

令和5年度水力発電技術情報等収集調査事業
(中小水力発電のコスト低減・地域共生等による導入促進に向けた調査)
報 告 書



令和6年2月29日

第1章 調査の全体概要	3
1.1 調査の目的	4
1.2 実施項目と調査フロー	6
1.3 実施体制と基本方針	8
第2章 コスト低減・地域共生等の取組事例調査	9
2.1 事前ヒアリング調査の実施	10
2.2 国内における取組事例調査の実施	12
2.3 海外における取組事例調査の実施	20
第3章 調査事例の体系化及び事例集の作成	27
3.1 調査事例の体系化	28
3.2 調査事例の分類・整理	33
3.3 事例集の作成	35
第4章 導入促進に向けた手引き等の作成	38
4.1 手引きの狙いや構成の検討	39
4.2 専門家会合の実施	41
4.3 全国小水力利用推進協議会会員との意見交換会の開催	45
4.4 手引きの作成	49
第5章 おわりに	50

第1章 調査の全体概要

1.1 調査の目的

(1) 調査の背景

- ✓ 第6次エネルギー基本計画(2021年10月22日閣議決定)では、水力発電は、安定した出力を長期的に維持することが可能な脱炭素電源として重要である一方、開発リスクが高く、新規地点の開拓が難しいことに加え、河川環境に関連する地域の合意や系統制約などの課題が存在し、地域の治水目的などと併せて地域との共生やコスト低減を図りつつ、自立化を実現していくためには、こうした課題を克服していく必要があるとされている。
- ✓ また、2022年度の調達価格等算定委員会では、中小水力発電は、出力1,000kWを超えると全体として安価での事業実施が可能な傾向にあるが、出力1,000kW未満についてはコスト水準が高いといった、発電規模による経済性の違いも示されている。
- ✓ 中小水力発電事業の新規開発には、河川流量の調査や多岐にわたる関係機関との調整など、概ね5～7年程度の長期のリードタイムを必要とし、事業検討に掛かる期間が長いほか、残された開発余地の小規模化・奥地化による建設コストの増大、これらによる経済性の低下や開発リスクの増大は、今後の導入拡大に向けた課題となっている。

(2) 調査の目的

- ✓ 本調査では、主に1,000kW未満規模の中小水力発電の導入促進を図ることを目的に、国内外の取組事例の文献調査やヒアリング調査等を実施し、事業性評価を向上させるためのコスト削減・付加価値創出や、経済性だけによらず投資判断を促すための地域共生・地方創生などの調査・分析を実施した。
- ✓ また、中小水力発電事業を検討している事業者や既存事業者、導入促進を支援する自治体等に広く活用してもらうことで、事業検討期間の短縮など開発リスクの低減に資することを目的に、調査事例や方法論を体系的にまとめた事例集や手引きを作成した。

1.1 調査の目的

(3) 調査のターゲット(事例集や手引きの読み手)

① 直接的な事業者

新規参入者/既存事業者(発電事業者、設備製造事業者、土木工事・電気工事事業者等)

② 自治体等

中小水力のポテンシャルが大きい、または中小水力発電の導入目標を掲げる自治体等

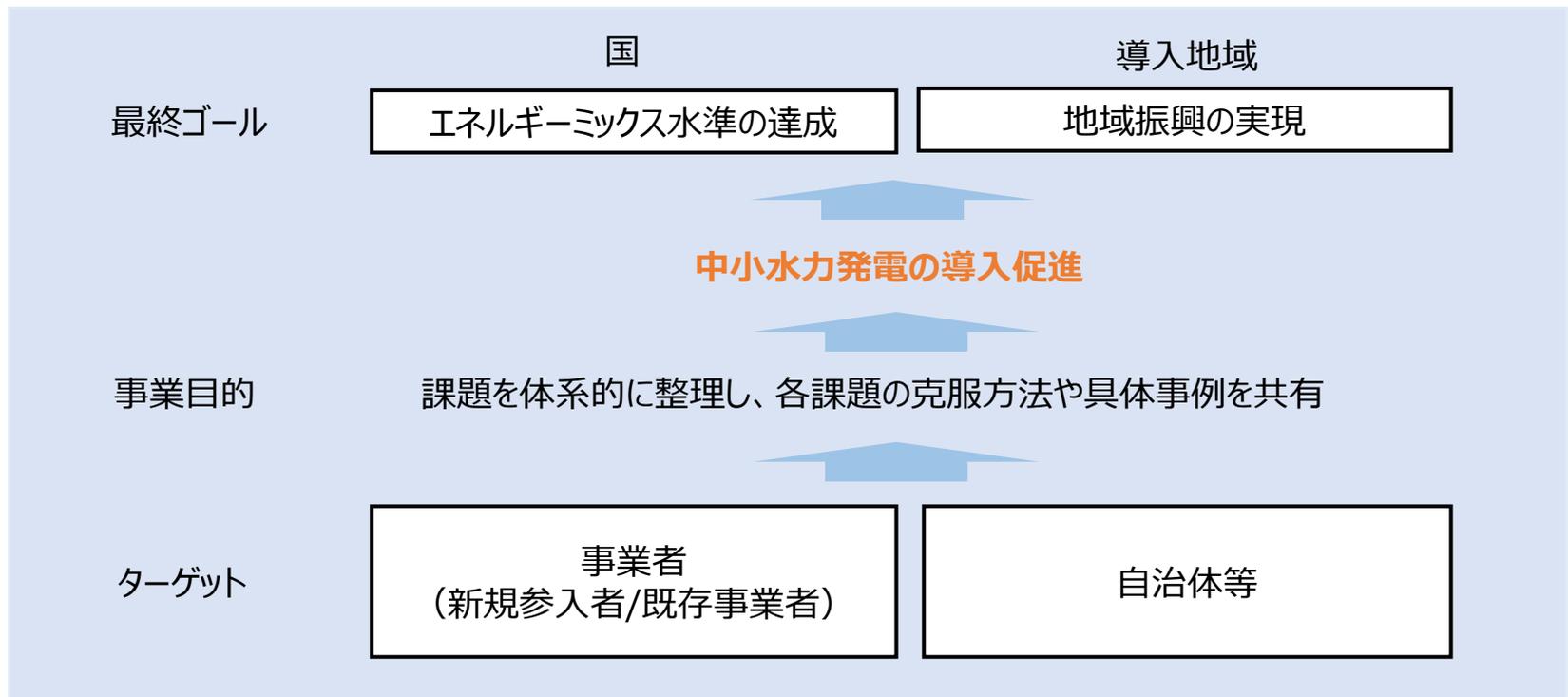


図1.1-1 本調査の目的と調査ターゲットとの関係性

1.2 実施項目と調査フロー

- ✓ 本調査は、3つのパートに分けて実施した。各パートの実施項目と調査フローを図1.2-1に示す。
- ✓ 図1.2-1の図に示す章番号及び項目番号は、本調査報告書の章番号及び項目番号に該当する。

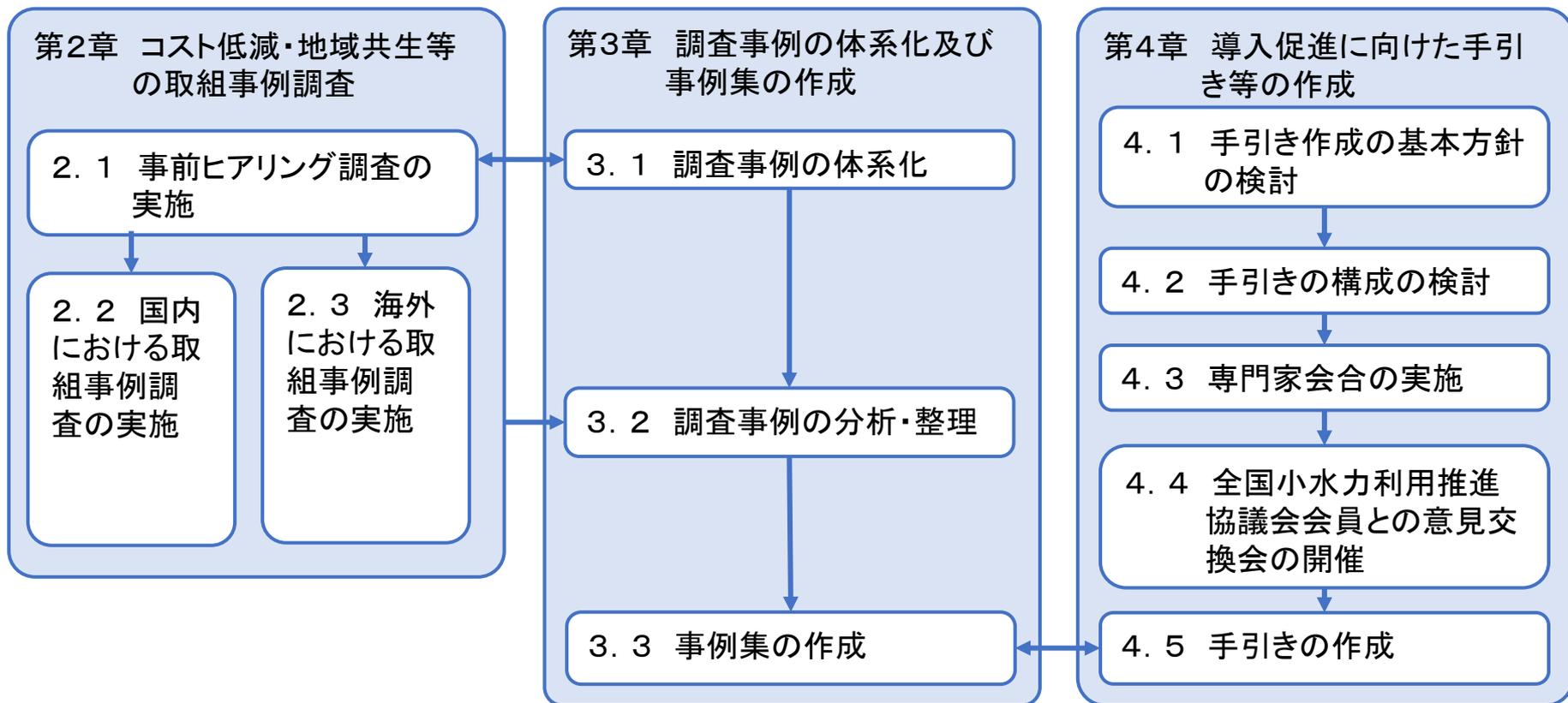


図1.2-1 本調査の実施項目と調査フロー

1.2 実施項目と調査フロー

✓ 本調査の実施内容を表1.2-1に示す。

表1.2-1 本調査の実施内容

実施項目	内容
(1)コスト低減・地域共生等の取組事例調査 (本調査報告書の第2章)	国内外の中小水力発電について、文献調査やヒアリング調査等を実施し、事業性評価を向上させるためのコスト削減・付加価値創出や、経済性だけによらず投資判断を促すための地域共生・地方創生などの取組事例の調査を実施した。
(2)調査事例の体系化及び事例集の作成 (本調査報告書の第3章)	上記(1)を踏まえ、コスト削減や付加価値創出、地域共生・地方創生との組合せ、実施体制の特徴、事業実施に当たっての課題解決方法、活用した支援策など、中小水力発電の投資判断の決め手や後押しとなる方法論や評価軸を分析して、調査事例を体系化した。 また、それらの情報や分析内容を、中小水力発電事業を検討している事業者に広く活用してもらうことを想定して、事例集を作成した。
(3)導入促進に向けた手引き等の作成 (本調査報告書の第4章)	さらなる中小水力発電の導入促進に向け、中小水力発電事業の新規参入を検討している事業者に向けて、費用面や体制面など事業実施に向けた予見可能性やリテラシーを高めるための手引きを作成した。

