

平成 23 年度京都市小水力発電 導入可能性調査業務

報 告 書

平成24年3月

㊤ パシフィックコンサルタンツ株式会社

目 次

1 業務概要	1-1
1.1 業務の目的	1-1
1.2 業務の概要	1-1
1.2.1 業務名	1-1
1.2.2 業務場所	1-1
1.2.3 履行期間	1-1
1.2.4 業務概要	1-1
1.2.5 業務実施内容	1-3
2 検討地点の選定	2-1
2.1 調査地点選定の考え方	2-1
2.2 既存資料調査	2-1
2.3 現地踏査結果	2-2
2.3.1 現地概況	2-2
2.3.2 現地踏査結果	2-12
3 現地調査	3-1
3.1 現地調査方法	3-1
3.1.1 調査項目と考え方	3-1
3.1.2 調査方法・手順	3-1
3.2 調査結果	3-2
3.2.1 調査結果一覧表	3-2
3.2.2 関係機関ヒアリング調査	3-5
3.2.3 調査結果のまとめ	3-8
3.2.4 候補地点選定過程	3-8
4 概略設計及び事業採算性の検討	4-1
4.1 小水力発電の基礎	4-1
4.1.1 小水力発電の定義	4-1
4.1.2 発電出力の計算	4-1
4.1.3 発電設備	4-3
4.1.4 発電機器の選定方法	4-4
4.1.5 砂防施設を利用した小水力発電の方式	4-7
4.2 概略設計及び事業採算性の検討	4-9
4.2.1 概略設計項目	4-9
4.2.2 水車形式の選定	4-10
4.2.3 事業採算性の検討方針	4-11
4.2.4 地点 4:左京区静市市原砂防ダム	4-14
4.2.5 地点 9:左京区修学院音羽谷砂防ダム	4-27

4.2.6 地点 24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路.....	4-40
4.2.7 地点 29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路.....	4-52
4.2.8 地点 30:伏見区エコランド音羽の杜.....	4-65
4.3 考察.....	4-76
5 実施に向けた課題	5-1
5.1 事業主体.....	5-1
5.1.1 事業主体の検討	5-1
5.1.2 事業運営方法の検討	5-7
5.2 課題の整理	5-8
5.2.1 法的課題.....	5-9
5.2.2 社会的課題.....	5-15
5.2.3 技術的課題.....	5-15
5.2.4 資金的課題.....	5-16
5.3 規制緩和	5-22
5.3.1 水利使用手続き簡素化・円滑化	5-22
5.3.2 総合特区.....	5-24

1 業務概要

1.1 業務の目的

京都市では、低炭素社会の実現を目指し、平成22年10月に地球温暖化対策に特化した全国初の条例「京都市地球温暖化対策条例」（平成16年12月制定）を全部改正し、温室効果ガスを2020年度までに25%削減し、2030年度までに40%削減（いずれも1990年度比）するという高い削減目標を掲げるとともに、条例に基づき策定した「京都市地球温暖化対策計画」に掲げる各種の施策を平成23年4月から進めることとしている。

本業務は、既に取り組が進められている「太陽光」「バイディーゼル燃料」や市域の4分の3を占める森林等の資源を生かす「森林バイオマス」に加え、地域の未利用エネルギーの中で活用が期待される「小水力」についても市内における導入可能性を検討し、再生可能エネルギーの導入拡大を目指すものである。

1.2 業務の概要

1.2.1 業務名

平成23年度京都市小水力発電導入可能性調査業務

1.2.2 業務場所

京都市

1.2.3 履行期間

自) 平成23年10月4日

至) 平成24年3月30日

1.2.4 業務概要

(1) 検討地点の選定

平成22年度に実施した「緑の分権改革」推進事業の調査結果等を踏まえ、京都市内において、小水力発電の導入可能性が高いと想定される複数の地点を選定する。

(2) 現地調査及び概略設計

(1)において選定した地点について、現地調査（測量・流況概況調査）を実施する。また、小水力発電設備の設置の概略設計を行う。

(3) 導入可能性検討

(2)の調査及び概略設計をもとに事業費の概算を行い、発電設備設置に係る法的課題の整理、発電設備の設置方法、発電可能量や効果的な電力利用方法、持続可能な仕組みづくりなどを調査し、具体的な導入計画を検討する。さらに、その導入計画を経済性及び事業の有効性の観点から評価し、導入可能性を検討する。

1.2.5 業務実施内容

1) 検討地点の選定

平成22年度に実施した「緑の分権改革」推進事業の調査結果等を踏まえ、京都市内において、小水力発電の導入可能性が高いと想定される複数の地点を選定する。

(1)平成22年度「緑の分権改革」小水力発電事業化実証調査結果の精査

過年度成果では、7地点が小水力発電の導入可能性の高い地点として評価されているが、物理的性状や制度面、需要側情報から導入可能性を精査し、再整理を行う。

(2)ヒアリングの実施

関係部局（京都府京都土木事務所、京都市産業観光局農林振興課、上下水道局水道部管理課）へ事前ヒアリングを行う。

(3)現地踏査の実施

(1)及び(2)から現地踏査地点リストを作成し、追加検討箇所（砂防堰堤、農業用水路、琵琶湖疏水、トンネル湧水等）を中心に現地踏査を実施する。

(4)調査地点ごとの評価項目のデータ等整理

- ①発電地点における施設等の状況（土木設備に関する項目：物理的性状含む）
- ②「需要」と「供給」のマッチング（発電設備と利用：法令、水利権等の制度面含む）
- ③「地域還元」と「自立」の仕組みづくり（事業性・市民アピール性）

(5)上記(1)～(4)の結果により設置可能性を含めた総合的な導入可能性検討と地点選定

2) 現地調査及び概略設計

1)において選定した地点について、現地調査（測量・流況概況調査）を実施する。また、小水力発電設備の設置の概略設計を行う。

(1)現地調査（測量、流況概況調査、地域の状況・ニーズ調査）

1)で選定した地点に対し現地調査を実施する。

現地調査は、流路・水路形状、年間の流量変化、機器設置用地状況、施工性・保守性、送電方法、電力用途、需要変動など様々な特性を調査するものとする。

(2)概略設計

概略設計の具体的な設計対象項目は次のとおりである。

- ・ 取水方式
- ・ 水圧管路
- ・ 発電所基礎・建屋
- ・ 沈砂池、導水路、除塵設備等
- ・ 水車形式
- ・ 発電機制御・保護装置
- ・ 監視方式・監視項目

また、物理的性状のほか、制度面（手続きや関係法令上の留意点等）についても調査する。

3) 導入可能性検討

2)の調査及び概略設計をもとに事業費の概算を行い、発電設備設置に係る法的課題の整理、発電設備の設置方法、発電可能量や効果的な電力利用方法、持続可能な仕組みづくりなどを調査し、具体的な導入計画を検討する。さらに、その導入計画を経済性及び事業の有効性の観点から評価し、導入可能性を検討する。

採算性が確保できる事業スキーム

小水力発電を設置するための初期投資額と設置後の毎年の維持管理費を見極め、需要設備で削減できる電力料金相当金額・売電価格および資金調達方法、借入資金返済等毎年の出費を精査し、採算性を考慮した事業スキームを検討する。

2 検討地点の選定

2.1 調査地点選定の考え方

調査地点を選定する手順と考え方は次のとおりである。

手順 No	項目	内容	考え方・判断基準
1	既存資料調査	既存の資料を入手・調査し、小水力発電の可能性のある地点を見つけ出す	小水力発電が可能な規模の落差や流量がありそうか調査する。 落差がない、あるいは極めて小さいと資料上で判断できる地点は除外する。
2	現地踏査	既存資料調査で可能性が否定されなかった地点について、実際に現地踏査を行う。	現場(落差)の確認と現地へのアクセスを調査する。
3	調査地点選定	現地踏査の結果から、落差・流量の計測や設備の設置可能性・周辺状況調査の対象となりうるかを調べる。	小水力発電が可能な規模の落差や流量があるか、現場へのアクセスが可能か、で判断する。

2.2 既存資料調査

次の資料を調査し、現地踏査地点を選び、調査地点選定の絞込みを行った。

[基礎資料]

- ・ 小水力発電事業化実証調査（京都市「緑の分権改革」推進事業クリーンエネルギー活用可能量等調査）平成 23 年 3 月
- ・ 同上 参考資料 小水力現地調査結果 平成 23 年 3 月
同調査で実施した調査地点の一覧表を次頁に示す。

[補完資料]

- ・ 京都府京都土木事務所「砂防設備台帳」
- ・ 上下水道局水道部提供資料
- ・ 平成 23 年度越畑水路トンネル工事設計図
- ・ 京都市東部山間埋立処分地（エコランド音羽の杜）土木造成工事図

これらの資料の調査から、現地踏査を実施する地点として、小水力発電事業化実証調査で調査した地点のうち落差が認められる地点 1～20(自然河川および落差工、砂防ダム)と地点 24(農業用水路)、琵琶湖疏水、エコランド音羽の杜を選んだ。

現地踏査の対象外とした地点とその理由は次のとおりである。

- ・ 地点 21 は、鴨川本流で設備設置の可能性が低いため。
- ・ 地点 22 は、H22 年度調査から発電設備用地がないことが明らかなため。
- ・ 地点 23 は、H22 年度調査から流水が極めて少ないことが明らかなため。
- ・ 地点 25、26 は、H22 年度調査から落差が小さいことが明らかなため。
- ・ 地点 27、28 は、H22 年度調査から流水が極めて少ないことが明らかなため。

[資料]

