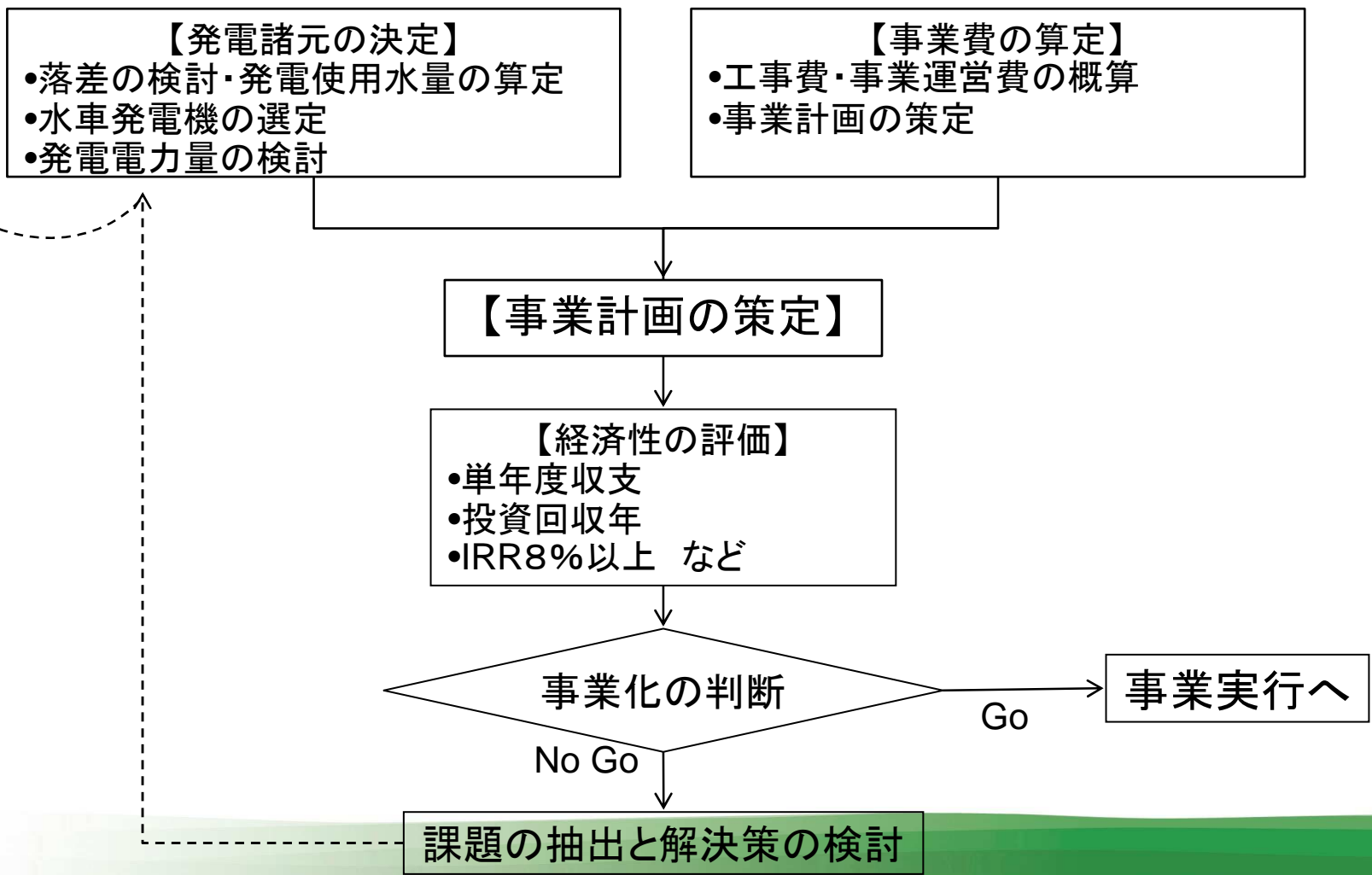


設計・実施計画①事業化の判断

電気関係・土木工事の設計、事業計画および資金調達計画の策定を行う。前段階より詳細に事業性の評価を行い、事業のGo/No Goを決定。(No Goの場合、構想に戻る)