1.3 実施体制と基本方針

- ✓ 本調査は、株式会社エックス都市研究所と、再委託先である一般社団法人小水力開発支援協会と落合技術士事務所の3者により実施した。
- ✓ 業務の基本方針として4つを設定し、その方針に基づいて調査を実施した。設定した基本方針を図1.3-1に示す。

基本方針① ターゲットの明確化

ターゲットの明確化は、業務効率化や業務効果の最大化の点で非常に重要である。

本調査の目的である「中小水力発電導入の課題を体系的に整理し、克服方法や具体事例を共有することで、導入促進を後押し」するために、ターゲットとしては、**「新規参入者」に「既存事業者」と「自治体等」を加えた3者**とする。

基本方針③ (一社)小水力開発支援協会の知見・ 情報・ネットワークを最大限に活用

本調査の再委託先のひとつである(一社)小水力開発支援協会は、中小水力発電の普及拡大や、既存発電所の更新・経営改善支援を目的に、平成21年に設立された団体であり、**国内でも非常に歴史が長い**。支援協会が保有する**知見・情報・ネットワークを最大限活用し、効率的・効果的に業務を実施**する。

基本方針② 課題オリエンテッドな情報整理

本調査で作成する手引きや事例集は、やみくもに情報を掲載せず、「**どの課題を誰がどのように解決したのか**」が理解しやすいよう、「課題オリエンテッド」に情報を整理する。課題オリエンテッドに整理するため、取組事例調査では、“発電所単位”ではなく、各種課題を解決したプロセス、ノウハウ・技術、スキーム・手法、ツール・施策の“**課題解決策単位**”で調査する。

基本方針④ 本事業を通じて導入促進策を展開

手引きや事例集は使われて初めて成果が出るため、「全国小水力利用推進協議会会員との意見交換会の開催」を追加的に実施し(実施項目4.4)、**既存事業者への導入促進策を展開**する。

図1.3-1 本調査の基本方針

第2章 コスト低減・地域共生等の取組事例調査

2.1 事前ヒアリング調査の実施

- 事前に想定した課題・課題解決策の妥当性及び過不足の確認、また網羅的・効率的に発電所情報を収集するため、事前ヒアリング調査を実施した。
- ヒアリング調査は、中小水力発電事業者や金融機関、メーカーなどを対象に国内6件、海外3件、計9件実施した。

表2.1-1 事前ヒアリング実施概要(国内)

No.	日付	団体名
1	2023年12月4日	一般財団法人新エネルギー財団
2	2023年12月6日	NiX JAPAN株式会社
3	2023年12月7日	日本小水力発電株式会社
4	2023年12月7日	田中水力株式会社
5	2023年12月12日	株式会社脱炭素化支援機構
6	2023年12月14日	三峰川電力株式会社
主なヒアリング項目		
<ul style="list-style-type: none"> ● あらかじめ想定した課題や課題解決策以外にどのようなものが考えられるか ● 本業務の目的に照らして、調査候補となる事例があるか 		
調査候補として挙げられた発電所 例		
笹川小水力発電所、金沢ゆわく小水力発電所、常西幹線発電所、毛渡沢水力発電所、相ノ又谷水力発電所、北杜市村山六ヶ村堰ウォーターファーム、西粟倉発電所・西粟倉第2発電所、上中野配水場マイクロ水力発電所、蓼科第2～第4発電所、宮城県白石発電所、宝沢ほたる発電所 (その他) FIT地域活用要件を適用した発電所、脱炭素先行地域の事例		

2.1 事前ヒアリングの実施

表2.1-2 事前ヒアリング実施概要(海外)

No.	日付	団体名
1	2023年12月4日	一般財団法人新エネルギー財団
2	2023年12月18日	European Renewable Energies Federation (EREF)
3	2024年2月2日	European Commission Patscheider & Partner GmbH
主なヒアリング項目		
<ul style="list-style-type: none">● 欧州での中小水力発電のトレンドや課題は何か● 欧州から見て、中小水力の主要な市場はどこにあるか、また中小水力が急速に拡大している地域はどこか● 日本企業・技術と比較した場合の欧州企業・技術の強みと弱みは何か● あらかじめ想定した課題や課題解決策以外にどのようなものが考えられるか● 本業務の目的に照らして、調査候補となる事例があるか		

2.2 国内における取組事例調査の実施

(1) 取組事例調査対象の選定

- 先行して実施した「3.1 調査事例の体系化」で整理した課題及び課題解決策に基づき、表2.2-1に示す文献の調査、資源エネルギー庁補助事業活用事例の調査、インターネット調査及び事前ヒアリング調査により、国内事例調査対象の候補となる発電所を抽出した。
- 候補となった発電所より、以下に示す選定方針に基づき、一般河川16か所、農業用水路11か所（面的開発を分けた場合：16か所）、その他1か所の計28事例（面的開発を分けた場合：33事例）を国内事例調査対象発電所として選定した。調査対象とした発電所を表2.2-2～6に示す。事例集に掲載する14か所の発電所には「事例集」の欄に✓マークを付した。

表2.2-1 調査対象文献

No.	文献名	発行元	備考
1	小水力発電事例集 2016～2023	全国小水力利用推進協議会	
2	隔月刊 地球温暖化	日報ビジネス(株)	連載 小水力発電の現場から

調査対象事例の選定方針：

- 複数の課題解決事例がある発電所である
- 特徴的な取組を実施している発電所である
- 事前ヒアリング調査において挙げられた発電所である
- 資源エネルギー庁補助事業を活用している発電所である
- 取水分類（一般河川、農業用水路等）や課題のバランスを考慮する

2.2 国内における取組事例調査の実施

表2.2-2 国内事例調査の対象とした発電所(一般河川①)

No.	発電所名	所在地	出力	概要/特徴	資源エネルギー庁補助事業の活用※	事例集
1	泊野川水力発電所	鹿児島県薩摩郡さつま町	530kW	<ul style="list-style-type: none"> 地元企業の共同出資による事業主体設立 複数の金融機関投資によるリスク分散 ノンファーム接続の増量申請・許可事例 	有	✓
2	野底川小水力発電所	長野県飯田市	340kW	<ul style="list-style-type: none"> 地域環境条例による認定 市民出資 既存インフラ(砂防堰堤)の活用 勉強会、研修会の開催 収益による環境整備 	有	✓
3	相ノ又谷水力発電所	富山県朝日町	961kW	<ul style="list-style-type: none"> 企業の共同出資により設 比較的容量の大きな小水力発電所 		
4	馬路村細井谷発電所	高知県馬路村	145kW	<ul style="list-style-type: none"> 自治体主体の事例 収益による保育料や医療費無料化など地方創生事業実施 		
5	鎧畑発電所	秋田県仙北市	15,700kW (実証機は49kW)	<ul style="list-style-type: none"> 新型水車の実証機の活用 ダムにおいて追加工事実施の珍しい事例 	有	
6	川場谷小水力発電所	群馬県利根郡川場村	199kW	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔放水銃による取水口の凍結解消や除雪 		
7	金沢ゆわく小水力発電所	金沢市湯涌曲町	160kW	<ul style="list-style-type: none"> 既存インフラの活用 地域資源の活用 無線技術による遠隔河川管理 	有	✓
8	新曾木発電所	鹿児島県伊佐市	490kW	<ul style="list-style-type: none"> 既存インフラの活用 設備調達の工夫 地域振興のための活用 		

※補助事業の活用(「水力発電の導入加速化事業(令和3年度以降)」、「水力発電の導入促進のための事業費補助金(令和2年度以前)」)については、一般財団法人新エネルギー財団HP及び各事業者の公開情報・ヒアリング調査をもとに記載

2.2 国内における取組事例調査の実施

表2.2-3 国内事例調査の対象とした発電所(一般河川②)

No.	発電所名	所在地	出力	概要/特徴	資源エネルギー庁補助事業の活用※	事例集
9	ぐんぎん尾瀬片品発電所	群馬県片品村	678kW	<ul style="list-style-type: none"> ・観光や教育への多目的活用 ・防災設備としての活用 ・環境価値の利用 	有	✓
10	笹川小水力発電所	富山県朝日町	199kW	<ul style="list-style-type: none"> ・官民パートナーシップ ・信託方式の活用 ・地域における雇用創出 ・保守管理の遠隔監視 		✓
11	西粟倉発電所	岡山県西粟倉村	293kW	<ul style="list-style-type: none"> ・既存インフラの活用 ・自治体主導の事業実施 ・収益による他再エネ種推進 		✓
12	西粟倉第2発電所	岡山県西粟倉村	199kW	<ul style="list-style-type: none"> ・ターゴ水車の利用 ・官民連携 ・ふるさと納税の活用 		✓
13	駒ヶ根高原水力発電所	長野県駒ヶ根市	158kW	<ul style="list-style-type: none"> ・長期間にわたる事業検討 ・立地条件の悪い土地での事業実施 ・ICT技術の活用 		✓
14	橙ノ木谷川水力発電所	福井県坂井市	199kW	<ul style="list-style-type: none"> ・SPC 設立 ・事業収益に依拠した出資 ・収益による環境整備 	有	
15	小又川水力発電所	奈良県下北山村	179.7kW	<ul style="list-style-type: none"> ・クラウドファンディング ・設備更新 ・地域社会への還元 ・事故後の運転復旧案件 	有	✓
16	南川サイフォン式水力発電所	福井県おおい町	127kW	<ul style="list-style-type: none"> ・官民連携による地域振興 ・サイフォン方式の採用 ・地域住民主体 	有	

※補助事業の活用(「水力発電の導入加速化事業(令和3年度以降)」、「水力発電の導入促進のための事業費補助金(令和2年度以前)」)については、一般財団法人新エネルギー財団HP及び各事業者の公開情報・ヒアリング調査をもとに記載