『小水力発電事業化実証調査(京都市「緑の分権改革」推進事業クリーンエネルギー活用可能エネルギー等調査)』における調査地点一覧表

■調査地点の概要

地点番号	河川名	位置	地点数	管理	概要	日本測地系座標(60進法)		
						緯度	経度	
地点1	桂川	左京区	広河原杓子屋	1箇所		35° 14' 14.0"	135° 46' 14.1"	
地点2	能美川		広河原能見町	1箇所	京都府	35° 15' 36.2"	135° 46' 50.8"	
地点3	桂川		花脊大布施町	1箇所		35° 12' 9.03"	135° 46' 24.8"	
地点4	鴨川(加茂川)		静海市原町	1箇所	京都府	落差約3m、流量豊富	35° 05' 8.70"	135° 44' 38.4"
地点5	飛弾ノ池付近		岩倉長谷町	1箇所		35° 04' 56.0"	135° 47' 51.1"	
地点6	高野川		八瀬秋元町	1箇所	京都府		35° 04' 15.0"	135° 49' 7.96"
地点7			八瀬花尻町	1箇所	京都府		35° 05' 46.2"	135° 49' 34.8"
地点8			大原勝林院町	1箇所	京都府	落差やや低め、2段あり、流量豊富	35° 07' 27.1"	135° 50' 6.68"
地点9	音羽川			修学院音羽谷	数箇所	京都府	落差約10m、流量あり、河原広い、周辺施設が遠い?	35° 02' 56.4"
地点10	清滝川	右京区	嵯峨清滝一華表町	1箇所		35° 02' 20.8"	135° 39' 42.2"	
地点11			梅ヶ畑高雄町	1箇所		35° 02' 57.9"	135° 40' 28.5"	
地点12	谷山川		梅ヶ畑谷山町	1箇所		35° 03' 15.6"	135° 40' 27.3"	
地点13	福ヶ谷川		梅ヶ畑川東町	1箇所		35° 03' 15.9"	135° 40' 56.6"	
地点14-1	滝川	北区	中川北山町	1箇所		35° 05' 17.6"	135° 41' 23.5"	
地点14-2			中川北山町	1箇所	京都府	落差やや低め、流量豊富	35° 05' 21.7"	135° 41' 32.6"
地点15	中津川		市ノ瀬	1箇所		35° 06' 22.1"	135° 43' 37.5"	
地点16			雲ヶ畑中津川町	1箇所	京都府	落差やや低め、川幅狭い、流量豊富	35° 06' 59.0"	135° 43' 52.1"
地点17	祖父谷川		雲ヶ畑出谷町	1箇所	京都府	落差やや低め、2段あり、流量豊富	35° 06' 38.5"	135° 43' 03.59"
地点18	桂川		右京区	宮	1箇所		35° 12' 10.7"	135° 43' 15.5"
地点19	露谷川	黒田		1箇所	京都府	落差約5m、流量少ない、周辺施設が遠い?	35° 11' 28.4"	135° 42' 41.7"
地点20	清滝川	北区	大森東町	数箇所	京都府	35° 08' 36.0"	135° 42' 11.2"	
地点21	鴨川(加茂川)	北区	柵野	1箇所	京都府	35° 04' 18.20899"	135° 44' 40.83238"	
地点22	桧谷川	北区	下流側	1箇所	京都府	35° 04' 38.35296"	135° 44' 23.16940"	
地点23	北谷川	左京区		1箇所	京都府	35° 07' 01.77846"	135° 50' 09.34107"	
地点24	三俣川支流	右京区	嵯峨越畑	1箇所	京都市	落差約30m、水量の季節変動あり	35° 05' 10.47269"	135° 37' 03.75394"
地点25	桂川支流	西京区	松室中溝町	1箇所	京都市	落差なし、流量豊富	34° 59' 37.79582"	135° 41' 42.45951"
地点26	桂川支流	西京区	松室吾田神町	1箇所	京都市	落差なし、サイフォンによる吹き上げ	34° 59' 35.31163"	135° 41' 47.55690"
地点27-1	稚児川	山科区	北花山寺内町	1箇所	京都市	落差小、流量小	34° 59' 04.83604"	135° 47' 55.29807"
地点27-2	稚児川	山科区	北花山寺内町	1箇所	京都市	階段状、流量小	34° 59' 03.75985"	135° 47' 56.72325"
地点27-3	稚児川	山科区	北花山寺内町	1箇所	京都市	落差小、流量小	34° 59' 03.63276"	135° 48' 00.57266"
地点27-4	稚児川	山科区	北花山寺内町	1箇所	京都市	落差小、流量小	34° 59' 04.01165"	135° 48' 04.29912"
地点28	梓川(京北浄化センター)	右京区	京北周山町大山	1箇所	京都市		35° 08' 14.72979"	135° 38' 23.74435"

2.3 現地踏査結果

2.3.1 現地概況

現地踏査時の現地状況写真を示す。

現地状況写真	地点名・コメント
	地点 1 左京区広河原杓子屋 平成 23 年 11 月 15 日 落差は小さいが、流量があり、アクセスも容易で調査対象とする。
	地点 2-1 左京区広河原能美町 平成 23 年 11 月 15 日 落差がなく、小水力発電実現の可能性はない。 調査対象外とする。
	地点 2-2 左京区広河原能美町 平成 23 年 11 月 15 日 落差は小さいが、流量があり、アクセスも容易で調査対象とする。



地点 3

左京区花脊大布施町
平成 23 年 11 月 15 日

落差がなく、小水力発電実現の可能性は極めて低い。
調査対象外とする。



地点 4

左京区静市市原町
平成 23 年 11 月 15 日

流量は少ないが、落差は大きく、調査対象とする。
(既存調査では流量も豊富であった)



地点 5

左京区岩倉長谷町
平成 23 年 11 月 24 日

流量は少ないが、落差は中程度あり、アクセスも容易で調査対象とする。



地点 6
左京区八瀬秋元町
平成 23 年 11 月 24 日

水がなく、小水力発電実現の可能性はない。
調査対象外とする。



地点 7
左京区八瀬花尻町
平成 23 年 11 月 24 日

落差がなく、小水力発電実現の可能性は極めて低い。
調査対象外とする。



地点 8
左京区大原勝林院町
平成 23 年 11 月 24 日

流量は豊富で、落差も中程度あり、アクセスも容易で調査対象とする。



地点 9

左京区修学院音羽谷
平成 23 年 11 月 24 日

流量、落差とも十分大きく、アクセスも容易なため、調査対象とする。



地点 10

右京区嵯峨清滝一華表町
平成 23 年 11 月 25 日

流量はあるが、落差が小さく、アクセスも難しい上、観光地で景観的にも課題があり調査対象外とする。



地点 11

右京区梅ヶ畑高雄町
平成 23 年 11 月 25 日

流量、落差とも大きいですが、関西電力の取水堰で、小水力発電の設置は困難なことから、調査対象から除外する。



地点 12
右京区梅ヶ畑谷山町
平成 23 年 11 月 25 日

落差は小さいが、流量があり、アクセスも容易で調査対象とする。



地点 14-1
北区中川北山町
平成 23 年 11 月 24 日

流量は豊富で、落差も中程度あり、アクセスも可能で調査対象とする。



地点 14-2
北区中川北山町
平成 23 年 11 月 24 日

落差は小さいが、流量は豊富で、アクセスも容易で調査対象とする。



地点 15
北区雲ヶ畑中津川町
平成 23 年 11 月 15 日

落差は小さいが、流量があり、アクセスも容易で調査対象とする。



地点 16
北区雲ヶ畑中津川町
平成 23 年 11 月 24 日

流量は豊富で、落差も大きく、調査対象とする。



地点 17
北区雲ヶ畑出谷町
平成 23 年 11 月 15 日

落差は小さいが、流量があり、アクセスも可能で調査対象とする。



地点 18
右京区京北宮
平成 23 年 11 月 15 日

落差は小さいが、流量があり、アクセスも容易で調査対象とする。



地点 19
右京区京北黒田
平成 23 年 11 月 15 日

水がなく、小水力発電実現の可能性はない。
調査対象外とする。



地点 20
北区大森東町
平成 23 年 11 月 24 日

落差は小さいが、流量があり、アクセスも容易で調査対象とする。



地点 24-1

右京区嵯峨越畑その1

平成 23 年 11 月 25 日

農業用水路(停水中)

落差は大きく、実績の流量が大きい、設備搬入が困難で調査対象外とする。



地点 24-2

右京区嵯峨越畑その2

平成 23 年 11 月 25 日

農業用水路(末端)

現状、水路はないが、用水路末端から配管を導くことで小水力発電は可能。用地も十分あり、アクセスも良好であることから、調査対象とする。



地点 29-1

琵琶湖疏水洗堰

平成 24 年 2 月 15 日

流量は大きい、設備設置に適した場所がなく、調査対象外とする。

	地点 29-1 琵琶湖疏水インクライン横 平成 24 年 2 月 15 日 管理された疏水放水路で、落差は小さいが流量が中程度以上あり、調査対象とする。
	地点 29-2 琵琶湖疏水永観堂 平成 23 年 11 月 4 日 流量、落差ともあり、調査対象とする。
	地点 30 エコランド音羽の杜 平成 24 年 2 月 24 日 流量は少ないが、落差が大きく、調査対象とする。

2.3.2 現地踏査結果

現地踏査の結果から、調査対象地点を次のとおり選定する。

No.	河川名	位置		施設種別
地点 1	桂川	左京区	広河原杓子屋	取水堰
地点 2-2	能美川	左京区	広河原能見町	取水堰
地点 4	鴨川(加茂川)	左京区	静市市原町	砂防ダム
地点 5	飛弾ノ池付近	左京区	岩倉長谷町	落差工
地点 8	高野川	左京区	大原勝林院町	取水堰
地点 9	音羽川	左京区	修学院音羽谷	砂防ダム
地点 11	清滝川	右京区	梅ヶ畑高雄町	取水堰
地点 12	谷山川	右京区	梅ヶ畑谷山町	取水堰
地点 14-1	滝川	北区	中川北山町	落差工
地点 14-2	滝川	北区	中川北山町	落差工
地点 15	中津川	北区	市ノ瀬	落差工
地点 16	中津川	北区	雲ヶ畑中津川町	砂防ダム
地点 17	祖父谷川	北区	雲ヶ畑出谷町	砂防ダム
地点 18	桂川	右京区	宮	取水堰
地点 20	清滝川	北区	大森東町	取水堰
地点 24-2	三俣川支流	右京区	嵯峨越畑	農業用水路
地点 29-1	琵琶湖疏水ｲﾝｸﾗｲﾝ横	左京区	南禅寺草川町	疏水放水路
地点 29-2	琵琶湖疏水永観堂横	左京区	永観堂町	疏水放水路
地点 30	エコランド音羽の杜	伏見区	醍醐陀羅谷町	埋立用ダム

【補足】

地点 6、19 は、流水がないため調査対象外とした。

地点 7 は、落差がないため、調査対象外とした。

地点 13 は、アクセス道路が工事中で接近できず、調査対象外とした。

3 現地調査

3.1 現地調査方法

3.1.1 調査項目と考え方

本調査では、「2.3.2 現地踏査結果」において選定した地点について、「発電出力」「設置用地」「施工性」「アクセス」「需要」「アピール性」の6項目を評価した。

H22 年度緑の分権改革の調査では、評価項目として「流量」「落差」「採水用淵」「施設余地」の4項目を挙げており、発電の可能性や水及び用地の確保について評価していた。

本年度調査の評価項目は「施工性」「アクセス」という実際の工事や保守管理についての評価と、「需要」「アピール性」という活用方法の評価が必要と考え、平成22年度評価に加えて、工事・保守管理や需要・アピール性、すなわち、実現できるか、運用できるか、役に立つか、という評価を加えて小水力発電候補地点を絞り込むこととした。

3.1.2 調査方法・手順

調査は次の方法、手順により実施した。

1) 現地状況調査

各調査地点の河川、用水路等の流況、施設状況、周辺地形、発電設備設置用地、道路等アクセス性、現場付近の電力線、周辺地域の電力需要施設、支障・障害物の有無等を現地にて調査した。

2) 流量・落差の調査

各調査地点の流量と落差を、図面・資料および現地計測により調査した。

3) 簡易測量

必要な箇所については、現場の地形を簡易測量し平面図・縦断図を作成した。

4) 発電可能性調査

調査地点における取水位置、配管ルート、水車・発電機位置、アクセスルート、工事用地等を仮定し、発電の可能性を検討した。

3.2 調査結果

3.2.1 調査結果一覧表

現地調査した結果を次頁の一覧表に示す。

また各地点の調査個表を巻末の添付資料に添付する。

なお一覧表では、現地踏査で除外した地点も調べた範囲で参考として記載した。

調査項目の内容は以下のとおり。

【施設種別】取水堰、砂防ダム、落差工、可動堰、農業用水路、放水路など

【管理者】河川、砂防ダム、用水路等の管理者。国、京都府、京都市、民間のいずれか

【地形・利用形態の特徴】落差のある施設の周囲の地形や、取水利用している場合の利用形態

【流水の状態】水の流下状況

【周辺の状況】周辺の土地利用や建物、電力配電線の状況

【周辺の需要施設・利用可能性】周辺の電力需要施設の状況。公共施設や建物等

【利用流量】利用可能と想定される流量。現地調査で計測した流量以内で想定

【有効落差】現地で測定した落差から取水や機器に必要な寸法を差引いた落差を想定

【想定発電電力】利用流量と有効落差から発電出力の想定値を算出

【評価の配点】

- ・ 発電出力：小水力発電として一番重要な評価項目であり、5点満点で評価
10kW以上を5、10kW未満～5kW以上を4、5kW未満～2kW以上を3、
2kW未満～1kW以上を2、1kW未満を1とした。
- ・ 設置用地：適地有を3、用地造成可能を2、用地確保不可を1とした。
- ・ 施工性：施工性が良い場合を3、施工可能な場合を2、施工困難あるいは不可を1とした。
- ・ アクセス：良好な場合を3、整備可能な場合を2、整備困難あるいは不可を1とした。
- ・ 需要：適した需要が多い場合を3、需要がある場合を2、需要がない場合を1とした。
- ・ アピール性：高い場合を3、普通程度の場合を2、劣る場合を1とした。