- 構想
- 調査・概略設計
- 設計・実施計画
- 申請
- 開発・届出
- 運営・維持管理

構想に戻る

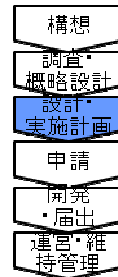




設計・実施計画②採算性を向上させるポイント

電気と土木両方の知見を持つコーディネーターが仕様を決定することでコスト削減の可能性が高まる。

- 発電所仕様の決定はコーディネーターが担当**
 電気工事、土木工事両方の発注書を書くスキルを持つコーディネーターが電気、土木の双方のバランスを取ってコストを最適化する。従来の公共事業のように電気、土木の仕様を別々に決めるとコスト削減の余地が少なくなる。別々に仕様を決めないことで、経済性を優先するため敢えて出力を下げるなど採算性を優先した設計が可能になる。
- 土木工事は地元事業者を活用**
 ダム造成等の大規模工事がいないため、旅費や経費が低めに抑えられる地元事業者の活用が有効になる。
- 工事発注を細かく分けるのはコストアップの元**
 工事業者は受注額に応じて経费率(事務費、販管費等)を設定する。経费率は受注額が低いと高めの設定となるため、細かく分けて複数業者に発注するとトータルではコストアップとなる可能性が高い。

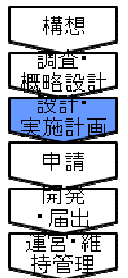
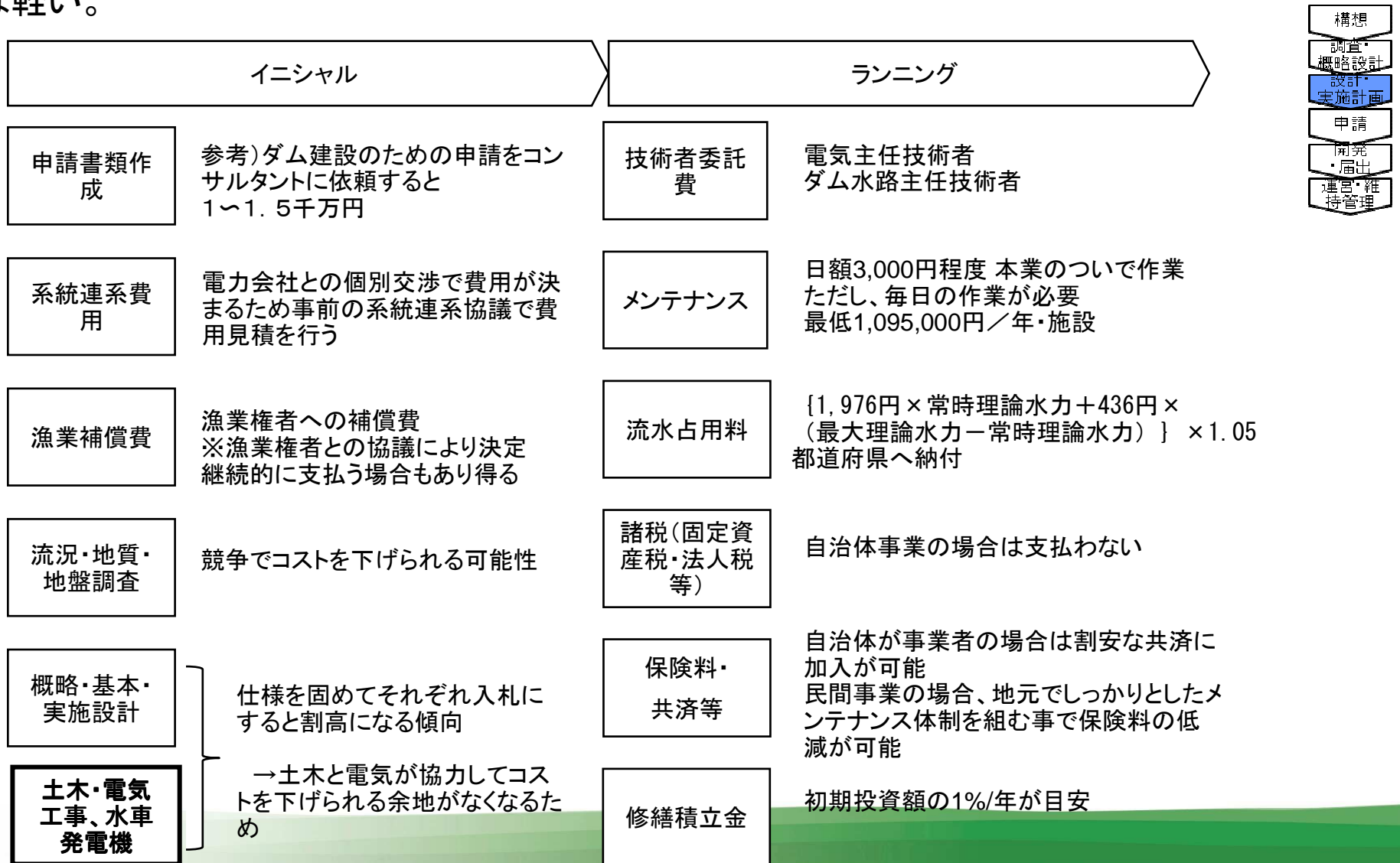