2.2 国内における取組事例調査の実施

表2.2-4 国内事例調査の対象とした発電所(農業用水路①)

No.	発電所名	所在地	出力	概要/特徴	資源エネルギー庁補助事業の活用※	事例集
17	温見ダム小水力発電所	山口県下松市	49.5kW	<ul style="list-style-type: none"> ・県有施設の活用 ・発電設備調達の工夫 		
18	蓼科第二発電所	長野県茅野市	141kW	<ul style="list-style-type: none"> ・好条件立地における面的開発 		
	蓼科第三発電所	長野県茅野市	93kW			
	蓼科第四発電所	長野県茅野市	145kW			
19	北杜西沢発電所	山梨県北杜市	220kW	<ul style="list-style-type: none"> ・官民パートナーシップ ・面的開発 		✓
	北杜市六ヶ村堰水力発電所	山梨県北杜市	320kW			
	北杜川子石発電所	山梨県北杜市	230kW			✓
	北杜蔵原発電所	山梨県北杜市	200kW			✓
20	石徹白番場清流発電所	岐阜県郡上市	125kW	<ul style="list-style-type: none"> ・地域住民による出資 ・収益の地域還元 ・町おこしとしての活用 		
21	大津畑水力発電所	熊本県大津町	188kW	<ul style="list-style-type: none"> ・山間地の農業用水路の活用 ・収益の地域還元 		
22	黒土川小水力発電所	兵庫県宍粟市	39.6kW	<ul style="list-style-type: none"> ・クラウドファンディング ・住民参加 ・コアンダ式取水設備 ・県の設備導入無利子貸付事業活用 		✓
23	松隈小水力発電所	佐賀県吉野ヶ里町	30kW	<ul style="list-style-type: none"> ・パッケージ化したコンテナ発電所採用による工期短縮、低コスト化 ・特別会計の利用 		✓

※補助事業の活用(「水力発電の導入加速化事業(令和3年度以降)」、「水力発電の導入促進のための事業費補助金(令和2年度以前)」)については、一般財団法人新エネルギー財団HP及び各事業者の公開情報・ヒアリング調査をもとに記載

2.2 国内における取組事例調査の実施

表2.2-5 国内事例調査の対象とした発電所(農業用水路②)

No.	発電所名	所在地	出力	概要/特徴	資源エネルギー庁補助事業の活用※	事例集
24	小布施松川小水力発電所	長野県小布施町	190kW	<ul style="list-style-type: none"> ・収益納付型補助金の活用 ・プロジェクトファイナンス 		
25	小鷹水力発電所	鹿児島県薩摩川内市	28kW	<ul style="list-style-type: none"> ・初の30kW級のらせん水車の導入 ・農業用水路相乗りによる発電 	有	✓
26	家康公用水発電所	静岡県富士宮市	158kW	<ul style="list-style-type: none"> ・観光や教育への多目的活用 ・防災設備としての活用 ・調達部品の工夫 	有	
27	常西幹線発電所	富山県富山市	460kW	<ul style="list-style-type: none"> ・既存インフラの活用 ・収益の地域還元 ・水利権を避けた候補地選定 		

表2.2-6 国内事例調査の対象とした発電所(その他)

No.	発電所名	所在地	出力	概要/特徴	資源エネルギー庁補助事業の活用※	事例集
28	上中野配水場マイクログ水力発電所	富山県砺波市	26.6kW	<ul style="list-style-type: none"> ・水道施設を利用した水力発電所 		✓

※補助事業の活用(「水力発電の導入加速化事業(令和3年度以降)」、「水力発電の導入促進のための事業費補助金(令和2年度以前)」)については、一般財団法人新エネルギー財団HP及び各事業者の公開情報・ヒアリング調査をもとに記載

2.2 国内における取組事例調査の実施

(2) 調査項目の設定

■ 資源エネルギー庁担当官と協議し、選定した発電所について収集・整理する基礎情報は、以下の項目とした。

- 発電所名
- 事業目的(全量売電・余剰売電・自家消費・その他)
- 発電事業者
- 所在地
- 出力(kW)
- 年間発電電力量(kWh)
- 有効落差(m)
- 稼働率(%)
- 水車
- 発電機
- 取水分類(一般河川・農業用水路・その他)
- 事業スケジュール(事業検討開始時期・建設開始年・運転開始年)
- 補助金の活用※
- 事例調査選定の理由
- 備考(上記以外の情報、出典 等)

※補助事業の活用については、一般財団法人新エネルギー財団HP及び各事業者の公開情報・ヒアリング調査により判明したものののみ調査票に記載

2.2 国内における取組事例調査の実施

(3) 国内における取組事例の文献調査・追加調査の実施

- 上記(1)で選定した28箇所の発電所について、(2)で設定した基礎情報の項目について文献調査を実施し、調査票に整理した。
- 「3.3 事例集の作成」で選定した事例集掲載事例のうち、追加調査が必要と判断した発電所については、発電事業者等に対して追加ヒアリング調査を実施した。追加ヒアリング調査の実施概要を表2.2-7に示す。

表2.2-7 追加ヒアリング調査の実施概要

No.	日付	調査発電所名	調査形態	実施場所
1	2024年1月10日	北杜市村山六ヶ村堰ウォーターファーム	ヒアリング	川子石発電所
2	2024年2月7日	金沢ゆわく小水力発電所	ヒアリング	WEB
3	2024年2月9日	笹川小水力発電所①	ヒアリング	笹川小水力発電所
4	2024年2月13日	野底川発電所	ヒアリング	野底川発電所
5	2024年2月16日	小鷹水力発電所	ヒアリング	WEB
6	2024年2月16日	笹川小水力発電所②	ヒアリング	WEB
7	2024年2月22日	泊野川水力発電所	ヒアリング	WEB

2.2 国内における取組事例調査の実施

(4) 国内における取組事例調査結果のとりまとめ

- 調査結果は、表形式で各事例ごとに整理した。
- 事例調査結果整理の一例を図2.2-1に示す。

No	02
発電所名	野底川小水力発電所 (のそこがわ しょうすいりょくはつでんしょ)
事業目的	全量売電
発電事業者	野底川市民発電株式会社
所在地	長野県飯田市上郷黒田
出力	340kW
年間発電電力量	2,120MWh
有効落差	79.75m
稼働率	$2,120,000/340/8,760 \approx 71.2\%$
水車	横軸フランシス水車 (ZECO 社製)
発電機	三相誘導発電機
取水分類	一般河川
事業スケジュール	
事業検討開始	2018 年頃
建設開始	2021 年
運転開始	2023 年 9 月
補助金の活用	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域理解促進等関連事業 (R2) ● 長野県飯田市野底川小水力発電の地域共生促進事業
事例調査選定の理由	<p>特徴的な取組み：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 地域環境条例による認定 ● 市民出資 ● 既存インフラ (砂防堰堤) の活用 ● 勉強会、研修会の開催 ● 収益による環境整備 <p>収集情報：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 総事業費 5.8 億円 (170 万円/kW、273 円/kWh) ● おひさま自然エネルギー株式会社を募集代行者として、事業費の一部、1 億 5,000 万円を「野底川水力おひさまファンド」で募集、166 名が出資¹⁾ ● 飯田市「再生可能エネルギーの導入による持続可能な地域づくりに関する条例 (地域環境権条例)」による「地域公共再生可能エネルギー活用事業」の第 22 号事業として認定²⁾ ● 毎年、売電収益の 1% (60 万円程度) を上郷地域まちづくり委員会に寄付し、環境教育や環境整備に活用³⁾
備考	<p>出典：</p> <ol style="list-style-type: none"> ① おひさま進歩エネルギー株式会社 HP ② 飯田市 HP ③ 2023.10.28 南信州環境メッセ おひさま発電所初の小水力野底川小水力発電事業 おひさま進歩エネルギー株式会社

図2.2-1 国内事例調査結果の整理例

2.3 海外における取組事例調査の実施

(1) 取組事例調査対象の選定

- 「3.1 調査事例の体系化」で整理した課題及び課題解決策に基づき、表2.3-1に示す文献の調査、インターネット調査及び事前ヒアリング調査により、約110か所の発電所を事例調査候補として選定した。
- その候補から、以下に示す選定方針に従い、調査対象の候補となる発電所を30か所選定した。
- 調査対象とした発電所を表2.3-2～4に示す。なお、発電所一覧は、「事業性」・「地域共生」・「その他」の課題解決区分(スライド28参照)ごとに整理した。

表2.3-1 調査対象文献

No.	文献名	発行元
1	World Small Hydropower Development Report 2022、2019	United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)
2	Hydropower Case Study Collection 2020	Emanuele Quaranta など(MDPI掲載論文)
3	Better Hydro: Compendium of Case Studies 2017	International Hydropower Association
4	Small hydropower technologies, European state-of-the-art innovations 2020	Hydropower solutions for developing and emerging countries
5	令和2年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業(中小水力に関する海外動向把握等調査)報告書	三菱総合研究所、資源エネルギー庁
6	令和元年度水力発電の導入促進のための事業費補助金のうち中小水力向け機器に係る調査事業	新エネルギー財団
7	平成30年度新エネルギー等の導入促進のための基礎調査(中小水力発電の共生・コスト低減による自立化に向けた調査)報告書	三菱総合研究所、資源エネルギー庁
8	技術報告書「地域社会における持続可能な小規模水力発電」付録A2 好事例報告書集	新エネルギー財団

調査対象事例の選定方針:

- 課題に対して解決策となりうる発電所であること
- 他にはない特徴的な取組を実施している発電所であること

2.3 海外における取組事例調査の実施

表2.3-2 海外事例調査の対象とした発電所(事業性①)

課題	課題解決策	国/プロジェクト名	設備容量	概要
土木工事費が高い	土木工事のスリム化	インド/プロジェクト名不明	20kW	<ul style="list-style-type: none"> 水の流れのみで動作する浮体式タービン アンカーポイントを除いてインフラが不要 太陽光発電とのハイブリッド、マイクロ水力発電
		ノルウェー/プロジェクト名不明	N/A	<ul style="list-style-type: none"> マイクロトンネル技術、高度な掘削技術による土木工事費の7割削減
	既存インフラの活用	ウクライナ/ 1) Poltava 2) Kapustyanska	1) 190kW 2) 484kW	<ul style="list-style-type: none"> 既存の排水処理施設に水力発電施設を設置することによる初期費用の削減
		イタリア/ San Michele dei Mucchietti	1.8MW	<ul style="list-style-type: none"> 多目的貯水池に水力発電施設を設置することによる土木工事費の削減
		イタリア/Solcano	150kW	<ul style="list-style-type: none"> 水道橋に水力発電設備を設置することによる土木工事費の削減、余剰エネルギーの変換、エネルギー回収水力発電の可変速アプリケーション
		イタリア/ 1) Canda 2) Bussari	1) 512kW 2) 481kW	<ul style="list-style-type: none"> (航海用)水門に水力発電施設を設置することによる土木事業費の削減 タービンによる流量調整器
	設備費用が高い	設備のモジュール化	ドイツ/ 1) Großweil 2) Dietenheim	1) 420kW 2) 312kW
制度変更への対応	需要家との直接契約	アメリカ/45-mile	3~5MW	<ul style="list-style-type: none"> アップル社による水力発電所の買収 電力を同社のデータセンターに供給