候補地点の調査・評価結果一覧表

No.	河川名	位置		施設種別	管理者	地形・利用形態の特徴	流水の状況	周辺の状況	周辺の需要施設・ 利用可能性	利用 流量 (m3/s)	有効 落差 (m)	想定 発電出力 (kW)	発電電力定額の補足	発電 出力	設置 用地	施工 性	アクセ ス	需要	アビ ル性	合計	総合評価 (◎:優先度高、○:整備可能、△:優先度低、×:整備不可)
地点1	桂川	左京区	広河原杓子堰	取水堰		山間の小河川の取水堰	水通し2箇所から流下	山林、農地、 住宅約10軒 電力配電線あり	道路照明灯、周辺の住 宅	0.7872	0.85	3.93	全流量を発電に利用で きた場合	3	1	1	2	1	2	10	△
地点2	能美川	左京区	広河原能見町	取水堰	京都府	山間の小河川の取水堰	水通し2箇所から流下	山林、農地、 別荘約数軒 電力配電線あり	道路照明灯	0.1667	2.70	2.65	全流量を発電に利用で きた場合	3	2	1	2	1	1	10	△
地点4	鴨川(加茂川)	左京区	静海市原町	砂防ダム	京都府	中規模の砂防ダム	水通しからの流下はな く水抜きからの流下 のみ	山林、 道路(人家無し) 電力配電線あり	道路照明灯 売電	0.3330	8.30	16.25	H22年度計測の流量を 全量利用した場合	5	1	2	1	3	2	14	○
地点5	飛弾ノ池付近	左京区	岩倉長谷町	落差工		山林内の小河川 農業用水利用あり	落差工の右岸から流下	山林、農地、道路 電力配電線あり	道路照明灯 農業施設	0.0189	3.90	0.43	全流量を発電に利用で きた場合	1	1	1	2	2	2	9	△
地点8	高野川	左京区	大原勝林院町	取水堰	京都府	中規模の取水堰	堰の全面を幅広く流下	住宅、地域団体 電力配電線あり	道路照明灯・防犯灯 農業用施設 地域団体事務局	0.6056	3.10	11.04	全流量を発電に利用で きた場合	5	1	1	1	2	1	11	△
地点9	音羽川	左京区	修学院音羽谷	砂防ダム	京都府	大規模な砂防ダム 遊歩道として整備済	上部2ヶ所の水抜きか ら流下 砂防ダム下流で用水利 用あり	公園(音羽川砂防 学習ゾーンとして整 備) 電力配電線あり	歩道照明灯、防犯灯 環境学習施設 売電	0.0682	18.00	7.22	全流量を発電に利用で きた場合	4	3	3	3	2	3	18	◎
地点11	清滝川	右京区	梅ヶ畑高雄町	可動堰	関電?	関西電力取水施設	取水堰から越流した分 が幅広く流下	山林(観光地が近い) 電力配電線あり	道路照明灯、観光用照 明等への利用	0.0140	5.50	0.45	H22年度計測の流量を 全量利用した場合	1	1	1	2	2	2	9	△
地点12	谷山川	右京区	梅ヶ畑谷山町	取水堰		山林内の小河川 農業用水利用なし	水通し1箇所から流下	山林 電力配電線無し	需要無し	0.1164	1.10	0.75	全流量を発電に利用で きた場合	1	2	1	2	1	1	8	△
地点14-1	滝川	北区	中川北山町	落差工		幅の広い川の落差工	堤の左岸側半分を幅広く 流下	山林、 住宅、木材加工工場 電力配電線あり	道路照明灯 木材加工場	1.4996	1.10	9.70	全流量を発電に利用で きた場合	4	1	1	1	2	1	10	△
地点14-2	滝川	北区	中川北山町	落差工	京都府	幅の広い川の落差工	堰の全面を幅広く流下	山林、 住宅、木材加工工場 電力配電線あり	道路照明灯 木材加工場	1.0100	5.50	32.66	全流量を発電に利用で きた場合	5	1	1	1	2	1	11	△
地点15	中津川	北区	市ノ瀬	落差工		中規模の落差工	落差工のほぼ全面を流下	山林 電力配電線あり	道路照明灯 売電	0.4276	1.27	3.19	全流量を発電に利用で きた場合	3	1	2	2	1	1	10	△
地点16	中津川	北区	雲ヶ畑中津川町	砂防ダム	京都府	中規模の砂防ダム	堰堤水通し全面を流下	山林 電力配電線無し	需要無し	0.1353	7.30	5.81	全流量を発電に利用で きた場合	4	1	1	1	1	1	9	△
地点17	祖父谷川	北区	雲ヶ畑出谷町	砂防ダム	京都府	中規模の砂防ダム 農業用水路有	堰堤水通し全面を流下	山林、住宅約20軒 電力配電線あり	道路照明灯	0.1391	2.25	1.84	全流量を発電に利用で きた場合	2	1	1	1	1	1	7	△
地点18	桂川	右京区	京北宮町	取水堰		幅の広い川の取水堰	水通し2箇所から流下	山林、住宅約30軒 公民館、郵便局 電力配電線あり	道路照明灯 公民館での利用	0.3167	2.15	4.00	全流量を発電に利用で きた場合	3	1	2	2	2	1	11	△
地点20	清滝川	北区	大森東町	取水堰	京都府	小規模な取水堰	水通し1箇所から流下	キャンプ場、 宿泊施設 電力配電線あり	キャンプ場での利用 道路照明灯	0.1393	2.55	2.09	全流量を発電に利用で きた場合	3	1	2	2	1	2	11	△
地点24-1	三俣川支流	右京区	嵯峨越畑	農業用水路	京都市	農業用水路	工事停水中	山林内	道路照明・防犯灯・情報 板 公民館等公共施設	0.0400	30.00	7.06	取水道の流量の1/4相 当を利用できると想定	4	2	1	1	2	1	11	△
地点24-2	三俣川支流	右京区	嵯峨越畑	農業用水路	京都市	農業用水路	工事停水中	農地、 住宅約20軒 電力配電線あり	道路照明・防犯灯・情報 板 公民館等公共施設	0.0200	16.00	1.88	取水道の流量の1/8相 当を利用できると想定	2	3	3	3	2	3	16	◎
地点29-1	琵琶湖疏水	左京区	南禅寺草川町	疏水放水路	京都市	インクライン横の放水 路	越流分流下	寺院、観光施設	道路照明・防犯灯・情報 板 観光施設	0.3500	10.00	18.87	越流分全流量を発電に 利用できた場合	5	2	2	3	2	3	17	◎
地点29-2	琵琶湖疏水	左京区	永観堂町	疏水放水路	京都市	永観堂・東山学園横の 放水路	越流分流下	寺院、観光施設、 学校	道路照明・防犯灯・情報 板 学校、観光施設	0.0900	14.00	6.79	越流分全流量を発電に 利用できた場合	3	1	2	3	2	3	14	○
地点30	エコランド音羽の杜 (山科音羽川)	伏見区	醍醐陀羅谷町	埋立用ダム	京都市	エコランド音羽の杜 焼却灰溶融施設からの 水路	放流水流下	山地に囲まれた 廃棄物処分場	エコランド音羽の杜 (自家消費)	0.0200	25.00	2.70	全流量を発電に利用で きた場合	2	3	3	3	2	3	16	◎

注)発電出力は、10kW以上を5、5kW以上を4、2kW以上を3、1kW以上を2、それ以下を1と評価

[補足] 流量について

○流況（流況曲線）

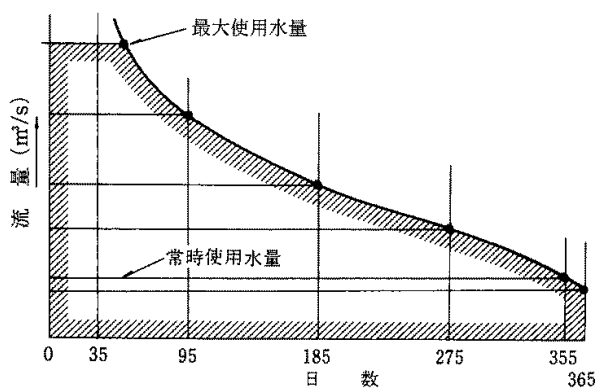
水力発電の計画策定の際、取水可能な水の量をどのように設定するかが重要である。河川から取水する場合、その河川の年間流量を把握する必要がある、1日当りの流量が多い日数から順に並べて図化したグラフで特性を示す方法を用いる。このグラフを流況曲線という。

流況曲線は、日流量の一年間の観測値を大きい順に整理し、縦軸に流量、横軸に日数を取り、左端に最大流量、右端に最小流量をおき、日流量の大きい順に座標上表示したもので、曲線上の日数に相当した流量が、年間を通してその日数はこの流量を下らないことを示す。

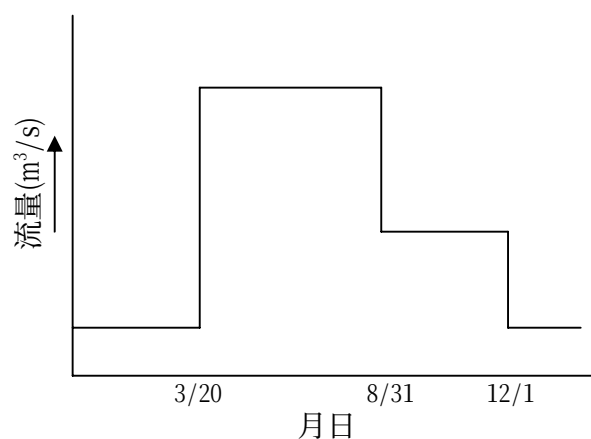
流況曲線では、次の主要な流量を把握することができる。

- ・ 年平均流量
- ・ 最大流量（一年間を通じて最大の流量）
- ・ 豊水流量（一年間を通じて 95 日はこれを下らない流量）
- ・ 平水流量（一年を通じて 185 日はこれを下らない流量）
- ・ 低水流量（一年を通じて 275 日はこれを下らない流量）
- ・ 渇水流量（一年を通じて 355 日はこれを下らない流量）
- ・ 最小流量（一年間を通じて最小の流量）