コーディネーターとは？・・・小水力発電の事業全般の知見を持ち、技術の目利き、事業計画、資金調達、工事手配、運用管理までのプロジェクト全体のマネジメントを行う



設計・実施計画③事業計画【1】イニシャルコストとランニングコスト

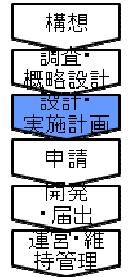
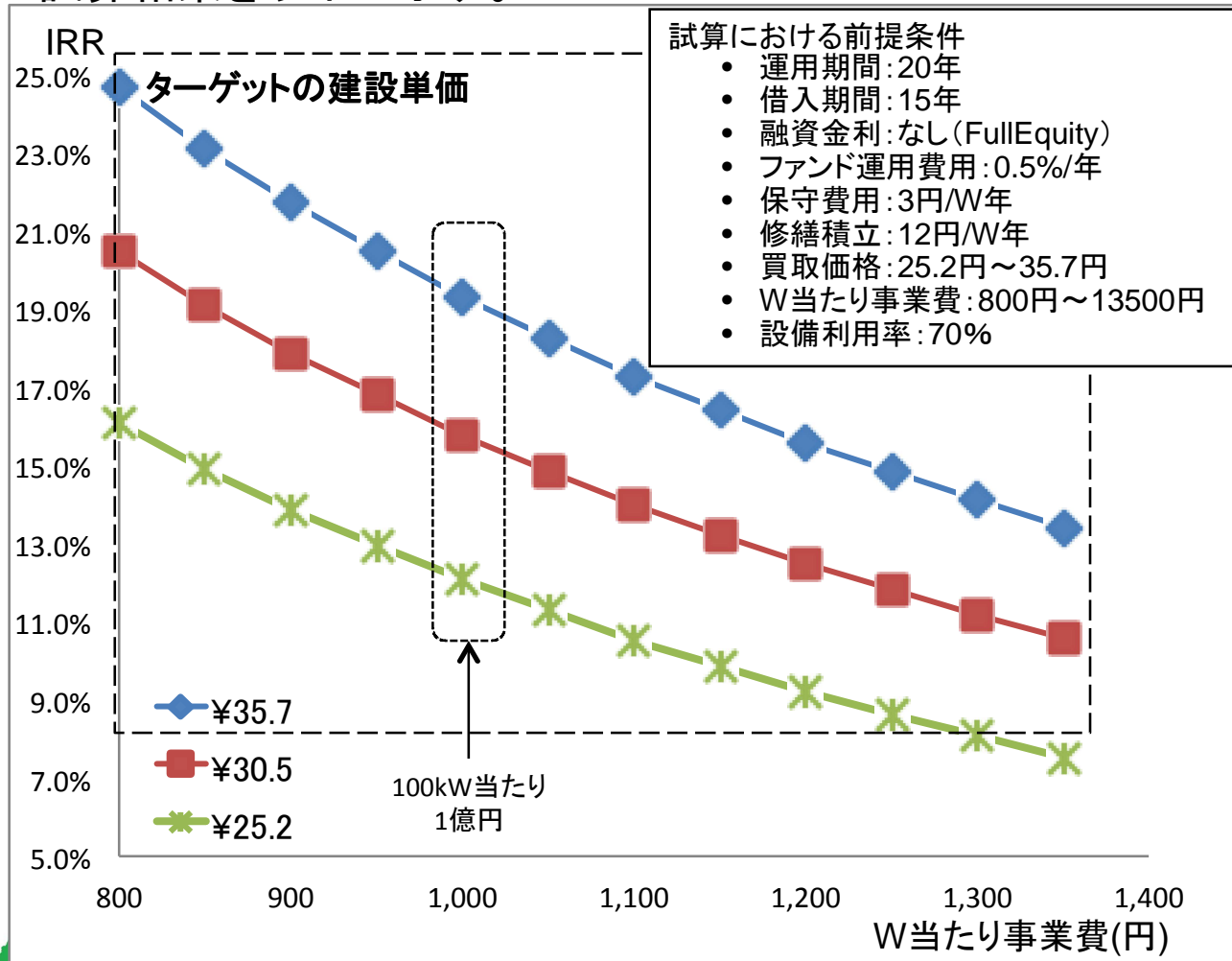
初期投資額の目安は出力100kWで約1億円とされる。コスト割合はイニシャルの特に重くランニングは軽い。