2.3 海外における取組事例調査の実施

表2.3-3 海外事例調査の対象とした発電所(事業性②)

課題	課題解決策	国/プロジェクト名	設備容量	概要
設備費用が高い	設備の最適化	イタリア/ Rasiglia	5kW	<ul style="list-style-type: none"> 超低落差水車の採用 Girardタービンの最適化による設備費用の削減 発電電力の漏出削減、マイクロ水力発電
	機器のリース	イギリス/ Abernethy Trust	89kW	<ul style="list-style-type: none"> セルフクリーニング式 Coanda スクリーンの採用 メーカーの技術協力、事業者とメーカーとの機器長期リースおよび融資パッケージを受ける「ファイナンシャル・パートナーシップ」
運用管理の負担が大きい	保守運用のスマート化	ノルウェー/ Haukland Kraftverk	4.9MW	<ul style="list-style-type: none"> 小水力カスケードのデータ駆動型自動最適化によるバリューチェーンの自動化と最適化 完全自動運電と遠隔モニタリング
		HYdEA*	N/A	<ul style="list-style-type: none"> アルゴリズムを利用した異常をリアルタイムで検出し、プラント全体の効率を最大化
		チリ/ECOO	11MW	<ul style="list-style-type: none"> Kaplanの水力タービンの性能を最適化 速度調整器で動作するアルゴリズム
		HYDRA GIS*	N/A	<ul style="list-style-type: none"> 水路流域、ダム、貯水池における3日先の水資源利用可能量予測を毎時レベルで計算 気象予測データ、水利リスク警告
		Pontecosi*	150kW	<ul style="list-style-type: none"> 水力発電所貯水池の連続脱堆積技術 貯水池内の堆積物の自動除去
	フランス/ La Bâtiaz	200MW	<ul style="list-style-type: none"> 水圧管疲労モニタリング用デジタルツイン、リアルタイムシミュレーションモニタリングシステム 	
水質環境管理	スウェーデン/ Semla IV	3.5MW	<ul style="list-style-type: none"> 水質の評価と水質監視システムの開発 	

*サービスのため、国および水力発電所のプロジェクト名は特定していない。

2.3 海外における取組事例調査の実施

表2.3-4 海外事例調査の対象とした発電所(地域共生)

課題	課題解決策	国/プロジェクト名	設備容量	概要
地域資源が活用されていない	太陽光+中小水力のハイブリッド開発	イタリア/ Moncalieri	3.2MW	<ul style="list-style-type: none"> 市が所有する小水力発電所、地域熱供給や太陽光発電を統合 再生可能エネルギーのハイブリッドシステム
		オーストリア/ Stadtwerke Murau	4.5MW	<ul style="list-style-type: none"> 水力、太陽光、バイオマス発電を組み合わせた地域マイクログリッド 緊急時の自立稼働、停電時の電力供給
	流量の安定的な供給	イタリア/ Forte Buso plant	580kW	<ul style="list-style-type: none"> ダムと放水口の間に設置され、安定した水の流れを利用して年間を通じてエネルギーを生産
		イタリア/ Malser Haide	825kW	<ul style="list-style-type: none"> 革新的逆圧Peltonタービン設置による灌漑プラントの多目的利用 完全地下式水力発電所
地域への恩恵がみえない	エネルギー地産地消	ドイツ/ Stadtwerke	N/A	<ul style="list-style-type: none"> Stadtwerke = 地方自治体による公益事業体 基本的に地産地消の市民プロジェクトの形態をとり、自治体が運営
	地域振興	インドネシア/ Turbulent	100kW	<ul style="list-style-type: none"> 特に5メートル未満の低落差流向けに独自に設計 コミュニティ製マイクロ水力発電所
		イタリア/ Maira SpA	5MW	<ul style="list-style-type: none"> 地域ベースでのエネルギー供給と地域開発プロジェクトの形成 山岳地帯における水資源と環境資源の強化、サービスの提供
地域住民等関係者の合意形成	官民パートナーシップ	オーストリア/ GASSEN	1,280kW	<ul style="list-style-type: none"> 地元企業に出資を求め、官民連携する形で資金調達 自治体負担分は全体の40%、残り3社で分担(34%、13%、13%)
	住民主導の開発	イギリス/ Torrs	50kW	<ul style="list-style-type: none"> 地元住民ボランティアによる運営・維持管理 地元生協マーケットとの電力供給・購買契約
		フランス/ Marie-Thérèse	140kW	<ul style="list-style-type: none"> 市民投資プロジェクト 市民の集団参加による発電所の修復・運営
環境・生態系との関係	環境社会配慮設計	ドイツ/ Prater	2.5MW	<ul style="list-style-type: none"> 完全地下式発電所。自然木が植生する緑地および景観の保全 風力用発電機の先進的技術の応用

2.3 海外における取組事例調査の実施

(2) 海外における取組事例調査の実施

- 上記(1)で選定した30事例から、更に日本の水力発電所にとって参考となる事例であるかを検討し、10か所の発電所を選定した。
- 選定した発電所について、国内事例調査と同じ基礎情報について公開情報を基に調査し、情報を整理した。
- 10事例について追加文献調査およびヒアリング調査を実施し、かつ国内事例とのバランスを考慮し、事例集に掲載する6事例を選定した。
- 選定した10か所の発電所を表2.3-5～6に示す。事例集に掲載する6か所の発電所には「事例集」の欄に✓マークを付した。

表2.3-5 海外事例調査で選定した発電所①

課題	課題解決策	国名/地域/ プロジェクト名	設備容量	概要/特徴	事例集
制度変更への対応	需要家との直接契約	アメリカ/ オレゴン州	3~5MW	<ul style="list-style-type: none"> • アップル社による水力発電所の買収。 • 電力を同社のデータセンターに供給。 	
設備費用が高い	設備のモジュール化	ドイツ 1) Großweil 2) Dietenheim	(1) 420kW (2) 312kW	<ul style="list-style-type: none"> • 標準化されたインターフェース発電所要素の技術的構造をさらに簡素化。 • 観光の促進。 • 魚類回遊施設の建設。 	✓
設備費用が高い	設備の最適化	イタリア/ Rasiglia	5kW	<ul style="list-style-type: none"> • 超低落差水車。 • Girardタービンの最適化による設備費用の削減。 • 発電電力の漏出削減。 • マイクロ水力発電。 	✓
	機器のリース	イギリス/ Abernethy Trust	89kW	<ul style="list-style-type: none"> • セルフクリーニング式 Coanda スクリーンを備えた堰から取水。 • メーカーの技術協力、事業者とメーカーとの機器長期リースおよび融資パッケージを受ける「ファイナンシャル・パートナーシップ」。 	✓

2.3 海外における取組事例調査の実施

表2.3-6 海外事例調査で選定した発電所②

課題	課題解決策	国名/地域/プロジェクト名	設備容量	概要	事例集
運用管理の負担が大きい	保守運用のスマート化	ノルウェー/ Haukland Kraftverk	4.9MW	<ul style="list-style-type: none"> 小水力カスケードシステムのデータ駆動型自動最適化によるバリューチェーンの自動化と最適化。 リモートコントロールとモニタリング。 水力発電所の完全自動運転。 	✓
地域資源が活用されていない	太陽光+中小水力のハイブリッド開発	オーストリア/ Stadtwerke Murau	4.5MW	<ul style="list-style-type: none"> 小規模水力発電所・配電事業を自治体が運営。 水力、太陽光、バイオマス発電を組み合わせる地域マイクログリッドの構築。 緊急時の自立稼働。 停電時の電力供給。 電力の地産地消。 	
	流量の安定的な供給	イタリア/ Malser Haide	825kW	<ul style="list-style-type: none"> 革新的逆圧Peltonタービン設置による灌漑プラントの多目的利用。 発電所を地下に建設。 	✓
地域へ利益が還元されていない	地域振興	インドネシア/ Bali	13kW	<ul style="list-style-type: none"> 特に5メートル未満の低落差流向けに独自に設計。 コミュニティ製マイクロ水力発電所。 	
地域住民等関係者との合意形成	住民主導の開発	イギリス/Torrs	63kW	<ul style="list-style-type: none"> 地元住民ボランティアによる運営・維持管理。 地元生協マーケットとの電力供給・購買契約。 	
環境・生態系との関係	環境社会配慮設計	ドイツ/Prater	2.5MW	<ul style="list-style-type: none"> 川底に設置された完全地下式発電所。 自然木が植生する緑地および景観の保全。 風力用発電機の先進的技術の応用。 魚道等による河川環境の保全。 	✓

2.3 海外における取組事例調査の実施

(3) 海外における取組事例調査結果のとりまとめ

- 調査結果は、表形式で各事例ごとに整理した。
- 事例調査結果整理の一例を図2.3-1に示す。

No	15
発電所名	Rasiglia centrale
事業目的	-
発電事業者	-
所在地	イタリア（ウンブリア州ペルージャ県 Rasiglia 市）
出力	5kW
年間発電電力量	-
有効落差	2m.
稼働率	-
水車	Mariucci タービン
発電機	-
取水分類	一般河川
事業スケジュール	
事業検討開始	-
建設開始	-
運転開始	2015年
補助金の活用	-
事例調査選定の理由	<p>特徴的な取組み：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Mariucci タービン（Girard タービンの最適化、マイクロ水力発電、超低落差水車）。 ● 史跡の近代化 <p>収集情報：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Mariucci タービン（M 水車）は、Girard タービンの最適化であり¹⁾、一般的なアクション・タービンが効率的ではない低落差（3m. 以下）及び小流量（3m³/s 以下）の現場で使用可能。²⁾ ● タンク内の水頭と流速が一定に維持される。→タービンの回転速度を一定に維持できるため、タービン速度やブレードの傾きを変更するための高価な電気機械装置が不要になる。²⁾ ● 下流の水位が上昇すると、タービンが水に浸かるのを避けるために、昇降システムがタービンを持ち上げる→一般的な反応タービンで使用されるドラフトチューブが不要になる。²⁾ ● 村の職人にエネルギーを供給していた歴史的な水力発電所の修復と再稼働が特徴的な点である。³⁾ ● 歴史的記憶を保存するために古いタービンを維持している。³⁾
備考	<p>出典：</p> <p>① Quaranta, E. et al. Hydropower Case Study Collection https://doi.org/10.3390/sul2218873</p> <p>② PreScouter の HP： https://www.prescouter.com/2017/06/m-turbine-innovation-hydropower/</p> <p>③ TETI s. r. l. の HP： https://www.microidroelettrico.com/</p>