この流況をもとにすることで、水力発電で使用する水量および年間発電電力量の精度の高い推計が可能となる。



流況曲線の例



用水路計画水量の例

○用水路計画水量

用水路のうち農業用水路では、かんがい期と非かんがい期で取水する計画流量が異なるのが通常である（一般に、かんがい期の方が非かんがい期より多く取水する）。

この計画水量の変化を把握することで、農業用水を使って発電する場合の発電出力の変化を計画できる。

3.2.2 関係機関ヒアリング調査

小水力発電に関わる内容を関係機関にヒアリングを実施した。
得られた情報は次のとおりである。

1) 京都府京都土木事務所

京都府管轄の砂防ダム・砂防堰堤についてヒアリングを実施した。

実施日：平成 23 年 10 月 4 日(火)

面談者：京都府京都土木事務所管理室第二担当(公園・砂防担当)

(砂防堰堤の状況について)

- ・最近設置した砂防堰堤は、土石流対策として土砂を取り除くことがあり、流量の変動が懸念される。
- ・古くに設置した砂防堰堤は、土砂の除去はしないため流量変動は少ないが、箇所数も落差も小さい。例として、柊野堰堤(調査地点 No21)がある。
- ・水利権については、土木事務所でも全域を網羅的に把握できてはいない。特に、府と市の境界はあいまいである。対象の地点を抽出した段階で、個別具体的に調査確認する必要がある。

(小水力発電の可能性について)

- ・これまで見た堰堤では、地点 4 鴨川(賀茂川)が流量豊富、地点 9 音羽川が落差大きい、という点で有利ではないかと考えている。

2) 京都市産業観光局

右京区嵯峨越畑の農業用水路についてヒアリングを実施した。

実施日：平成 23 年 10 月 4 日(火)

面談者：京都市産業観光局農林振興室農業振興整備課

(現地状況について)

- ・周辺は棚田で集落もあり、小水力発電の活用方法はいろいろ期待できる。維持管理が簡便な極小規模を多く設置し、電力を地産地消してもらうことも検討してほしい。
- ・現地調査は、周辺状況の調査も実施する必要がある。
- ・農閑期で農業用水がほとんど必要ない時期は、地元の経験的判断で流量を絞っているはずである。
- ・必要であれば臨時に水を流すことが可能かもしれないが、調整が必要。
- ・慣行水利権で、年間の取水量の管理値は特になく、流量はあいまい。
- ・今年度、隧道の工事が予定されていて、日によっては通水していない時があるので、調査日程・内容を十分調整すること。
- ・地元では以前より小水力発電の可能性について漠然とした期待がある。
現地調査の際、地元の方の意見も収集する必要がある。

3) 京都市上下水道局

琵琶湖疏水についてヒアリングを実施した。

実施日：平成 23 年 11 月 4 日(金)

面談者：京都市上下水道局水道部管理課

(調査対象候補について)

- ・今年度業務においては、昨年度上下水道局から挙げられていた地点（※）から、岡崎地域に位置する「蹴上洗堰からの放水路(疏水記念館前)」を現地調査の対象とする。（※ 新山科浄水場内、蹴上洗堰からの放水路、岡崎噴水地点の3地点。）

(疏水流量等の状況)

- ・疏水全体では、冬季1月初旬から3月中下旬までは、清掃や土砂の浚渫・土木構造物の点検のため、停水・減水する。
 - ・ 第一疏水は、大津・蹴上間で停水。
 - ・ 第二疏水は、減水。
 - ・ 白川疏水（疏水分線）もほぼ同時期に減水。
 - ・ 白川放水口下流（いわゆる「鴨川疏水」）も冬季は止水、清掃する。
- ・下流側は下水や雨水が混入する。
- ・「蹴上洗堰からの放水路(疏水記念館前)」については、越流した余剰分を流す部分であり流量は一定ではない。山から流れ込む分もある。変動の大きな要素としては、蹴上発電所の点検（このとき、大量の水が放水路を流れることになる。）、冬期の減水があり、そのほか天候などの要因がある。
- ・扇ダムからの放水路についても同様であり、越流した余剰分を流す部分であり流量は一定ではない。
- ・また、「蹴上洗堰からの放水路」「扇ダムからの放水路」それぞれ常に流れているイメージがあるが、これらはともに水を流すことが決まっているものでもない。
- ・岡崎の噴水は落差のみで射出している。ポンプ等は用いていない。

(水利権について)

- ・市（上下水道局）は包括的水利権として 23.65 m³/秒を保有している。ただし、発電用途は含まれていない。
- ・関西電力は、発電用として約 17 m³/秒の水利権を持っている。
- ・「蹴上洗堰からの放水路」「扇ダムからの放水路」の水を利用する場合、現在利用されていない余剰分を利用することから、水利権上の判断は難しい。国（国土交通省）の判断となるが、市の水利権 23.65 m³/秒の内数での利用になるとも、外数になる可能性もある。
- ・水利権は 10 年ごとに更新時期を行っており、今回は平成 28 年となる。更新手続きには 3 年程度かかり、簡単ではない。
- ・発電用途の追加については、以前、国土交通省と意見交換を行った時には、商業目的の全量売電というよりは、公共施設への利用など公益性が高い方が水利権取得が通りやすいとの見解を示していた。
- ・水利権の取得手続は発電事業者が行うものと考えている。

(発電事業者の負担について)

- ・疏水の維持管理にあたって、市は関西電力と協定を結んでおり、関西電力は水使用量に応じて市に費用を支払っている。そこで、新規事業者が小水力発電を始める場合、関西電力と同条件での協定の締結と費用負担を求めていくことになる。
- ・落葉等の流下物が多いため発電用には除塵施設が必要。関西電力(株)の発電所も本格的な除塵施設を設けている。
- ・疏水の敷地・用地の土地使用料も場所ごとに決まっている。
- ・また、公園用地として扱われている場所もあり、都市公園法の制約がある。
- ・河川と共用している区間については、河川法の適用を受ける。（※白川合流点南禅寺船溜りから慶流橋下流部まで。）

- ・疏水事務所は、本線の小水力発電への利用は難色を示すと思われるが、放水路なら比較的容易に許可される可能性がある。

(その他)

- ・流量観測地点データとしては、大津・第一疏水（藤尾観水所）・夷川（孫橋）・関西電力の発電量から予測した流量が入手可能。
- ・水温データは、蹴上浄水場で24時間測定している。
- ・月2回、大津、慶流橋、津知橋において、採水測定も行っている。

3.2.3 調査結果のまとめ

現地調査(調査項目に基づく評価)の結果、総合評価で◎となった次の4箇所を小水力発電の候補地として選定した。

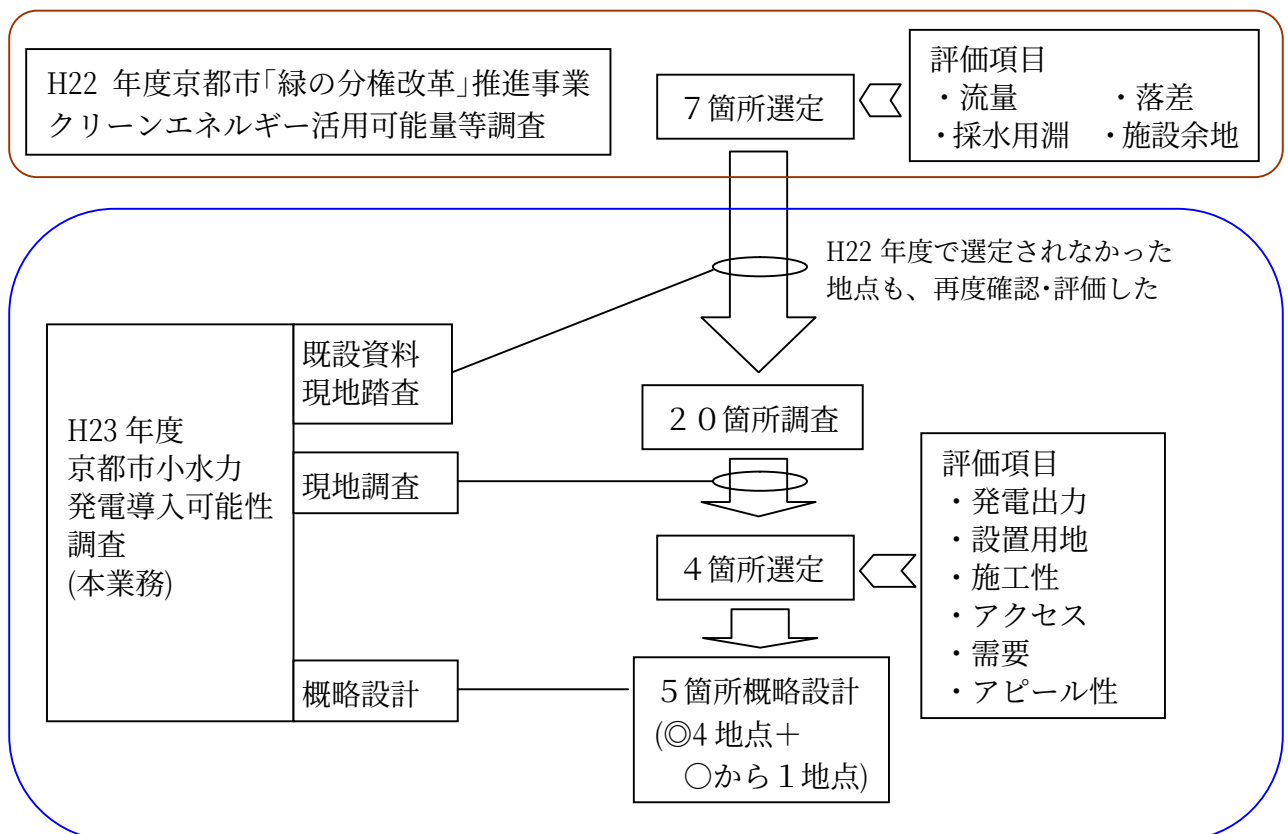
- ◎地点 9:左京区修学院音羽谷砂防ダム
- ◎地点 24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路
- ◎地点 29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路
- ◎地点 30:エコランド音羽の杜

この4箇所に加え、○となった2箇所のうち1箇所の合計5箇所を対象として、「3.4 概略設計」で概略設計を行う。(○となった2地点は地点4の左京区静市市原町砂防ダムと地点24-1琵琶湖疏水放水路であるが、類似地点が多いと考えられる砂防ダムの方を選定した。)

3.2.4 候補地点選定過程

H22 年度実施の「京都市「緑の分権改革」推進事業クリーンエネルギー活用可能量等調査」では、小水力発電の導入可能性が高い地点として7箇所を選定した。

本調査では、H22 年度緑の分権改革調査地点で可能性があると思われる地点と、新たな4地点を追加で現地踏査し、可能性の高い地点の流量・落差・用地・需要などを現地調査した。この現地調査で選定した4地点とそれに次ぐ評価であった1地点を、概略設計の対象としている。