参考 IRRによる経済性評価の試算

Full Equityで調達した場合の投資額と調達価格等算定委員案の買取価格によるIRRの関係性の試算結果を以下に示す。



調達価格等算定委員会 委員長案

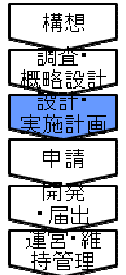
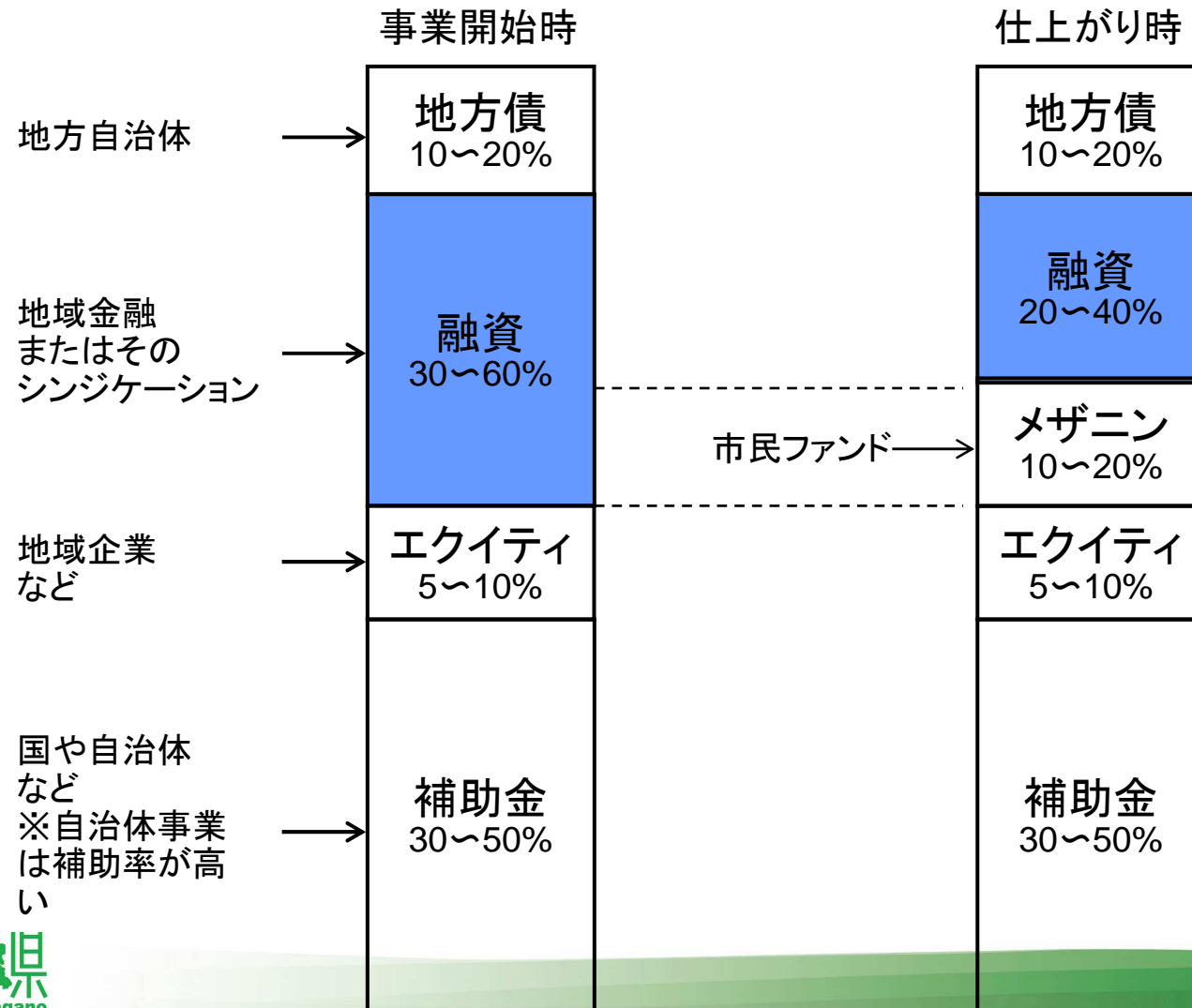
出力	買取単価 (税込・円/kWh)
200kW未満	35.7
200kW～ 1,000kW未満	30.5
1,000kW～ 30,000kW未満	25.2

※価格は制度開始後の当初3年間に事業開始した場合(3年後以降は半年ごとに価格改定)



設計・実施計画②資金調達計画(例)

事業の立ち上げ時は、銀行融資メインではじめ、徐々に市民ファンド等に資金の置き換えをしていくなどが考えられる。

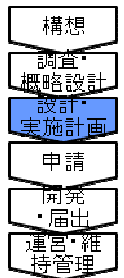




設計・実施計画③利用可能な地方債(1/2)