図2.3-1 事例調査結果の整理例

第3章 調査事例の体系化及び事例集の作成

3.1 調査事例の体系化

(1) 中小水力発電事業において想定される課題の整理

- 中小水力発電への新規参入を促進するためには、参入の障壁となる課題を明確にし、運転開始までの見通しを立てやすくすることが有効と考え、事業フェーズごとに想定される課題を「事業性」「地域共生」「その他」に区分し整理した。
- 事業フェーズは、複数の文献を基に、「地点発掘・案件形成」から「撤去・処分」までの6区分とした。
- 「2.1 事前ヒアリング調査の実施」において、想定した課題の不足の有無や課題が発生する事業フェーズの妥当性を確認した。中小水力発電事業において想定される課題の全体像を図3.1-1に示す。

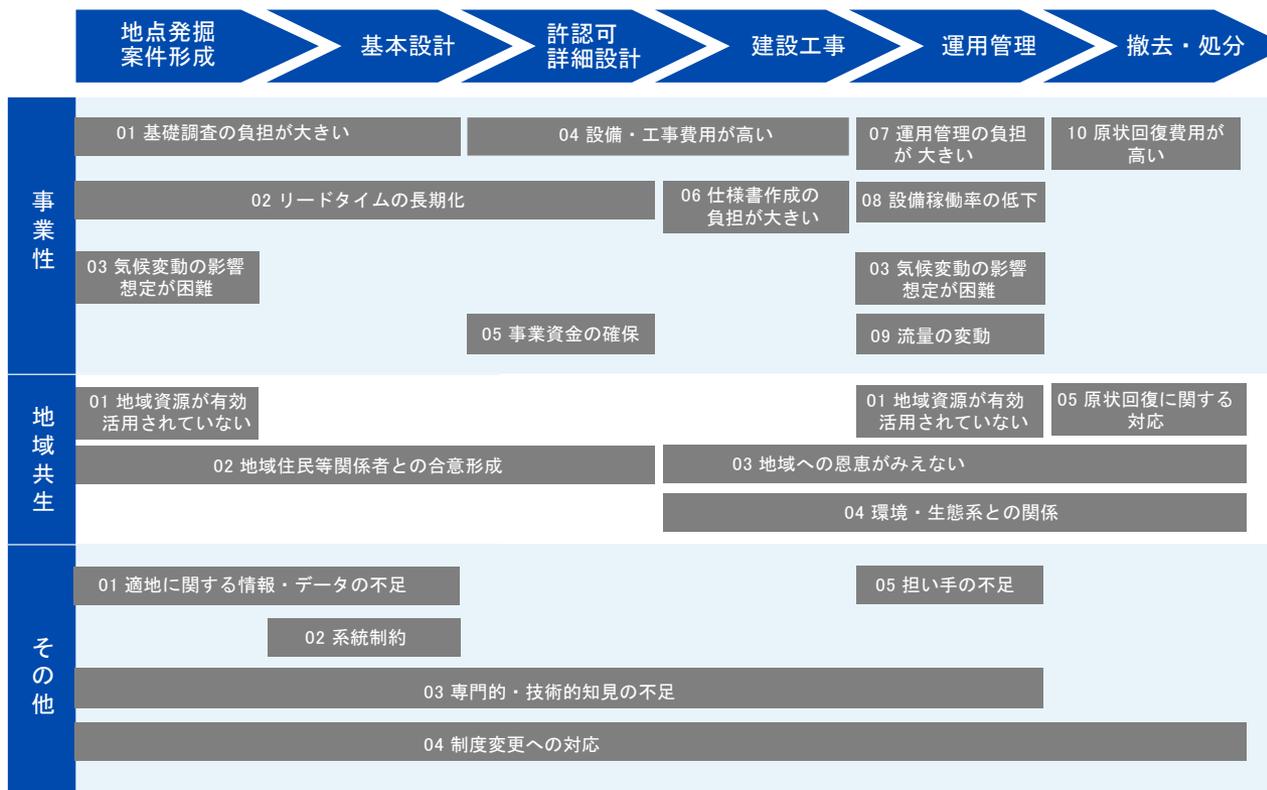


図3.1-1 中小水力発電事業において想定される課題の全体像

3. 1 調査事例の体系化

(2) 課題解決策の調査・整理

- 上記(1)で想定した各課題に対して、課題解決策として有用な事例や課題解決に役立つ情報・ツール等を調査し整理した。
- 整理した課題解決策を基に、「2. 1 事前ヒアリング調査の実施」において想定した課題の不足の有無や課題がその課題解決策の妥当性を確認した。表3.1-1～5に課題と課題解決策及び発生する事業フェーズを示す。

表3.1-1 課題と課題解決策及び発生する事業フェーズ(事業性①)

課題	課題解決策	事業フェーズ					
		地点発掘・ 案件形成	基本設計	詳細設計・ 許認可	建設工事	運用管理	撤去・処分
基礎調査の負担が大きい	国や自治体の補助金の活用	○	○				
	自治体調査の活用	○					
リードタイムの長期化	水利権を避ける候補地の選定	○					
	既存発電所の改修・再生	○					
	官民パートナーシップ		○	○			
	面的な開発		○	○			
	住民主体の発電事業体形成			○			
気候変動の影響想定が困難	自然災害発生リスクが高い地点の回避	○					
	周辺環境の遠隔監視					○	
設備・工事費用が高い	面的な開発(再掲)				○		
	既存インフラの活用				○		
	既存発電所の改修・再生				○		
	発電所のパッケージ化				○		
	補助金を活用した実証実験				○		

3.1 調査事例の体系化

表3.1-2 課題と課題解決策及び発生する事業フェーズ(事業性②)

課題	課題解決策	事業フェーズ					
		地点発掘・ 案件形成	基本設計	詳細設計・ 許認可	建設工事	運用管理	撤去・処分
設備・工事費用が高い	低コストな水車形式の採用				○		
	設備のリース				○		
	設備の最適化				○		
	土木工事のスリム化				○		
事業資金の確保	事業者や市民からの出資			○			
	銀行からの融資			○			
	国や自治体の補助金の活用(再掲)			○			
	再エネファンドの活用			○			
	信託方式の活用			○			
	クラウドファンディングの活用			○			
	地区からの借入			○			
運用管理の負担が大きい	メンテナンスが容易な設計・構造の採用					○	
	面的な開発(再掲)					○	
	保守運用のスマート化					○	
設備稼働率の低下	除塵の実施・自動除塵機の設置					○	
	保守運用のスマート化(再掲)					○	
	周辺環境の遠隔監視(再掲)					○	
流量の変動	取水可能量一定地点の開発					○	
	流量の安定的な供給					○	
原状回復費用が高い	他事業者による再稼働						○
	設備の観光・教育資源としての活用						○

3.1 調査事例の体系化

表3.1-3 課題と課題解決策及び発生する事業フェーズ(地域共生①)

課題	課題解決策	事業フェーズ					
		地点発掘・ 案件形成	基本設計	詳細設計・ 許認可	建設工事	運用管理	撤去・処分
地域資源が有効活用されていない	未活用ポテンシャルの活用	○					
	既存インフラの活用(再掲)	○					
	既存発電所の改修・再生(再掲)	○					
	既存施設の活用	○					
	環境価値の利用					○	
地域住民等関係者との合意形成	勉強会・見学会の開催	○	○				
	地元企業による出資・運営		○				
	住民主体の発電事業体形成		○				
	公共事業費・公共物改修費の捻出						
	自治体ニーズへの対応						
	官民パートナーシップ(再掲)			○			
	自治体条例に基づく事業認定(再掲)			○			
	自治体による事業者公募			○			
	温対法に基づく地域脱炭素化促進事業計画の認定			○			
地域への恩恵がみえない	雇用創出				○	○	
	観光・教育・町おこし資源として活用					○	
	地域防災への貢献					○	
	収益の一部を還元					○	
	地域施設への電力供給					○	
	公共事業費・公共物改修費の捻出(再掲)					○	
環境・生態系との関係	周辺環境への配慮				○	○	○
	環境に配慮した設計				○		

3.1 調査事例の体系化

表3.1-4 課題と課題解決策及び発生する事業フェーズ(地域共生②)

課題	課題解決策	事業フェーズ					
		案件形成 地点発掘・	基本設計	詳細設計 許認可・	建設工事	運用管理	撤去・処分
原状回復に関する対応	地権者や道路管理者等との契約時点での事前合意と契約内容への明文化						○
	道路陥没対策の実施						○

表3.1-5 課題と課題解決策及び発生する事業フェーズ(その他)

課題	課題解決策	事業フェーズ					
		案件形成 地点発掘・	基本設計	詳細設計 許認可・	建設工事	運用管理	撤去・処分
適地に関する情報・データの不足	公開データやツールの活用	○					
	自治体調査の活用(再掲)	○					
	公表流量データの活用		○				
系統制約	送配電事業者との協議		○				
制度変更への対応	需要家との直接契約			○			
専門的・技術的知見の不足	官民パートナーシップ(再掲)		○				
	標準仕様書の活用				○		
	水力発電専門家の活用	○	○	○	○	○	○
	勉強会・研修会への参加	○	○	○	○	○	
担い手の不足	地域企業による事業主体設立(再掲)					○	
	住民主体の発電事業体形成(再掲)					○	

3. 2 調査事例の分析・整理

- 国内及び海外における取組事例調査より、事例集に掲載する事例を国内14件、海外6件、計20件を選定し、各事例の特徴的な取組を分析した。また、3. 1で体系化した「課題」及び、事例から把握された「課題解決策」とに発電所の取組を整理した
- 整理した内容を表3.2-1～3に示す。

表3.2-1 調査事例の整理結果(事業性)