資料：地点選定結果のまとめ

No.	河川名		施設 種別	H22 年度 緑の分権 改革*にお ける評価	H23 年度京都市小水力発電導入可能性検討 (本業務)における評価	
	位置				既設資料・現地踏査結果 (現地調査実施地点)	現地調査結果 (概略設計実施地点)
地点 1	桂川		取水堰	○	○	△
	左京区	広河原杓子屋				
地点 2-2	能美川		取水堰	○	○	△
	左京区	広河原能見町				
地点 3	桂川		取水堰	○	×	—
	左京区	花脊大布施町				
地点 4	鴨川(加茂川)		砂防 ダム	○	○	○ 概略設計実施
	左京区	静海市原町				
地点 5	飛弾ノ池付近		落差工	×	○	△
	左京区	岩倉長谷町				
地点 7	高野川		取水堰	△	×	—
	左京区	八瀬花尻町				
地点 8	高野川		取水堰	△	○	△
	左京区	大原勝林院町				
地点 9	音羽川		砂防 ダム	○	○	◎ 概略設計実施
	左京区	修学院音羽谷				
地点 11	清滝川		取水堰	△	○	△
	右京区	梅ヶ畑高雄町				
地点 12	谷山川		取水堰	△	○	△
	右京区	梅ヶ畑谷山町				
地点 14-1	滝川		落差工	△	○	△
	北区	中川北山町				
地点 14-2	滝川		落差工	△	○	△
	北区	中川北山町				
地点 15	中津川		落差工	△	○	△
	北区	市ノ瀬				
地点 16	中津川		砂防 ダム	△	○	△
	北区	雲ヶ畑中津川町				
地点 17	祖父谷川		砂防 ダム	△	○	△
	北区	雲ヶ畑出谷町				
地点 18	桂川		取水堰	○	○	△
	右京区	京北宮町				
地点 20	清滝川		取水堰	△	○	△
	北区	大森東町				
地点 24-1	三俣川支流		農業 用水路	○	○	△
	右京区	嵯峨越畑				
地点 24-2	三俣川支流		農業 用水路	H22 年度 未発見	○	◎ 概略設計実施
	右京区	嵯峨越畑				
地点 29-1	琵琶湖疏水インクライン横		疏水 放水路	H22 年度 対象外	○	◎ 概略設計実施
	左京区	南禅寺草川町				
地点 29-2	琵琶湖疏水永観堂横		疏水 放水路	H22 年度 対象外	○	○
	左京区	永観堂町				
地点 30	エコランド音羽の杜		埋立用 ダム	H22 年度 対象外	○	◎ 概略設計実施
	伏見区	醍醐陀羅谷町				
	地点数(◎、○の評価のもの)			7	20	◎4+○から1

*)H22 年度京都市「緑の分権改革」推進事業クリーンエネルギー活用可能量等調査

資料：地点選定の経緯詳細

H22年度緑の分権改革

評価結果 → 7地点選定

H23年度京都市小水力発電導入可能性調査

既存資料調査
および現地調査

20地点選定

現地調査

4+1地点選定

既存資料調査は緑の分権選定地点以外も調査対象として適否再検討した。
 現地調査不要と判断：×、否定されなかった地点：○

◎：優先度高、○：整備可能、
 △：優先度低、×：整備不可

地点番号	河川名	位置		施設種別	流量	落差	保水 用源	施設 余地	総合 評価	既存資料調査結果 (現地調査実施対象)	現地調査結果 (現地調査実施対象)	選定 結果	発電 出力	設置 用地	施工 性	アクセ ス	需要	7P- L性	合計	総合 評価			
地点1	桂川	左京区	広河原 杓子屋	取水堰	○	△	△	○	○	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	3	1	2	1	2	10	△		
地点2	能美川	左京区	広河原 能見町	取水堰	○	×	×	○	△	現地調査実施 対象と判断	○	発電利用不可 堰が破壊、落差なし	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点2'	能美川	左京区	広河原 能見町	取水堰	○	△	△	○	○	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	3	2	1	2	1	10	△		
地点3	桂川	左京区	花背 大布施町	取水堰	◎	×	△	○	○	現地調査実施 対象と判断	○	発電利用不可 堰が破壊、落差なし	×	×	—	—	—	—	—	×	×		
地点4	鴨川 (賀茂川)	左京区	静市 市原町	砂防ダム	○	○	△	△	○	○	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	5	1	2	1	3	2	14	○
地点5	飛騨ノ池 付近	左京区	岩倉 長谷町	落差工	△	△	×	×	×	確認のため 現地調査実施	○	現地調査必要と判断	○	○	1	1	1	2	2	2	9	△	
地点6	高野川	左京区	八瀬 秋元町	砂防ダム	×	△	×	△	×	確認のため 現地調査実施	○	発電利用不可 流水なし	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点7	高野川	左京区	八瀬 花沢町	取水堰	○	△	×	○	△	現地調査実施 対象と判断	○	発電利用不可 堰が破壊、落差なし	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点8	高野川	左京区	大原 藤林院町	取水堰	○	△	△	△	△	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	5	1	1	1	2	1	11	△	
地点9	音羽川	左京区	修学院 音羽谷	砂防ダム	△	○	△	○	○	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	4	3	3	3	2	3	18	◎	
地点10	清滝川	右京区	嵯峨清滝 一筆表町		△	△	△	△	△	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点11	清滝川	右京区	梅ヶ畑 高瀬町	可動堰	△	△	△	△	△	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	1	1	1	2	2	2	9	△	
地点12	谷山川	右京区	梅ヶ畑 谷山町	取水堰	△	△	△	△	△	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	1	2	1	2	1	1	8	△	
地点13	福ヶ谷川	右京区	梅ヶ畑 川東町	落差工	△	△			×	確認のため 現地調査実施	○	現地アクセス道路通	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点14-1	滝川	北区	中川 北山町	落差工	○	△	△	△	△	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	4	1	1	1	2	1	10	△	
地点14-2	滝川	北区	中川 北山町	落差工	○	△	△	△	△	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	5	1	1	1	2	1	11	△	
地点15	中津川	北区	市ノ瀬	落差工	○	△	△	△	△	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	3	1	2	2	1	1	10	△	
地点16	中津川	北区	雲ヶ畑 中津川町	砂防ダム	△	△	△	○	△	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	4	1	1	1	1	1	9	△	
地点17	祖父谷川	北区	雲ヶ畑 出谷町	砂防ダム	○	△	△	△	△	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	2	1	1	1	1	1	7	△	
地点18	桂川	右京区	京北宮町	取水堰	○	△	△	○	○	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	3	1	2	2	2	1	11	△	
地点19	藤谷川	右京区	京北黒田	砂防ダム	×	△	×	△	×	確認のため 現地調査実施	○	発電利用不可 流水なし	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点20	清滝川	北区	大森東町	取水堰	○	×	△	△	△	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	3	1	2	2	1	2	11	△	
地点21	鴨川 (加茂川)	北区	桃野		○	△	△	△	△	鴨川本流内の ため設置不可	×	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点22-1	松谷川	北区			△	△	△	△	△	発電設備用地 が少ない	×	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点22-2	松谷川	北区	下流側		△	○	△	△	△	発電設備用地 が少ない	×	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点23	北谷川	左京区			×	△			×	流水が少ない	×	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点24-1	三俣川 支流	右京区	嵯峨越畑 農薬 用水路		△	◎	×	○	○	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	4	2	1	1	2	1	11	△	
地点24-2	三俣川 支流	右京区	嵯峨越畑 農薬 用水路		—	—	—	—	—	現地調査実施 対象と判断	○	現地調査必要と判断	○	○	2	3	3	3	2	3	16	◎	
地点25	桂川支流	西京区	松置 中瀬町		○	×	○	△	△	落差が小さい	×	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点26	桂川支流	西京区	松置 香田神町		○	×	○	△	△	落差が小さい	×	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点27-1	稚児川	山科区	北花山 寺内町		×	△	○	△	△	流水が極めて 少ない	×	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点27-2	稚児川	山科区	北花山 寺内町		×	△	×	△	×	流水が極めて 少ない	×	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点27-3	稚児川	山科区	北花山 寺内町		×	△	×	△	×	流水が極めて 少ない	×	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点27-3'	稚児川	山科区	北花山 寺内町		×	△	×	△	×	流水が極めて 少ない	×	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点27-4	稚児川	山科区	北花山 寺内町		×	△	×	△	×	流水が極めて 少ない	×	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点27-5	稚児川	山科区	北花山 寺内町		×	△	○	△	△	流水が極めて 少ない	×	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点28	桂川	右京区	京北黒山 寺内町		×	△	×	△	×	流水が極めて 少ない	×	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—		
地点29-1	琵琶湖疏水	左京区	南禅寺 草川町	疏水 放水路	—	—	—	—	—	新規地点	—	現地調査必要と判断	○	○	5	2	2	3	2	3	17	◎	
地点29-2	琵琶湖疏水	左京区	永観堂町	疏水 放水路	—	—	—	—	—	新規地点	—	現地調査必要と判断	○	○	3	1	2	3	2	3	14	○	
地点30	エコランド 音羽の杜 (山科音羽 川)	伏見区	醍醐 陀羅谷町	埋立用 ダム	—	—	—	—	—	新規地点	—	現地調査必要と判断	○	○	2	3	3	3	2	3	16	◎	

地点4と地点29-2はどちらも○評価であるが、類似地点が多いと思われる砂防ダムでの事業化検討を選択した。

4 概略設計及び事業採算性の検討

4.1 小水力発電の基礎

4.1.1 小水力発電の定義

水力発電とは、水が落下する際のエネルギーで発電を行う方式のことであり、一般的に出力規模によって下表のとおり分類される。ただし、単に「小水力発電」と言った場合には、数千kW以下程度の比較的小規模な発電の総称として用いられるのが一般的である。

これにともない、ここで考える「小水力」はミニ水力・マイクロ水力も含めた小規模発電の総称として用いる。

表4.1.1 水力発電の分類

分 類	規 模	備 考
大水力 (large hydropower)	100,000kW 以上	
中水力 (medium hydropower)	10,000kW ～ 100,000kW	
小水力 (small hydropower)	1,000kW ～ 10,000kW	「小水力」の範囲
ミニ水力 (mini hydropower)	100kW ～ 1,000kW	
マイクロ水力 (micro hydropower)	100kW 以下	

4.1.2 発電出力の計算

水力発電による発電出力は、以下に示すように流量と落差の関係により求めることができる。この式より、流量と落差が大きいほど発電量が得られることがわかる。

●水力発電による電力の計算式●

$$P = 9.8 \times Q \times H_e \times \eta$$

P=発生電力 (kW)

9.8=重力加速度

Q=流量 (使用水量) (m³/s)

H_e=有効落差(m)

η=効率 (水車効率)

以下に、上式の各パラメータについて説明する。

1) 流量 Q

ここでいう流量とは、発電装置へ導く水の量である。使用水量、使用可能水量ともいう。

2) 有効落差 H_e

有効落差とは、総落差から損失落差を差し引いた値である。水が水路や管路の中を流れると、壁面との摩擦や管路の形状変化等により損失が発生する。この損失を落差に置き換えたものが損失落差で、計算により求めることができる。

$$\frac{H_L = f \times L / D \times V^2 / 2g}{f = 124.6 \times n^2 / D^{1/3}}$$

H_L = 損失落差 (m)

L = 導水管の長さ(m)

D = 導水管内径(m)

n = 粗度係数(鉄管の場合は、0.013)

V = 管内流速(m/s) = 流量(m^3/s) ÷ 管路断面積(m^2)

g = 重力加速度 9.8

以下に導水管の延長 10m あたりの損失落差についての表を示す。

表の見方としては、例えば直径 0.2(m) の導水管にて 0.1(m^3/s) の水量を使用する場合は、0.931(m) の損失が生じることを表す。なお、延長 10(m) あたりの損失落差が 1(m) を上回る場合は、工事費用がかかるわりに損失が大きすぎるため採用しないことが一般的である。