交付税措置率の高い地方債、財源を利用することで自治体は自己負担を低く抑えて事業開始が可能

		対象事業	充当率	交付税措置率	
一般会計	地域限定有	過疎債	自然エネルギーを利用するための施設	100	70
		辺地債	電灯用電気供給施設	100	80
		合併特例債	市町村建設計画事業(旧法)	95	70
	(新法)		90	40	
	地域限定無	地域活性化事業債	循環型社会の形成	90	30
		防災対策事業債	防災拠点施設の整備※	75	30



※緊急防災・減災事業の場合
 充当率100%
 交付税措置率80%(補助)、70%(単独)





設計・実施計画③利用可能な地方債(2/2)

		対象事業	充当率	交付税措置率
一般会計	地域限定無	一般補助施設整備債	90	0
		一般廃棄物処理事業債	補助 90 単独 75	50 30
		電気事業債	100	0
公営企業会計				

対象事業
太陽光発電、風力発電、ソーラーシステム等の既存施設への設置

対象事業
ごみ焼却施設を利用した発電施設のうち、主として自家消費分

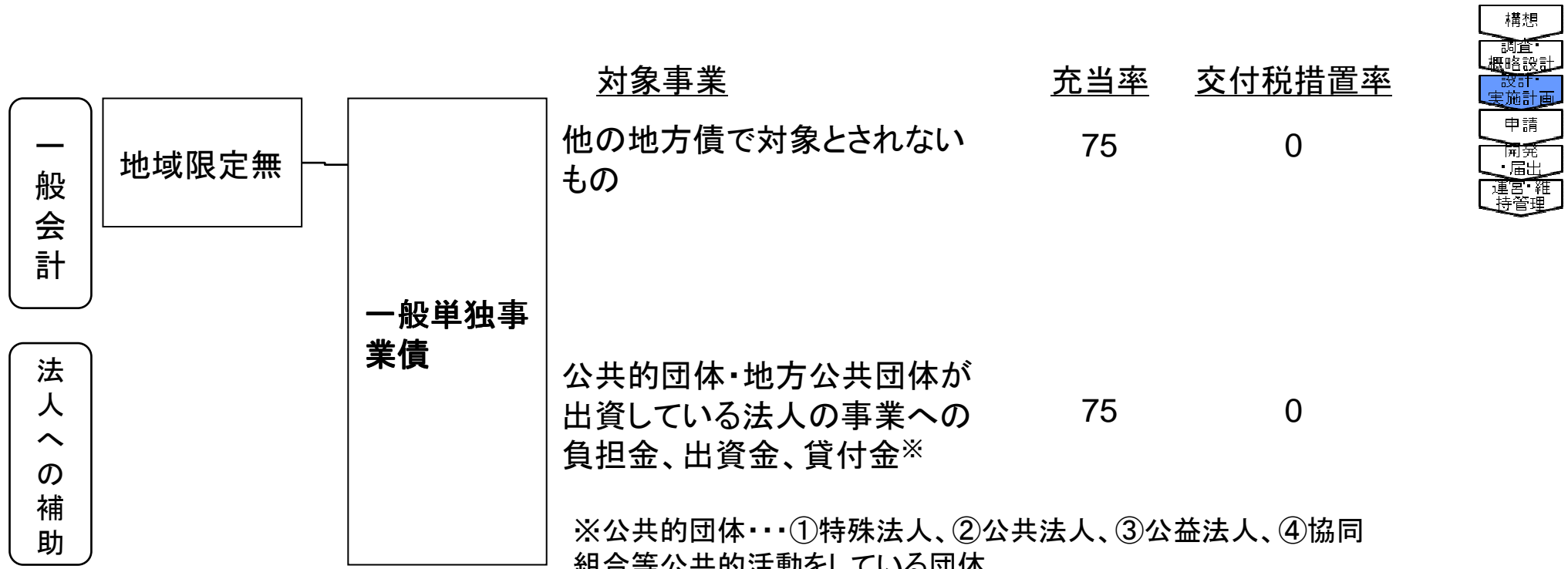
対象事業
売電により独立採算の原則に基づく経営が行われる事業

売電部分は電気事業債(公営企業)の対象

構想
 調査・概略設計
設計・実施計画
 申請
 開発・届出
 運営・維持管理



設計・実施計画③地方債以外の財源



- 構想
- 調査・概略設計
- 設計・実施計画
- 申請
- 開発・届出
- 運営・維持管理

※公共的団体・・・①特殊法人、②公共法人、③公益法人、④協同組合等公共的活動をしている団体

※地方公共団体が出資している法人で政令で定めるものとは、地方公共団体又は地方公共団体の全額出資に係る法人が資本金、基本金その他これらに準ずるもの(以下「資本金等」という。)の二分の一以上を出資し、かつ、地方公共団体が資本金等の三分の一以上を出資している法人。