項目	No.	課題	事例から把握された課題解決策	発電所1	発電所2	発電所3	発電所4	発電所5
事業性	01	基礎調査の負担が大きい	自治体調査の活用	11 黒土川小水力発電所	12 松隈小水力発電所			
	02	リードタイムの長期化	水利権を避ける候補地の選定	14 上中野配水場マイクロ水力発電所				
			住民主体の発電事業体形成	11 黒土川小水力発電所				
			官民パートナーシップ	10 北杜西沢発電所・北杜川子石発電所・北杜蔵原発電所				
			面的な開発	10 北杜西沢発電所・北杜川子石発電所・北杜蔵原発電所				
			既存発電所の改修・再生	06 西栗倉発電所	08 小又川水力発電所			
	03	気候変動の影響想定が困難	周辺環境の遠隔監視	03 金沢ゆわく小水力発電所				
	04	設備・工事費用が高い	面的な開発	10 北杜西沢発電所・北杜川子石発電所・北杜蔵原発電所				
			既存インフラの活用	02 野底川小水力発電所	19 Malser Haide 水力発電所(イタリア)			
			既存発電所の改修・再生	08 小又川水力発電所				
			発電所のパッケージ化	12 松隈小水力発電所				
			補助を活用した実証試験	13 小鷹水力発電所				
			低コストな水車形式の採用	03 金沢ゆわく小水力発電所				
			設備のリース	18 Abernethy Trust 水力発電所(英国)				
			設備の最適化	15 Rasiglia Centrale 水力発電所(イタリア)	16 Hydroshaft Power Planet 水力発電所(ドイツ)	19 Malser Haide 水力発電所(イタリア)		
	05	事業資金の確保	再エネファンドの活用	01 泊野川水力発電所				
			市民出資	02 野底川小水力発電所				
			信託方式の活用	05 笹川小水力発電所				
			クラウドファンディングの活用	08 小又川水力発電所				
			自治体支援の活用	02 野底川小水力発電所	07 西栗倉第二発電所	11 黒土川小水力発電所		
地区からの借入			12 松隈小水力発電所					
07	運用管理の負担が大きい	メンテナンスが容易な設計・構造の採用	12 松隈小水力発電所	13 小鷹水力発電所	18 Abernethy Trust 水力発電所(英国)			
		面的な開発	10 北杜西沢発電所・北杜川子石発電所・北杜蔵原発電所					
		保守運用のスマート化	05 笹川小水力発電所	09 駒ヶ根高原水力発電所	17 Haukland Kraftverk 水力発電所(ノルウェー)			
08	設備稼働率の低下	保守運用のスマート化	05 笹川小水力発電所	09 駒ヶ根高原水力発電所				
		周辺環境の遠隔監視	03 金沢ゆわく小水力発電所					
09	流量の変動	取水可能量一定地点の開発	10 北杜西沢発電所・北杜川子石発電所・北杜蔵原発電所	12 松隈小水力発電所				
		流量の安定的な供給	14 上中野配水場マイクロ水力発電所					

3. 2 調査事例の分析・整理

表3.2-2 調査事例の整理結果(地域共生)

項目	No.	課題	事例から把握された課題解決策	発電所1	発電所2	発電所3	発電所4	発電所5
地域共生	01	地域資源が有効活用されていない	既存発電所の再生・改修	03 金沢ゆわく小水力発電所	06 西栗倉発電所	08 小又川水力発電所		
			既存施設の活用	14 上中野配水場マイクロ水力発電所				
			環境価値の利用	04 ぐんざん尾瀬片品発電所	07 西栗倉第二発電所			
	02	地域住民等関係者との合意形成	勉強会・見学会の開催	02 野底川小水力発電所	11 黒土川小水力発電所			
			官民パートナーシップ	10 北杜西沢発電所・北杜川子石発電所・北杜蔵原発電所				
			地元企業による出資・運営	05 笹川小水力発電所				
			住民主体の発電事業体形成	11 黒土川小水力発電所	12 松隈小水力発電所			
			公共事業費・公共物改修費の捻出	05 笹川小水力発電所				
			自治体条例に基づく事業認定	02 野底川小水力発電所				
			地元ニーズへの対応	03 金沢ゆわく小水力発電所				
	03	地域への恩恵がみえない	観光・教育・町おこし資源として活用	03 金沢ゆわく小水力発電所	04 ぐんざん尾瀬片品発電所	15 Rasiglia Centrale 水力発電所(イタリア)		
			地域防災への貢献	04 ぐんざん尾瀬片品発電所				
			収益の一部を還元	02 野底川小水力発電所	08 小又川水力発電所			
			地域施設への電力供給	06 西栗倉発電所	13 小鷹水力発電所			
			公共事業費・公共物改修費の捻出	05 笹川小水力発電所				
			雇用創出	05 笹川小水力発電所	06 西栗倉発電所	08 小又川水力発電所		
04	環境・生態系との関係	環境に配慮した設計	02 野底川小水力発電所	09 駒ヶ根高原水力発電所	16 Hydroshaft Power Planet 水力発電所(ドイツ)	19 Malser Haide 水力発電所(イタリア)	20 Prater 水力発電所(ドイツ)	

表3.2-3 調査事例の整理結果(その他・全般)

項目	No.	課題	事例から把握された課題解決策	発電所1	発電所2	発電所3	発電所4	発電所5
その他・全般	01	適地に関する情報・データの不足	自治体調査の活用	12 松隈小水力発電所				
	03	専門的・技術的知見の不足	官民パートナーシップ	10 北杜西沢発電所・北杜川子石発電所・北杜蔵原発電所				
			水力発電専門家の活用	02 野底川小水力発電所	11 黒土川小水力発電所	12 松隈小水力発電所	14 上中野配水場マイクロ水力発電所	
	05	担い手の不足	地域企業による事業主体設立	01 泊野川水力発電所				
住民主体の発電事業体形成			11 黒土川小水力発電所	12 松隈小水力発電所				

3.3 事例集の作成

(1) 事例集構成の検討

- 本事例集は、中小水力発電を事業化しようとする事業者が直面する課題にフォーカスし、その課題を乗り越えて運転開始・事業継続を実現している国内外の中小水力発電所の具体的な取組を紹介することで、参入障壁を取り除くことを狙いとした。
- 課題と課題解決策と発電所事例を紐づけ体系的に示すことで、目的の事例にたどり着きやすい構成とした。事例集の構成を表3.3-1に示す。

表3.3-1 事例集の構成

項目	記述内容	狙い
表紙・目次	-	-
はじめに	・事例集について ・事例集の使い方	事例集作成の目的、どのように使えるのかを説明し、手に取りやすくする
中小水力発電における課題の全体像	事業フローごとの課題を「事業性」・「地域共生」・「その他」に分けて図示	どこでどのような課題に直面する可能性があるのかを示し、予見性を高める
本事例集で紹介する課題解決策	課題・課題解決策・発電所を体系的に図示	課題・解決策・発電所の紐づけにより、参照したい事例にすぐにたどり着けるようにする
課題解決事例(国内14件)	国内事例の課題解決に資する特徴的な取組を紹介	タグで示された課題解決事例を紹介することにより、障壁を感じている新規参入者に対して様々な解決策があることを示す
課題解決事例(海外6件)	海外事例の課題解決に資する特徴的な取組を紹介	
奥付	-	-

3.3 事例集の作成

(2) 事例集の作成

- 事例集作成の流れを図3.3-1に示す。
- 各事例掲載案を作成し、国内事例について掲載案をもとに発電事業者等にヒアリング調査の実施やメール・電話による協議を行い、掲載許可を取得した。
- 海外事例の引用図については、可能な限り和訳を付した。
- 事例集のデザインは、手引きとの調和を考慮し、また、事例の特徴がわかりやすいようタグ付けを行った。
- 事例集の中でページ間のリンクを貼り、体系図から目的の事例にすぐに行けるように工夫した。