表4.1.2 導水管長さ 10m あたりの損失落差

水量 (m^3/s)	鉄管口径(m)			
	0.2	0.3	0.4	0.5
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.02	0.04	0.01	0.01	0.01
0.03	0.09	0.01	0.01	0.01
0.04	0.15	0.02	0.01	0.01
0.05	0.24	0.03	0.01	0.01
0.06	0.34	0.04	0.01	0.01
0.07	0.46	0.06	0.02	0.01
0.08	0.60	0.07	0.02	0.01
0.09	0.76	0.09	0.02	0.01
0.10	0.94	0.11	0.03	0.01

※小数第 3 位切り上げ

3) 効率 η

水力発電では、水車の回転や発電機の電力変換時において発生電力の損失が生じる。この損失を考慮するために、効率 η を乗じる。

効率 η は、水車効率 (η_t)、発電効率 (η_g) により求められ、近年の中小水力用水力発電機では、それぞれおよそ下表のような値を示すものとされている。

発電出力に比例し、規模が小さくなるほど効率が低下しているため、これまでマイクロ水力 (100kW 以下) としては普及が遅れている一要因と思われる。

表4.1.3 水車および発電機の効率

出力 \ 効率	水車効率 η_t (%)	発電効率 η_g (%)	効率 η (%)
2～50kW	70～73	85	59.5～62.0
500kW 程度	80～84	91	72.8～76.4
1,000kW 程度	82～85	92	75.4～78.2
2,000kW 程度	83～86	94	78.0～80.8
5,000kW 程度	84～87	95	79.8～82.7

4.1.3 発電設備

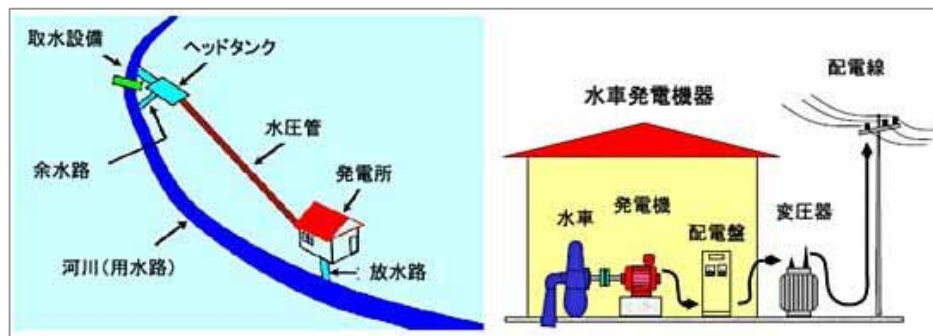
1) 設備構成

小水力発電に必要な設備は、大きく①取水設備、②導水設備、③発電設備、④放水設備に分けられる。ただし、設置場所や設置条件等により、その構成は大きく変化する。

例えば、河道が整備され、土砂流入等による設備の破壊や故障のリスクが小さい農業用水路や上下水道であれば、比較的簡易な設備での導入が可能であるが、砂防堰堤のような河川上に設置する場合は、破壊・故障のリスクが高いため、十分な対策設備を講じる必要がある。

表4.1.4 小水力発電施設の設備構成

種 別	概 要
①取水設備	河川の水を水路に導く設備である。 取水口、制水ゲート、スクリーン、除塵機などが必要となる。
②導水設備	取水口から水車までの設備全体を表す。 沈砂池、導水路、ヘッドタンク・サージタンク、余水路、水圧管路などが必要となる。
③発電設備	水圧管路、水車、発電機等を支持するとともに、これらを保護する建屋を備える必要がある。
④放水設備	発電に利用した水を再び川に放水する設備である。 放水庭、放水路、放水口、制水ゲートなどが必要となる。



出典：全国小水力利用推進協議会 HP(<http://j-water.jp/site1/basic/index.html>)

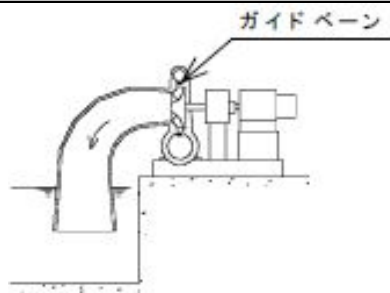
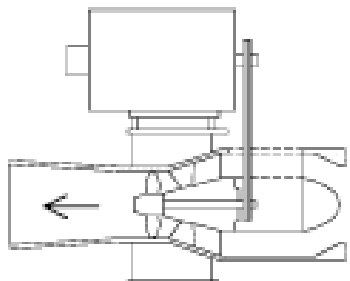
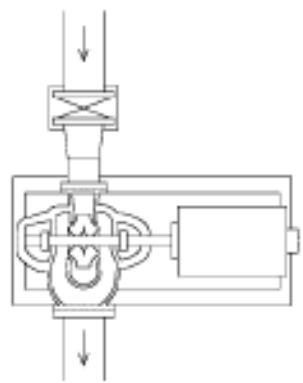
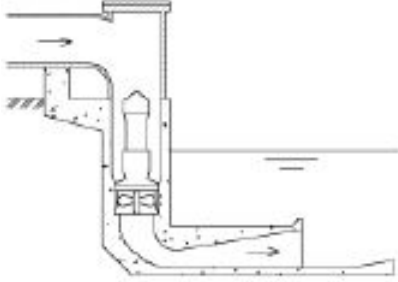
図 4.1.1 小水力発電施設の設備構成イメージ

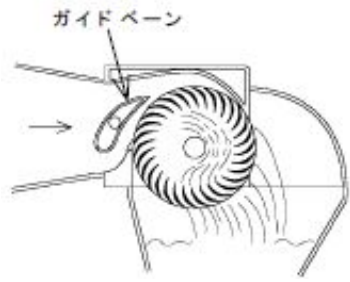
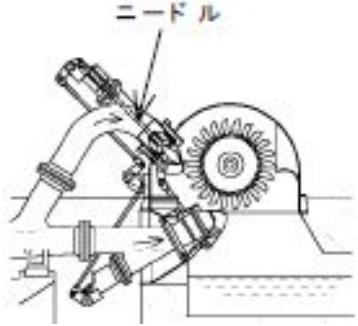
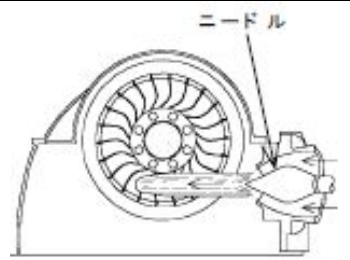
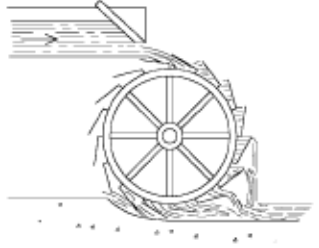
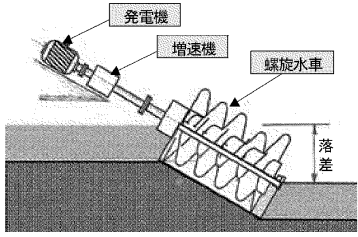
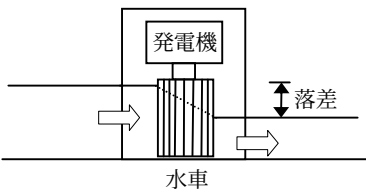
4.1.4 発電機器の選定方法

1) 水車

水車には様々な形式があり、流量と落差で適用できる型式が絞られる。
一般的な水車の型式と選定図を次に示す。

表4.1.5 水車の種類

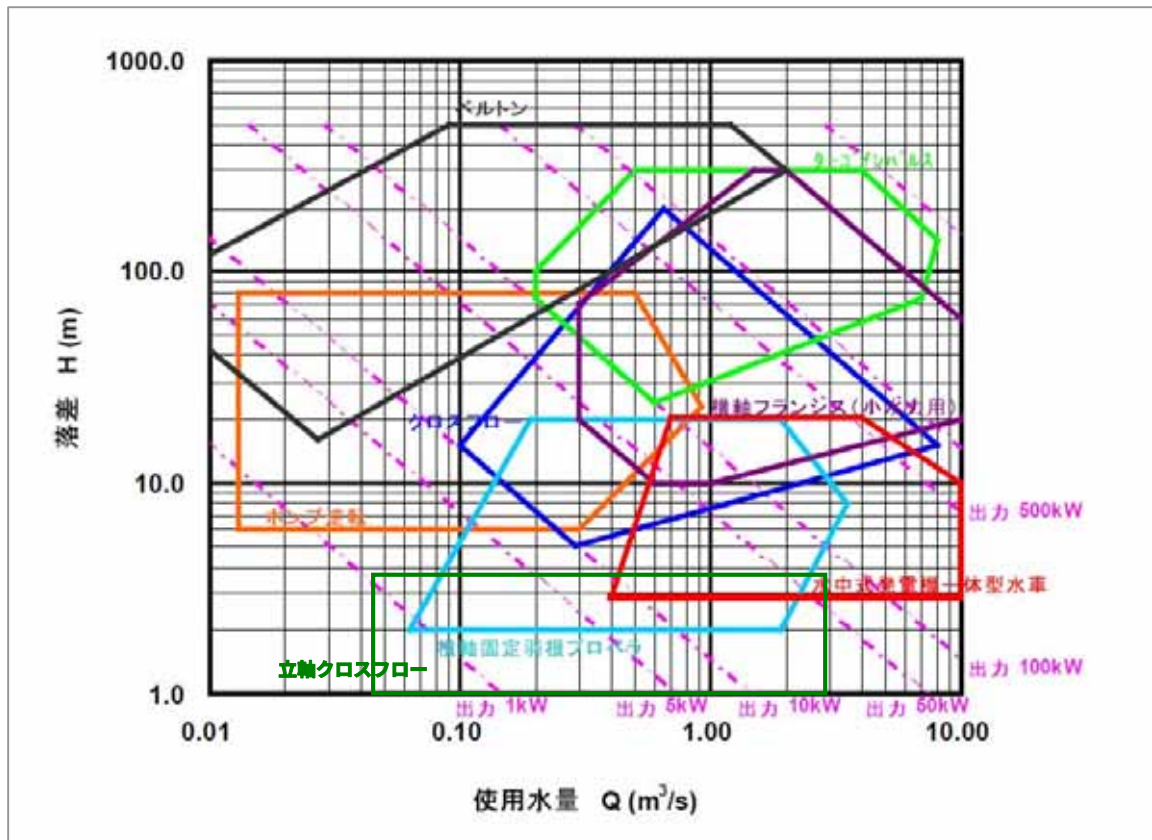
水車の種類	特徴	サンプル
フランシス水車	・適用可能な落差、流量の範囲が広く、小型機から大型機まで多く採用されている。 ・流量調整できる機構(ガイドベーン)を備えており、水道等の流量調整が最優先される場合にも使用できる。しかし、ガイドベーンの駆動装置、流量調整用の制御装置が必要になるため高価となる。 ・水流は、回転軸の横方向から水が流入し、水車内で軸方向に向きを変えて流出するので、方向が直角に変化する。	
プロペラ水車	・低落差に適した水車。コストダウンのため流量調整機能が省略されているため、落差、流量とも変化しない地点が最適。 ・流量変化が大きい場合には小流量に合わせて設置、調整することになる。季節単位のゆっくりした流量変化ならば水車を複数台設置し、運転台数を変更することで、水の利用率を高めることもできる。 ・水流は流入、流出とも水車の軸方向なので、配管直線部に挿入する機器配置が可能。	
ポンプ逆転水車	・一般的に使われるポンプ(渦巻ポンプあるいは軸流ポンプ)に水を逆に流し、ポンプを逆方向に回転させることで発電に使用する水車。 ・ランナの羽根形状以外はポンプと同じ部品を使えるので安価であるが、効率は他の水車よりも低い。 ・渦巻ポンプには、回転軸の横方向から水が流入し、水車内で軸方向に向きを変えて流出するタイプ(片吸込形)と、流入、流出とも回転軸の横方向となるタイプ(両吸込形)がある。軸流ポンプは、流入、流出の何れか発電機を設置する側で水流を直角に曲げる必要がある。	
水中式発電機一体型水車	・水車および発電機が一体となっている水中ポンプに水を逆に流し、ポンプを逆方向に回転させることで発電に使用する水車。 ・ランナの羽根形状以外はポンプと同じ部品を使えるので安価であるが、効率は他の水車よりも低い。 ・水槽底部や配管内に水中設置することになるが、点検や部品交換のため水中から取出せるような据付としなければならない。	