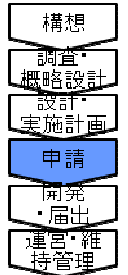
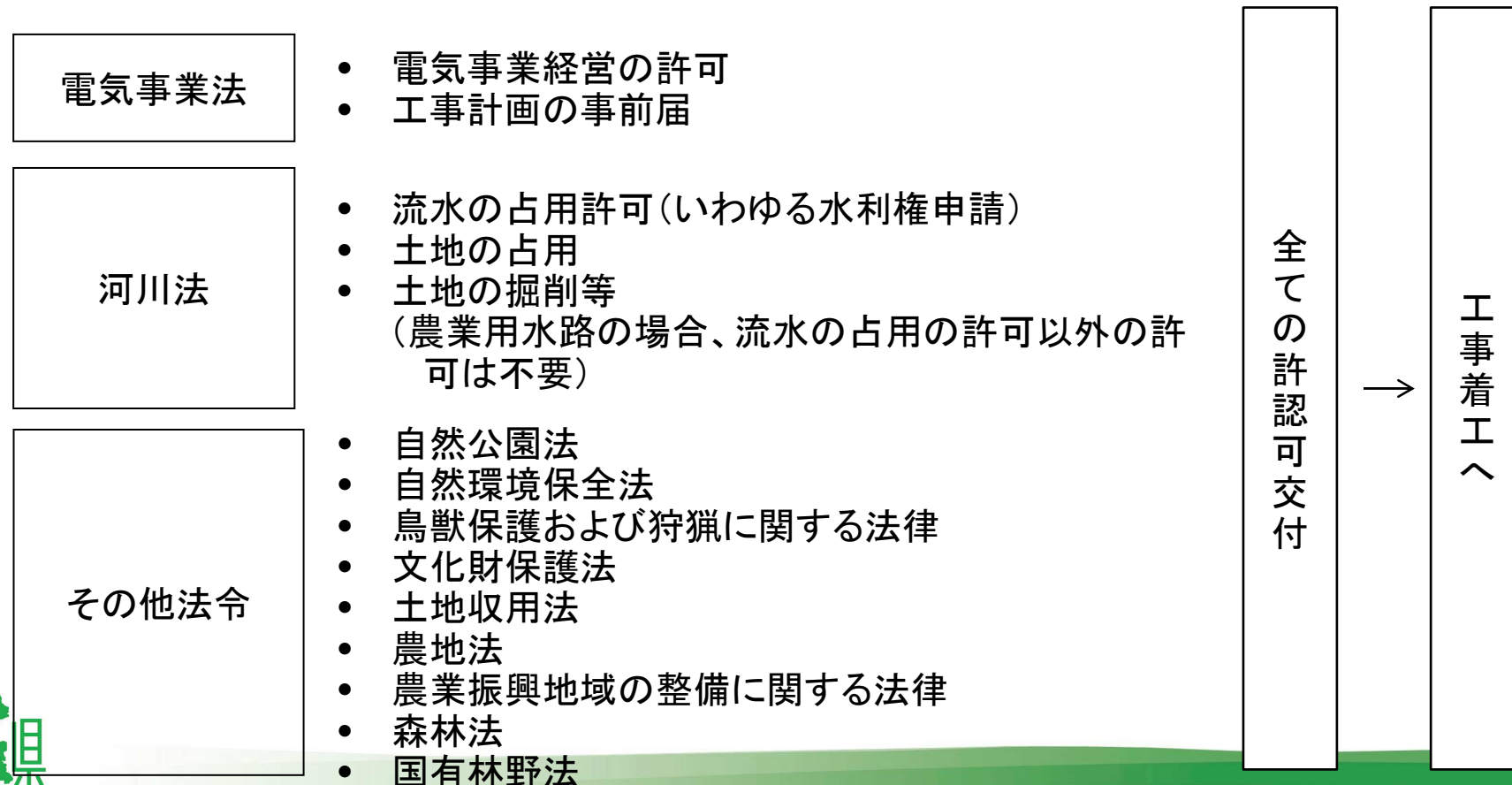




申請

電気事業法・河川法・その他法令に従って許認可申請を行う。許認可がおりた後に工事着工が出来る。書類提出から許可の交付まで時間がかかるものもあるため、構想段階から監督官庁や関係機関との事前協議を開始しておくことが望ましい。

●主な許認可申請の種類(開発地点や発電所規模により要不要、届出先が異なる)





開発・届出

工事着工後は進捗状況に合わせて各種届出を行う。

● 主な届出の種類(開発地点や発電所規模により要不要、届出先が異なる)