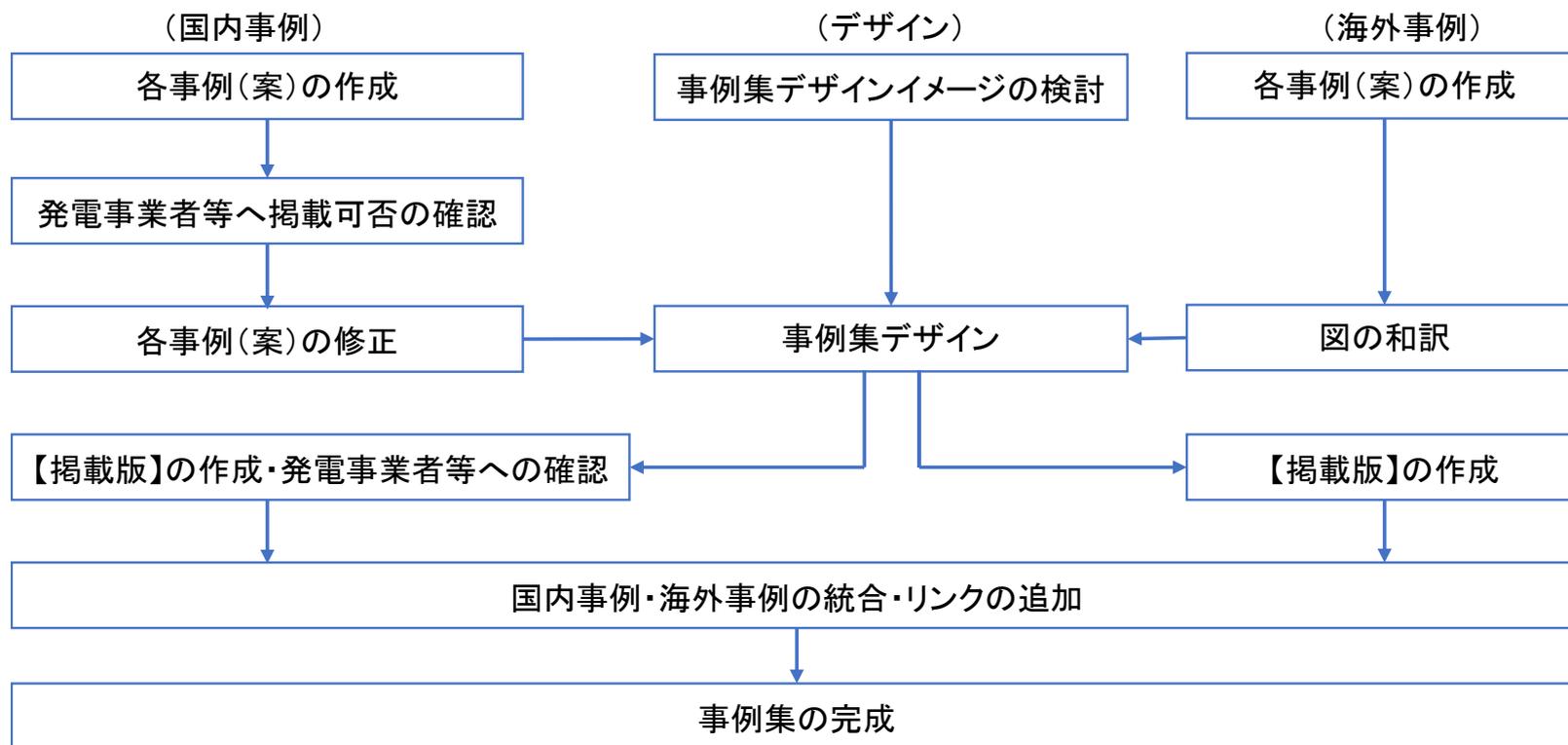


図3.3-1 事例集作成の流れ

3.3 事例集の作成



図3.3-2 事例集 表紙

2 本事例集で紹介する課題解決策

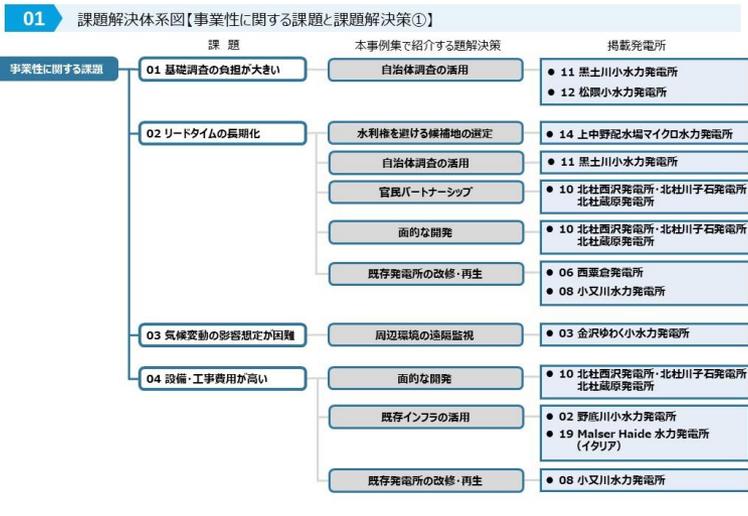


図3.3-3 事例体系図

No.02 【一般河川】野底川水力発電所②

課題: 事業性-05 事業資金の確保

解決策: 市民出資, 自治体支援の活用, 自治体条例に基づく事業認定, 収益の一部を還元

条例認定による事業の信頼性向上

- 自治体条例に基づく事業認定
- 飯田市では、地域主体が域内の自然資源を活用した発電事業を行い、売電収益で地域づくりを推進していく活動を支援する条例（地域環境権条例）を制定
- 審査を経て、飯田市との協働事業として認定されることで、長期的な事業の信用性を得ることができる
- 専門家により構成される飯田市の審査会から、安定的な事業運営に向けた助言や提案を受けることができる。無利子基金の利用も可（本事業では利用なし）

市民による発電事業への出資

- 市民出資
- おひさま自然エネルギー（株）が募集代行者となり、野底川水力発電所への支援を募る「野底川水力おひさまファンド」を実施
- 合計166名の出資が集まり、合計金額1億5,000万円の出資金を調達

自治体による事業支援

- 自治体支援の活用
- 長野県では、地域の自然エネルギー活用を普及・拡大を促進するため、地域金融などと連携して取り組む自然エネルギー事業への支援（自然エネルギー発電推進事業）を行っている
 - 流量調査や測量など導入可能性調査に対する補助金（約500万円）
 - 土木構造物や電気工作物の設計、図面作製などに対する補助金（700万円）
 - 建設工事などに対する補助金（1億2,000万円）
- 上記3つの事業支援は売電収益より無利子返済

17

図3.3-4 事例掲載イメージ(国内)

No.20 Prater 水力発電所、ドイツ

課題: 地域共生-04 環境・生態系との関係

解決策: 環境に配慮した設計

河川区域内での完全地下式発電施設

環境に配慮した設計

- 発電施設周辺の自然・河川環境への影響を低減するため、河川区域内の川底にすべての発電設備を設置した地下式発電施設
- 自然緑地および景観の保全に配慮した設計
- 魚道の設置による生態系の保全
- 川底の地下式発電所への機器の設置および初期投資額低減のため、Prater 水力発電所には風力発電の先端技術を応用

発電所内部 (広軌：水車、前方：油圧ユニット)

設置場所

取水堰

発電所

Prater 水力発電施設の設置図

4

図3.3-5 事例掲載イメージ(海外)

第4章 導入促進に向けた手引き等の作成

4.1 手引き作成の基本方針の検討

- 手引きの読み手は、中小水力発電事業への新規参入を検討している事業者とし、新規参入者が費用面や体制面など事業実施に向けた予見可能性やリテラシーを高めるためのものとして作成した。
- 手引きを読むことで中小水力発電事業の難しさを実際以上に感じないよう、掲載する情報量の適正化に努めることなど、作成にあたっての基本方針を検討した。
- 手引き作成の基本方針を図4.1-1に示す。

<内容>

- 新規参入が増えるよう、参入障壁を取り除き(掲載する情報量の適正化)、事業実施に向けた予見性を高める
- 他の手引き・事例集との差別化・分担
 - ✓ 既存ツールや情報源(他のガイドライン等)を最大限参照する
 - ✓ 先のステップで具体アクションにつながる情報源を示す
- 既存事業者が営業資料として活用したり、自治体が地域の住民等へ説明する際にも活用できる

<見た目への配慮>

- 手引きと事例集が一体的に活用でき、相互参照が可能な工夫をする
- 分かりやすく、読みやすい(情報量、文体・色彩・デザイン、イラストや図、写真の活用)

<使いやすさ>

- 手引き(PDF)文書内にリンクを作成し、閲覧者に対して、PDF文書から関連する情報へ素早くアクセスできるように工夫する
- 事例集の相互参照箇所が分かりやすく表示する

図4.1-1 手引き作成の基本方針

4. 2 手引きの構成の検討

- 「4. 1 手引き作成の基本方針の検討」に基づき、手引きの構成を検討した。
- 特に、基本方針の一つである「掲載する情報量の適正化」を図るため、手引き全体のボリュームは40頁程度とした。
- 構成は読み手の理解度に合わせて必要な箇所から読み進められるように、理解度に合わせた3章構成とした。手引きの構成を表4.2-1に示す。

表4.2-1 手引きの構成

項目	ページ数	記述内容	狙い
表紙・目次	2	-	-
はじめに	2	(1)手引きの狙い (2)手引きの構成と使い方	
【導入編】第1章 中小水力発電とは	7	(1)中小水力発電導入の意義とメリット、課題 (2)中小水力発電の基本構造 (3)発電出力の想定と水車の種類 (4)発電方式と設置可能な場所	・新規参入者のために中小水力発電事業の基本的な内容を解説 ・地域へのメリットや課題を整理することで、地域内での合意形成に活用
【理解編】第2章 中小水力発電事業の全体像	5	(1)事業の基本的な流れ (2)運転開始までの期間と費用の想定 (3)実施主体と関連事業者	・予見性を高める ・規模や設置場所よる違いを認識 ・新規参入者が自らの関与範囲を確認
【実践編】第3章 各フェーズにおける実施内容とポイント	26	(1)地点発掘・案件形成 ・ ・ (6)撤去・処分 ※フェーズごとに4スライドでまとめる	・先のステップで参照できる情報へのアプローチを示す(既存ツールや情報源などの役立つ情報を掲載)
参考図書一覧	1		・詳細情報は他の手引き等を参照することで、本手引きの情報量を抑える
裏表紙(奥付)	1	-	-

4.3 専門家会合の実施

- 手引きの作成にあたり、専門家等の意見を参考とするため、3回の専門家会合を開催することとした。
- 議論の場を効果的なものとするためメンバーは固定せず、担当課と協議の上、各回の議題に応じてメンバーを選定した。
- 専門家会合の開催概要を表4.3-1に、専門家会合の参加メンバーを表4.3-2に示す。

表4.3-1 専門家会合の開催概要

	開催時期	開催形式	協議内容
第1回	令和5年12月6日～12月14日	個別ヒアリング形式(オンライン)	・手引きの目的と狙い ・手引きの構成(案)
第2回	令和6年1月29日16:00～17:00	会合形式(オンライン)	・手引き(素案)について
第3回	令和6年2月16日～2月22日	メール形式	・手引き(案)について

表4.3-2 専門家会合の参加メンバー

区分	団体名	第1回	第2回	第3回
発電事業者	三峰川電力株式会社	○		
コンサルタント	NiX JAPAN株式会社	○	○	○
金融	株式会社 脱炭素化支援機構	○	○	○
自治体	山形県 環境エネルギー部 エネルギー政策推進課		○	○

4.3 専門家会合の実施

- 専門家会合で聴取した意見について、事例集や手引きへの反映を検討した。
- 専門家会合で聴取した意見を表4.3-3～6に示す。
- 反映できる意見は手引きや事例集に反映し、反映が難しい意見については「第5章」で整理した。

表4.3-3 専門家会合で聴取した意見(第1回専門家会合)

No.	項目	意見
1	全般	<ul style="list-style-type: none"> • 運開後時間が経過している発電所で既に公表された情報は知っている。未公表情報か、最近の事例を知りたい • FIP制度開始後、フェーズが変わってきており、変化後の課題を捉えることが重要
2		<ul style="list-style-type: none"> • 既存の手引きや事例集はページ数が多く、読み手にとってハードルが高い
3		<ul style="list-style-type: none"> • 立場(発電事業者、設備メーカー(国内/海外代理店))によって考え方が異なる
4	手引き	<ul style="list-style-type: none"> • FIT地域活用要件について、多くの事業者は地域共生に関する取組や程度が分からないためハードルになっている。その辺りの情報が掲載されると非常に有用である
5		<ul style="list-style-type: none"> • 案件を作りこむところまでのサポートが重要。多く相談に来る内容としては、「専門家の紹介」である
6		<ul style="list-style-type: none"> • 発電事業者(融資を受ける側)と金融機関の認識にズレがある • 発電事業者に資金調達の種類やその内容が理解できていない場合がある
7		<ul style="list-style-type: none"> • 融資の経験がない金融機関は分からないが故にネガティブに捉えがちである • 手引きが分かりやすく整理できれば、金融機関の理解が進むのではないか

4.3 専門家会合の実施

表4.3-4 専門家会合で聴取した意見(第2回専門家会合①)