水車の種類	特徴	サンプル
クロスフロー水車	・中小水力用水車で流量調整できる機構（ガイドベーン）も備えており、低流量でも効率低下が小さい。 ・構造が簡単で、外側のカバーを外すだけでランナを点検することが出来るので、容易に除塵することができる。 ・水は円筒形ランナの主軸と直角に流入し、ランナ貫流後下方に落下する。	
ペルトン水車	・高落差に適した水車で、小型機から大型機まで多く採用されている。 ・ノズルからのジェット水流をランナの接線方向から入射させる構造となっている。 ・流量調整できる機構（ニードル）を備えており、流量調整が最優先される場合にも使用できる。しかし、駆動装置、流量調整用の制御装置が必要になるため高価となる。最近では、マイクロ水力用にニードルを省略して安価にしたものもある。	
ターゴインパルス水車	・中小水力用水車で、ノズルからのジェット水流をランナの斜め側面から入射させる構造となっている。 ・ノズル内側のニードルを移動させることに流量調整ができる。 ・低流量でも効率低下が小さい。構造が簡単でメンテナンスが容易。	
重力水車	・いわゆる水車のイメージそのもの。 ・利用しうる落差が低く小容量であること、効率が低いことから発電利用を考えた場合の価値は高くないが、モニュメントとして設置されることも多い。 ・構造が簡単でメンテナンスが容易。	
らせん水車	・傾斜のある水路にらせん状の水車を設置し、傾斜を流れる流水が水車を回して発電する水車。 ・低落差で比較的流量の多い条件で使用可能。 ・大規模な導水路・圧力管路が不要。 ・ゴミが詰まりにくく保守清掃が容易。 ・開発段階で、今後の性能向上が期待される。	
立軸クロスフロー水車	・動作原理や形状は通常の横軸クロスフロー水車と同じである。 ・立軸にすることで、落差の小さい用水路に設置する発電装置に使用可能である。 ・ゴミが詰まりにくく保守清掃が容易。	

出典：「マイクロ水力発電導入ガイドブック（NEDO）」

「螺旋水車によるマイクロ水力発電計画の検討(水資源機構論文)」

水力発電は、落差と流量によって適切な水車の種類や発電出力が決まってくる。下図は、落差と流量の関係から得られる発電出力の範囲と水車の種類を示したものである。水車の種類は下図に基づき選定する。



出典：マイクロ水力発電導入ガイドブック（NEDO）

（立軸クロスフローは追記）

図 4.1.2 水車選定図

2) 発電機

発電機は、水車の動力エネルギーを電気エネルギーに変換するための装置である。

小水力発電で使用される発電機は、発電機の出力、系統連系の有無、設置地点の状況等に応じて適したものを選択する。

表4.1.6 発電機の種類

種別	概要
同期発電機	単独運転と系統連系の双方とも可能である。配電線がない山間部では単独運転が可能な本機が使用される。
誘導発電機	構造が単純で、メンテナンスが容易、安価などの利点から、系統連系を行う場合に広く利用されている。単独運転はできない。
永久磁石式発電機	数十 kW 程度の小規模発電に使用される。安価な汎用インバータと組み合わせて安定した電圧と周波数が抽出できる。
自動車用オルタネータ	約 3kW 以下の小規模発電に使用される。安価な汎用インバータと組み合わせて安定した電圧と周波数が抽出できる。
直流発電機	約 1kW 以下の小規模発電に使用される。安価な汎用インバータと組み合わせて安定した電圧と周波数が抽出できる。

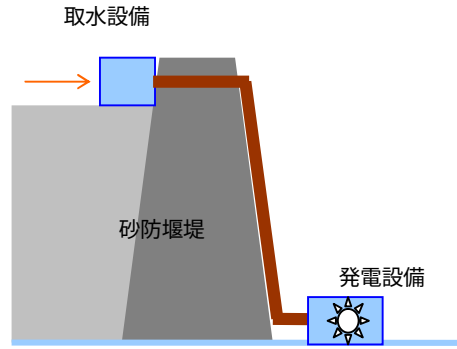
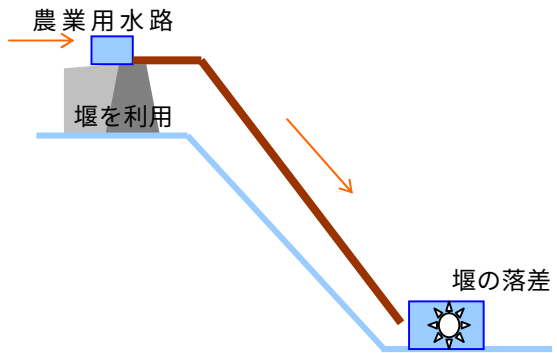
4.1.5 砂防施設を利用した小水力発電の方式

本調査の対象地点の多くは砂防堰堤や落差工である。

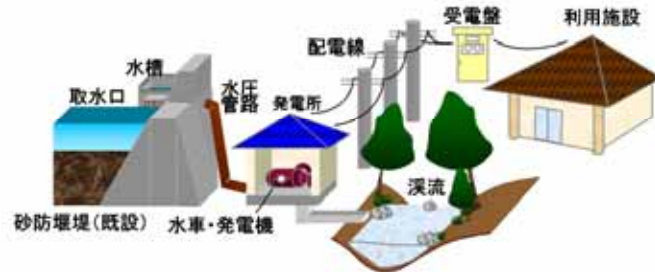
砂防施設の場合も通常のダム式あるいはダム水路式の水力発電と同様の活用形態となるが、砂防施設の場合の特徴を以下に示す。

砂防施設等を利用して小水力発電を行う場合の方式は、大きく下表の2つの方式に大別できる。

表4.1.7 砂防施設を利用した小水力発電方式

①砂防堰堤の落差を利用する方式 砂防堰堤の直下に発電所を設置し、砂防堰堤の落差を利用して発電する方式である。比較的小規模な発電を低コストで実施する場合に適している	
②砂防堰堤から発電所までを導水路で導水する方式 砂防堰堤から取水し、導水路にて下流の発電所まで導水することで、その間の勾配を利用して発電する方式である。砂防堰堤の落差を利用する方式と比して、比較的高い発電が期待できるが、取水区間における水利権や導水路設置許可等に配慮する必要がある。	

□砂防堰堤落差方式



砂防堰堤落差方式は、砂防堰堤とその直下に位置する発電施設との落差を利用して発電する方式です。

□導水路方式

○ 副堤・水じょく池から取水



○ 本堤から取水

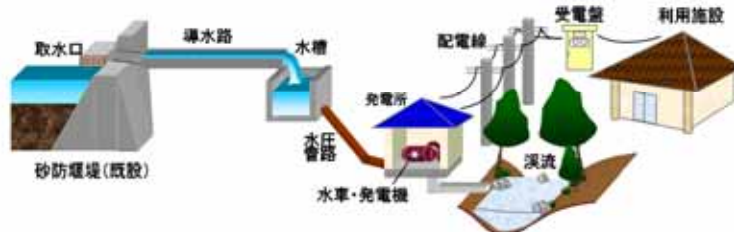


図 4.1.3 砂防施設を利用した小水力発電方式

(出典:「既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン(案)
平成 22 年 2 月 国土交通省砂防部保全課」)

4.2 概略設計及び事業採算性の検討

4.2.1 概略設計項目

1) 配置計画および設備設置計画

現地の状況から、発電設備を設置できる場所を選定し、地形図上に配置を決める。この発電設備の配置に合わせて、取水設備、導水路・配管の配置を計画する。

2) 集水・導水・配管計画

水を集めて取水する場所と発電設備の間を結ぶ導水路・配管の経路・配置と材質・サイズを計画する。原則は最短ルートを設定するが、施工のし易さも考慮する。

3) 機器仕様

水車型式と想定される出力と用途から、発電機種類の選定を行う。

4) 発電出力

配置に合わせて落差を確定し、現地調査で得た流量を基本に発電設備の出力を算出する。

5) 発電電力の用途

想定される発電出力、周辺の電力需要施設、あらたな電力の利用方法などを検討し、発電電力の用途を計画する。

6) 概算工事費

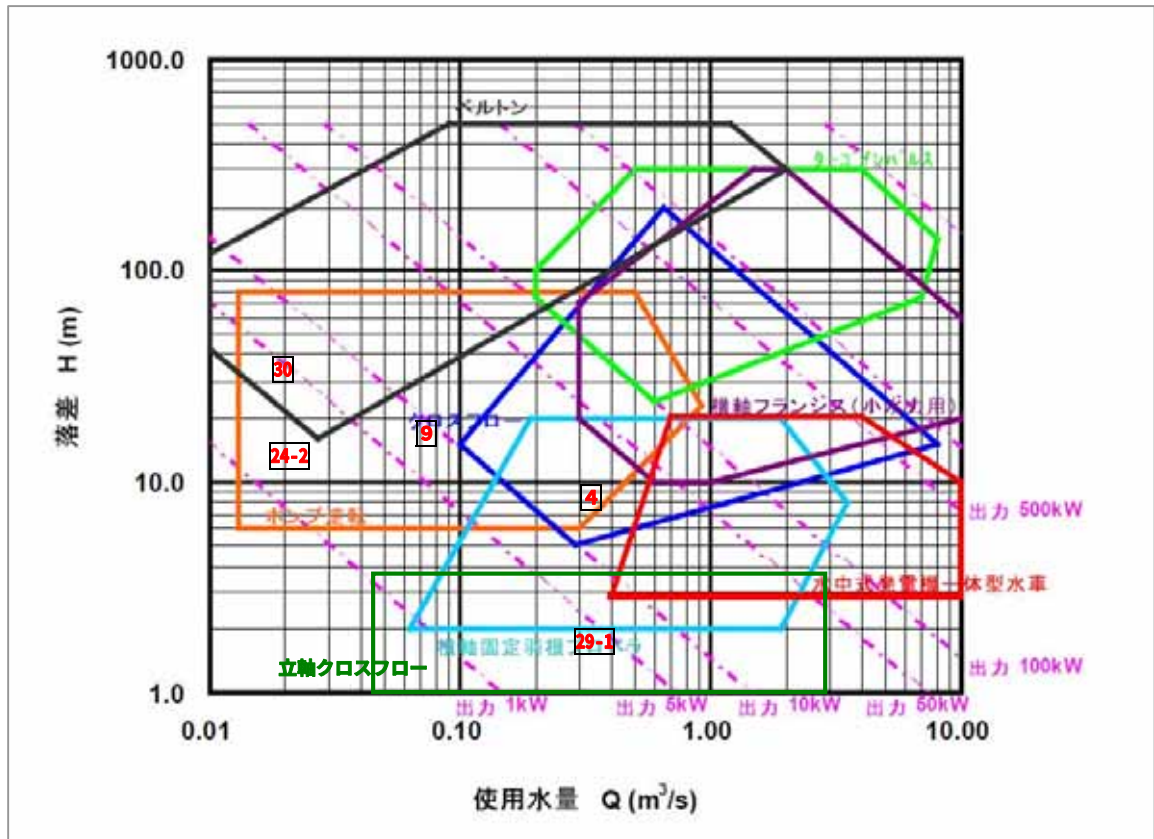
概算工事費の項目・内容は次の通りである。

- ・ 概算工事費項目の分類として大きく、機器費、工事費、経費、に分ける。
- ・ 機器費は、水力エネルギーを電気発電エネルギーに変換する主要な設備を調達するために掛かる費用である。水力発電設備は主に、水車、発電機、弁、躯体、制御装置、人件費等から構成され、小水力発電では原則として単一の製造メーカーから一括して購入する。
- ・ 工事費は、取水から発電設備への導水、発電後の放水までの水の流路を造ること、またその発電設備や取水・導水・放水施設の基礎・建物を作るために掛かる費用のことである。発電設備だけでなく、工事・保守用の道路の造成や、需要施設への配線工事、人件費も含む。
- ・ 経費は、設計や試験調整に掛かる費用で人件費と試験調整機材の損料が主なものである。その他、打合せ協議や旅費交通費なども経費となる。