電気事業法関連

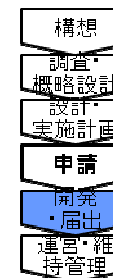
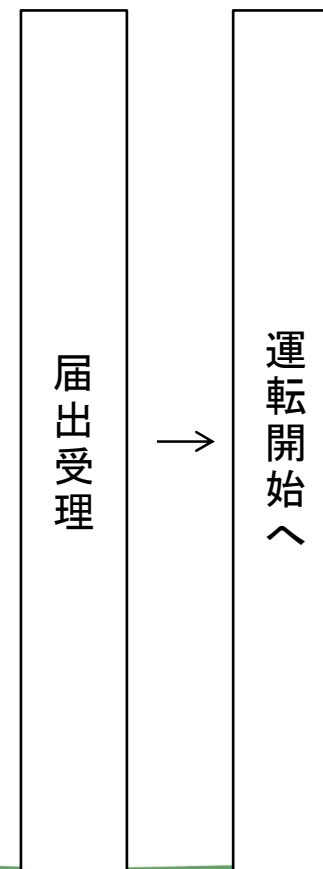
- 主任技術者選任届または主任技術者兼任承認申請書
- 保安規定の届出又は変更届
- 卸供給の届出

水利使用規則※に従うもの

- 工事着手届
- 現場責任者届
- 工事進捗報告
- 完成検査

その他の届出

- 取水開始の届出
- 電力会社との受給契約
- 設置条例の改正(公営の場合)



※水利権の許可を得る際、河川管理者から交付される

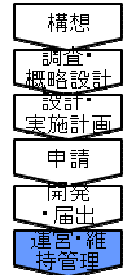


運営・維持管理①年間のメンテナンスカレンダー

季節ごと、状況に合わせてメンテナンス作業を行う。作業内容はほとんどが簡単な軽作業である。

●季節ごとの流量、流況の変化と主な日常の作業内容

季節		春	夏	秋	冬
流況の変化	河川	雪解け水で増水	渇水 or 大雨で増水	比較的安定	積雪と共に減水
	砂防堰堤	河川とほぼ同じ。流量は直接取水より安定傾向			
	農業用水路	灌漑期、非灌漑期で増減		減水	
作業内容		氷塊・雪塊・ 流木対応、泥の除去	大雨後の土砂や ゴミの除去	落ち葉対策 こまめな除塵、 泥の除去	氷塊・雪塊・枯れ枝 等の除去
		大雨時の取水停止			



※大雨予報時は早めに取水を停止する。増水と共に土砂などのゴミが流入しやすくなり、水車を痛める可能性がある

※上下水道施設は年間を通じて流量が安定、水車流入前に除塵等されているため対象外

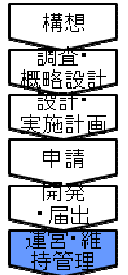


運営・維持管理②維持管理作業の役割分担

日常的な軽作業は地元事業者が担い、専門スキルが必要な部分は専門事業者と協力しながら実行する。

参考例：馬曲川発電所の日常・年次のメンテナンス作業

頻度	作業量	場所	作業内容	専門スキル
日次	30分 1日2回	除塵網2カ所	取水口、沈砂池の除塵網のごみの堆積状況を確認	不要
		除塵機	正常稼動を確認、除去したごみが多ければ外へ出す	
		ミニ発電機・主発電機	正常稼動を確認	
随時	30分	主発電機	発電機ごみ清掃：発電設備を停止し、発電機手前のごみを取り除く 出力状況が思わしくなければ都度実施、 落ち葉の流れ込みが多い秋は特に回数多い	要
		除塵網2カ所	取水口、沈砂池の除塵網のごみが多ければ取り除く	
	状況次第	発電設備全体	トラブル対応作業	
年2回 (春・秋)	2時間	沈砂池	泥上げ：発電設備を停止し、沈砂池・水路に溜まった砂を川に流す	不要
夏		発電所建家	建家内部の温度上昇解消：発電所建家のシャッター下部を開放	
冬		施設周辺	除雪：ミニ発電機と除塵機建家周辺、主発電設備建家周辺の雪かき、雪下ろし	
年1回～	状況次第	発電設備全体	定期点検	要