項目	意見
第1章「01 中小水力発電導入の意義とメリット、課題」	<ul style="list-style-type: none"> 自治会やNPO法人等が地域主導で事業検討することも想定されるため、「地域にとっての課題や地域へのメリット」についての情報の掲載 手引き及び事例集を、発電事業者や自治体から地域住民への説明にも利用できるよう、水力発電により考えられる地域への影響(メリット、デメリット)を追加して欲しい
発電出力の想定と水車の種類	<ul style="list-style-type: none"> 用水路等を使用した「らせん水車」を地域主体で設置する事例があるため、第1章の水車の種類への「らせん水車」を追加して欲しい
事業の基本的な流れ	<ul style="list-style-type: none"> 資金調達は建設工事の前段階でも必要で、特に新規参入者は苦慮するポイントなので、その情報の記載が必要 「地元関係者との調整」は基本設計からとなっているが、開発事業者が現地に入った段階から地元とコミュニケーションを図って頂きたいため、基本設計の段階にも項目が含まれるように図を修正して欲しい
運転開始までにかかる費用と期間の想定	<ul style="list-style-type: none"> 農業用水路は基本ケースとして示している河川部(新設)よりも「建設工事」前まで安価にできる。期間と同じように幅を持たせて表記してはどうか 調査段階の費用を、自身で調達する必要があることの情報が必要 FS調査にかかるコストは、運開後の事業利益により回収可能なので、その説明をするとより親切。FS調査をどこで区切るか、その費用をどのフェーズで計上するかは非常に線引きが難しい
各フェーズで紹介する関連情報(案)	<ul style="list-style-type: none"> FIT/FIPの認定要件の「住民への事前説明」の義務化など、新しい要件の情報は重要 FITの地域活用要件の具体的な内容は事業者にとって非常に有用である 新規参入事業者が環境価値や地産地消について検討するきっかけとなるよう、各地域の地域新電力の情報が欲しい
官民パートナーシップ	<ul style="list-style-type: none"> 他自治体の支援策の一覧表があるとよい
中小水力発電事業における資金調達方法	<ul style="list-style-type: none"> 案の情報は細かくかつ理解が難しこと、調達方法が多いことで誤った認識を持つ可能性もあるので、もっと簡単な内容で十分 財務能力が乏しい事業者の資金調達は難しいため、信用力の高い別の事業者と連携するなどの対策を記述した方がよい 貸出期間が長くなるため、事業者の信用度に加えて事業性も審査することになるが、実際には信用力が大きな判断材料になっている

4.3 専門家会合の実施

表4.3-5 専門家会合で聴取した意見(第2回専門家会合②)

項目	ご意見
金融機関における事業性評価項目	<ul style="list-style-type: none"> 建設コストの情報は盛り込まれているが、計画段階での運転コストの適切な考慮と事業計画の重要性を示せると良い
その他(全体)	<ul style="list-style-type: none"> ポジティブ(きちんと設計してメンテナンスすれば、FIT調達期間後も継続して事業をでき、儲けのよい事業になりえる)、ネガティブ(きちんとやることは非常に大変で、一緒にやる人をきちんと選ばなければ失敗する)のメッセージが伝えられると良い

表4.3-6 専門家会合で聴取した意見(第3回専門家会合)

項目	ご意見
全体	<ul style="list-style-type: none"> 建設工事の実施内容の説明文では「中小水力発電事業ではEPC事業者が多くない」と書いてあるが、中小水力発電事業の主な関係者主体のスライドでは表中にEPC事業者が記載されている。内容に矛盾があるため修正したほうが良い
建設工事の事業フェーズにおける関連情報	<ul style="list-style-type: none"> 資金調達や収益性評価に関する情報が「建設工事」の事業フェーズで掲載されているが、実際に資金調達を検討する「許認可・詳細設計」の事業フェーズに移動させたほうが良い
資金調達の情報について	<ul style="list-style-type: none"> 金融機関への相談はなるべく早く実施するようにポイントに追記して欲しい 耐用年数と融資期間の年数の違いにより、当初の融資返済の負担は大きいですが、適切に運用し長期的に稼働できれば完済後は収益が上がってくるため、長期的に見ると魅力的な電源であることを伝えて欲しい
収益性評価	<ul style="list-style-type: none"> 融資判断の材料は、事業の収益性だけでなくリスク評価も重要である。そのため、タイトルに「リスク評価」を追加し、収益性評価のフローや説明文にリスクの影響を考慮したストレスケースを想定することを追加して欲しい

4.4 全国小水力利用推進協議会会員との意見交換会の開催

- 既に中小水力発電設備の導入に何らかの形で関わっている既存事業者は、優良事例や事業課題を把握しており、これらの事業者から効率的かつ幅広く情報を収集することができると考えた。
- そのため、既存事業者である全国小水力利用推進協議会の会員との意見交換会を企画・開催した。
- 意見交換会は、「課題の精緻化」、「理解の促進」、「普及啓発」を目的として実施した。意見交換会の目的の相関図を図4.4-1に示す。

<意見交換会の目的>

課題の精緻化

専門家会合やヒアリング調査だけよりも、より多くの、かつ現場に近い課題を把握することができる

理解の促進

意見交換会を通じて、参加者に気づきを与える

普及促進

参加者に事例集・手引きを配布することで、利用者の拡大、会員を通じた普及啓発を図る



図4.4-1 意見交換会の目的の関係図

4.4 全国小水力利用推進協議会会員との意見交換会の開催

- 全国小水力利用推進協議会の団体正会員（公開団体103、令和5年12月時点）に対し、メールにて意見交換会の案内を送付し、参加招集した。
- 意見交換会は、令和5年12月18日（月）に開催した。参加者は14団体16名であった。
- 意見交換会の開催概要と議事次第を表4.4-1に、意見交換会の様子を図4.4-2に示す。

表4.4-1 意見交換会の開催概要と議事次第

【開催概要】

日時：2023年12月18日（月）15:00～16:30

場所：(株)エックス都市研究所会議室（東京都豊島区高田2-17-22）

【議事次第】

1. 開会

2. 議事

(1) 業務の概要について

(2) 参加者自己紹介

<議題1> 中小水力発電事業実施における課題

(3) 調査事例の候補について

<議題2> 課題解決に資する取組の工夫や対策実施後運開に至った発電所について

(4) 事例集及び手引きについて

<議題3> 新たな参入事業者に広く活用してもらう事例集及び手引きの工夫

3. 閉会



図4.4-2 意見交換会の様子

4.4 全国小水力利用推進協議会会員との意見交換会の開催

- 意見交換会で聴取した意見・情報について、事例集や手引きへの反映を検討した。
- 聴取した意見・情報を表4.4-2～3に整理する。

表4.4-2 意見交換会で聴取した意見・情報①

議題	No.	ご意見
中小水力発電事業実施における課題課題	1	<ul style="list-style-type: none"> ・ 権利関係がネック、土地の現況と登記情報が合わないことも多い ・ 許認可申請が複雑で時間がかかる ・ 系統接続に時間と費用がかかる
	2	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水が流れない期間がある用水路における水量の確保
	3	<ul style="list-style-type: none"> ・ 資金繰り ・ 投資回収期間が長期間に及ぶことによる企業体力
	4	<ul style="list-style-type: none"> ・ 予期せぬトラブルの発生、トラブル発生時の人的コストの負担 ・ 自然起因のトラブルの増加(台風や土砂災害、落雷、豪雪等)とその予測やコストの見通し ・ 降雪などの自然天候による事業遂行障害 ・ 除塵の負担
	5	<ul style="list-style-type: none"> ・ 近年事業を取り巻く環境変化による負担増(出力抑制対策への追加コスト、住民説明会の義務化)
	6	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製造メーカーが限定されることでの価格高 ・ 資材費(鋼材)、人件費、運搬費の高騰 ・ 初期コストが増加しているにもかかわらず、調達価格等算定委員会は過去データに基づき調達価格を算定しているため実態に合わない
	7	<ul style="list-style-type: none"> ・ 時期や場所の設定、協力会社の手配など各種管理に労力がかかる ・ 施工業者との連携(意思疎通の不足による遅延発生) ・ コンソーシアム形成や地元企業の選定
	8	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海外製品の国内規格との不適合
	9	<ul style="list-style-type: none"> ・ FIT調達期間と発電所の耐用年数とのギャップ(最適な発電規模や売電価格の設定)
	10	<ul style="list-style-type: none"> ・ (行政担当者の)知識の偏りや思い込みにより協議の負担が変わる

4.4 全国小水力利用推進協議会会員との意見交換会の開催

表4.4-3 意見交換会で聴取した意見・情報②

議題	No.	意見
注目している技術	11	<ul style="list-style-type: none"> 信州大学で開発された新型クロスフロー水車
	12	<ul style="list-style-type: none"> 除塵機の重要性 事業者が除塵機の機能の理解が低く、設計段階でコストカットのために除塵機を取り付けないことが多い。長期的な運用を考えると手作業での除塵は現実的ではないため、除塵機の必要性を伝えて欲しい
調査事例候補となりうる発電所	13	<ul style="list-style-type: none"> 笹川水力発電所(除塵機を導入して今年度運開した設備であるため、積雪で立ち入れなくなる冬の期間の除塵作業の負担軽減に期待)
手引きについて	14	<ul style="list-style-type: none"> 新規参入者へ説明する際に、事業規模別の開発フローや人件費などを示すことができれば、多くの事業者にとって参考になると思われる
	15	<ul style="list-style-type: none"> 行政に知見がある訳ではないため手引書や事例集を通じて事業フローの理解が進めば、自治体の参画は活発になると思われる

4.5 手引きの作成

- 「4.1 手引きの狙いや構成の検討」を基に、本調査で調査・分析した内容や(一社)小水力開発支援協会の経験・知見、本調査(事前ヒアリング調査や専門家会合、意見交換会等)で得られた情報や意見を基に手引きを作成した。
- 手引きのデザインは、事例集との統一を図った。手引きの表紙と内容の一例を図4.5-1に、デザインの統一を図った事例集の表紙を図4.5-2に示す。



図4.5-2 事例集の表紙

図4.5-1 手引きの表紙と内容の一例

第5章 おわりに

第5章 おわりに

- 本業務を通して得た気づきや課題を以下に整理する。
- これらに対応することで、中小水力発電のより一層の導入促進につながるものと期待される。

(1) 手引きや事例集へ反映できなかった意見への対応

- ヒアリング調査や専門家会合で頂いた意見で手引きや事例集へ反映できなかったものがある(表5-1参照)。それらのうち、手引きや事例集に掲載が有益と思われる事項については対応することが望ましい。

表5-1 手引きや事例集に未反映の意見一覧

・多くの事業者は地域共生に関する取組や準備がどの程度必要なのかわからない状態であるため、FITの地域活用要件の具体的な認定内容の例示があると良い。
・新規参入事業者が環境価値や地産地消について検討するきっかけとなるよう、各地域の地域新電力の情報があると良い。
・他自治体の支援策の一覧表があると施策の検討に非常に役立つ。
・事例集には費用(施工費、維持費)、売電収入の定量的なデータがあると事業化検討の参考になる。

(2) 深堀することが望ましい調査

(国内事例調査)

- 地域事業としての体制やフレーム(売電収入を基にした社会インフラ維持管理、地域マイクログリッド等)のベストプラクティスの例示
- 資金調達方法の好事例の深堀調査

(海外事例調査)

- 新しいタイプの中小水力発電(Hidden Hydro等)の事例調査やデジタル化等の研究開発動向調査



株式会社 エックス都市研究所

EX Research Institute Ltd.

Environmental and Regional Planning, Research and Consulting