馬曲川発電所では温泉施設運営者が日常のメンテナンス作業を実施し、技術者は他の施設と併せて委託している

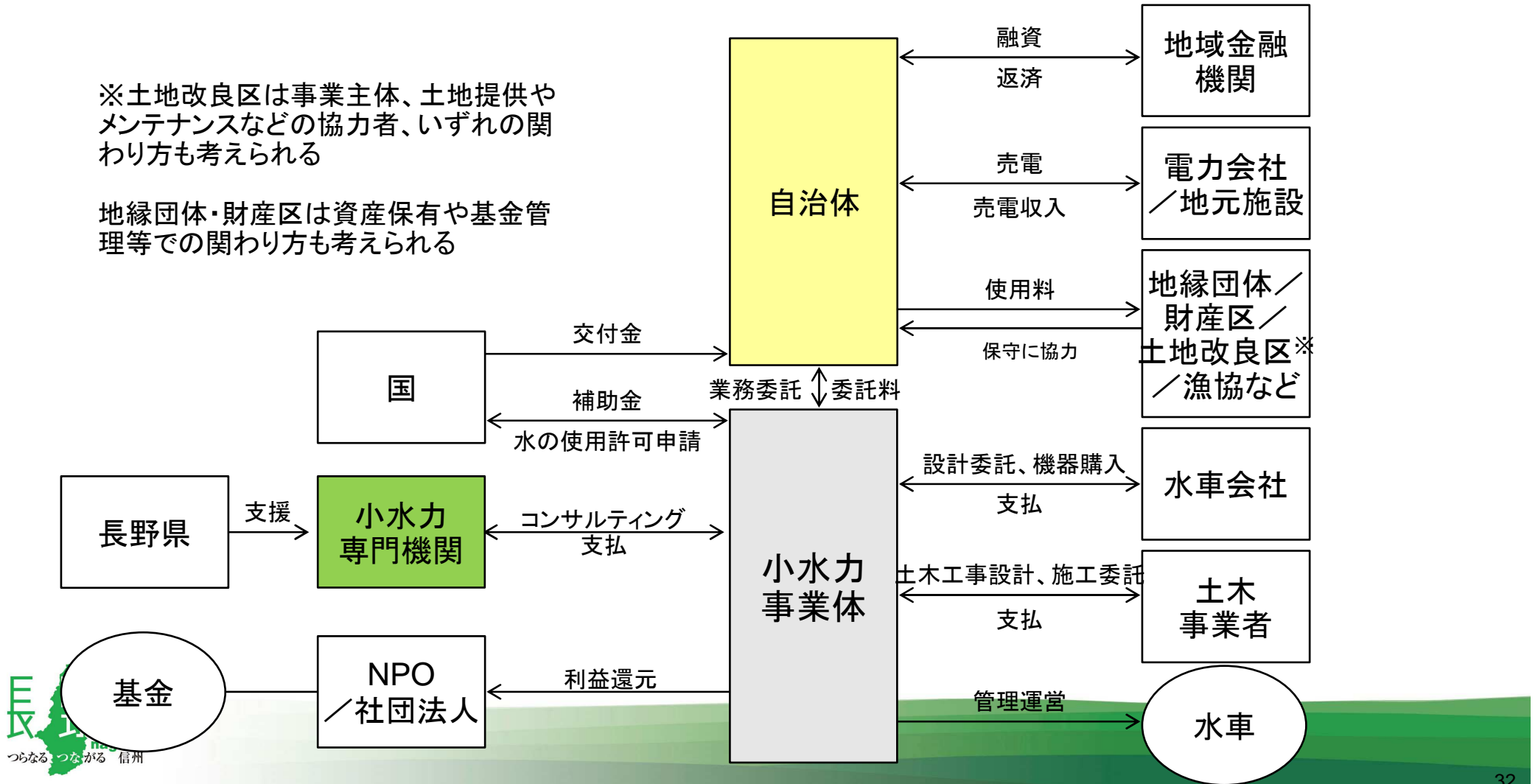


ビジネスモデル(自治体が積極的に関与する例)

自治体が関与するが従来の公共事業型ではなく小水力事業体(地域SPCなど)にノウハウが継承される形式。資金調達、事業責任を自治体を持つ事で民間事業者の参画を促す一方、利益の一部を地域振興のための基金へ還元するなどして公共性を担保する。

※土地改良区は事業主体、土地提供やメンテナンスなどの協力者、いずれの関わり方も考えられる

地縁団体・財産区は資産保有や基金管理等での関わり方も考えられる





最後に: 普及推進の鍵は人にある

小水力発電の詳細なノウハウを持つコーディネーターの育成と、地元で推進の原動力となるキーパーソンの発見、連携が重要である。

コーディネーター

- 小水力発電の事業全般の知見を持ち、技術の目利き、事業計画、資金調達、工事手配、運用管理までのプロジェクト実現を支援する(前ページの小水力専門機関に所属する)。
- ノウハウや前例に乏しい現状では民間独自での事業実施は難しいため、まずは第一歩として県や自治体による公共事業等で育成を行う事が望ましい。

地元の キーパーソン

- 地域住民で小水力発電の意義や進め方を正しく理解し、地域の合意形成の原動力となる、言わば伝道師となる人物。
- 事業への関与は出資などが考えられる。
- 将来的にはコーディネーターとなる事もあり得る。