機器費、工事費、経費の合計が、小水力発電を設置する際に必要な初期費用として、概算工事費とした。概算工事費は、電気設備工事積算実務マニュアル（2011 年、全日出版社）及び機械設備工事積算実務マニュアル（2011 年、全日出版社）を参考とし、不確定要素を含んだかたちで算出した。

4.2.2 水車形式の選定

本調査の概略設計対象地点について水車の選定を行う。



出典：マイクロ水力発電導入ガイドブック（NEDO）

（立軸クロスフローは追記）

図 4.2.4 水車選定図

ここで、図中の、9、4、24-2、29-1、30、は調査地点を示す。

4.2.3 事業採算性の検討方針

小水力発電の事業化にあたっては経済性を評価することが重要である。一般に、小水力発電の妥当性を評価する指標として以下のようなものがある。下記のうち、発電電力量あたりの建設単価、発電原価は、概略の費用対効果を把握するものである。投資回収年数及びキャッシュフローの検討結果は、4.4 で詳述する。

1) 発電電力量あたりの建設単価

発電電力量あたりの建設単価は、以下の式によって算出することができる。一般的に、250～300 円/kWh 程度が妥当な範囲とされている。

$$\text{発電電力量あたりの建設単価} = \text{建設費 (円)} \div \text{年間発電電力量 (kWh)}$$

2) 発電原価

発電原価は、以下の式によって算出することができる。一般的に、10 円/kWh 程度が妥当と考えられている。

$$\text{発電原価 (円/kWh)} = (\text{設置コスト} \times \text{年経費率} + \text{年間運転経費}) / \text{年間発電電力量 (kWh)}$$

各地点の発電電力量あたりの建設単価及び発電原価を表 4.2.8 に示す。最も採算性の見込まれる地点 4:左京区静海市原砂防ダムでも、発電電力量あたりの建設単価及び発電原価は 443 円/kWh、36 円/kWh であり、一般的に妥当とされる値（発電電力量あたりの建設単価 250～300 円/kWh、発電原価 10 円/kWh）よりも高い値となった。

表4.2.8 事業採算性検討結果 (発電電力あたりの建設単価及び発電原価)

地点	発電電力量あたりの 建設単価 (円/kWh)	発電原価 (円/kWh)
地点 4:左京区静海市原砂防ダム	443	36
地点 9:左京区修学院音羽谷砂防ダム	897	73
地点 24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路	1,137	98
地点 29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路	1,397	112
地点 30:伏見区エコランド音羽の杜	607	55

3) 投資回収年数

投資回収年数…単年度収支（単年度での収入－支出の金額）で積み上げられていく収支の累積額が、建設事業費を上回るのに要する年数のことを指す。収入と支出の関係性を整理することにより、投資回収年数の把握が可能となる。

$$N \text{ 年間の収支累計} \sum_{n=1}^N \text{収支} \geq \text{初期投資額 (工事費)}$$

(計算例)

初期投資 1 億円で補助率 30%、毎年の発電収支を 500 万円とした場合。

初期投資額 1 億円 $\times$ (1-0.3) = 7000 万円

投資回収年 $N = 7000 \text{ 万円} / 500 \text{ 万円} = 14 \text{ 年}$

4) キャッシュフロー

収入から外部への支出を差し引いて手元に残る資金の流れ（キャッシュフロー）による経済性評価を行う。

小水力発電の収入としては、売電した場合は売電収益、自家消費の場合は電気料金の節約額が挙げられる。また、補助金等の補助制度を利用した場合は補助金額も計上する。

支出においては、初期費用に加えメンテナンス費用、法人税等の税金等も計上する必要がある。また、資金調達において出資を募った際は、その配当金等も考慮する必要がある。

表4.2.9 キャッシュフロー計算例

単位:千円

累計年度	0年	1年	2年	3年	4年	5年	19年	20年	21年	22年	23年	24年	25年	26年
初期投資														
設備導入	56,000													
補助	28,000													
市一般財源	28,000													
金融機関借入	0													
収入		1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961
売電価格		1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961
支出		2,073	2,073	2,073	2,073	2,073	2,073	2,073	2,073	2,073	800	800	800	800
利息		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メンテナンス費		800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
減価償却		1,273	1,273	1,273	1,273	1,273	1,273	1,273	1,273	1,273	0	0	0	0
租税公課		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税引前利益		-112	-112	-112	-112	-112	-112	-112	-112	-112	1,161	1,161	1,161	1,161
法人税等		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税引後利益		-112	-112	-112	-112	-112	-112	-112	-112	-112	1,161	1,161	1,161	1,161
当期キャッシュ		1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161
元本返済		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済後キャッシュ		1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161
キャッシュフロー累計	0	1,161	2,321	3,482	4,642	5,803	22,050	23,210	24,371	25,531	26,692	27,852	29,013	30,173
PIRR算定キャッシュフロー	-28,000	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161
IRR		#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	-2.3%	-1.7%	-1.2%	-0.8%	-0.4%	0.0%	0.3%	0.6%
累積年度損益	-28,000	-26,840	-25,679	-24,519	-23,358	-22,198	-5,951	-4,790	-3,630	-2,469	-1,309	-148	1,013	2,173
PIRR算定キャッシュフロー=税引き後利益+設備等原価+営業外費用(支払利息)														
元利返済(均等割)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

税引き前利益=収入-支出

当期キャッシュ=税引き前利益+減価償却費（減価償却費は初期年度に支払っているため、過去の投資額を毎年回収している）

返済後キャッシュ=当期キャッシュ-元本返済（単年度収支）

累計年度損益=-自己資金（市一般財源）+キャッシュフロー累計
※値がプラスになった年が投資回収年数

投資回収年数=IRR(20年)=

25年
-1.7%

25年間で累計年度損益がプラスになり、自己資金（市一般財源）が回収される 投資回収年数=25年

IRR:internal rate of return の略。「将来得られる現金収入（キャッシュフロー）の現在価値」、すなわち「事業の現在価値」と、「現在投資しようとしている金額」が等しくなる収益率をさし、値が大きいほど投資価値があると判断される。事業の現在価値を決める収益率（IRR）が、投資資金の調達コストとなる利率よりも大きければ、投資適格であると判断できる。

※固定価格買取制度における買取価格の検討では、再生可能エネルギー導入プロジェクトの投資判断の基準として、20年間のIRRを8%として計算している。

5) 各地点の検討方針

(1) 発電計画概要

発電計画概要に記述する項目を、表 4.2.10 に示す。

表4.2.10 発電計画概要の項目

項目	単位	概要
最大使用水量	m ³ /s	概略設計で使用した流量
落差	M	想定発電機出力の算定に用いた落差
想定発電機出力	kW	流量増加時にも有効に発電できると想定し最大出力を使用
年間発電電力量	kWh/年	稼働率を 0.8 と仮定し、下記式により算定 年間発電電力量(kWh/年) = 想定発電機出力(kW) × 年間稼働時間(8,760h) × 稼働率(0.8)
初期費用	百万円	概略設計で算定した初期費用

(2) 事業主体

各地点初期費用、年間発電電力量、施設の管理状況等を考慮し、事業主体として、地方公共団体、地元民間企業等が事業を行う場合を想定する。地元民間企業等企業が主体となって事業を実施していく場合、1 事業者単体で業務を行うことも可能であるが、各企業から構成される SPC (特別目的会社) を設立することがより効果的であると考えられることから、SPC を設立し事業を行うことを想定した。

(3) 電力の用途

概略設計で想定された電力の用途を参考に、事業計画において使用する電力の用途を設定した。

(4) 事業採算性の検討

事業採算性の検討を行う上で、各地点において収入から外部への支出を差し引いて手元に残る資金の流れ（キャッシュフロー）による経済性評価を行い、投資回収年数を算定した。

6) 課題と解決策

課題とその解決策として、基礎情報、法的課題、技術的課題、資金的課題の 4 つに分類して整理した。法的課題については、規制区分等を踏まえ、該当しないと考えられるものについては除外した。

- ・基礎情報は、小水力発電を計画・設計するために必要な地形図・土木構造図や流量データ・土地用途情報、また関係者・関係機関についての情報である。
- ・法的課題は、小水力発電に関わる法的規制と必要な法的手続きである。
- ・技術的課題は、計画・設計・製造・設置・運用の各段階で必要な技術的検討事項である。
- ・資金的課題は、小水力発電を設置し運用し続けるための金銭面での検討であり、事業主体の確立などの社会的課題を含む。

4.2.4 地点 4:左京区静市市原砂防ダム

1) 概略設計

(1) 配置計画および設備設置計画

堰堤下流左岸の法面を切削して平場を造成し、発電設備設置用地とする。

次頁の配置図を参照。

(2) 集水・導水・配管計画

集水は堰堤上部左岸側に、取水口として堤体天端から 1m 下がった所に削孔し、堤上部および左岸法面に配管を敷設し、発電設備の水車吸込口まで導く。

水圧管路は安価で施工性の良いポリエチレン管とする。

年間を通じての流況は不明であるが、利用可能な最大流量として実際に計測できた値で確実に集水できる $0.33\text{m}^3/\text{s}$ を採用する。

(3) 機器仕様

水車形式は、流量と落差からポンプ逆転水車、横軸固定羽根プロペラ水車、クロスフロー水車が適用可能である。適用領域の中央に近いことから、横軸固定羽根プロペラを第1候補として選定する。

系統連系が可能な場所であり、発電出力が約 16kW であることから売電も考慮した設備構成とする。発電機としては安価で取り扱いやすい誘導発電機を選定する。

(4) 発電出力

落差 8.3m、流量 $0.33\text{m}^3/\text{s}$ 、効率 0.60 として、発電出力 $P[\text{kW}]$ は

$$P=9.8 \times 8.3 \times 0.33 \times 0.60=16.11\text{kW}$$

となる。

機器仕様としては、流量増加時にも有効に発電できるよう上記出力の 2 割増を機器仕様とするものとする。つまり発電設備の最大出力は、

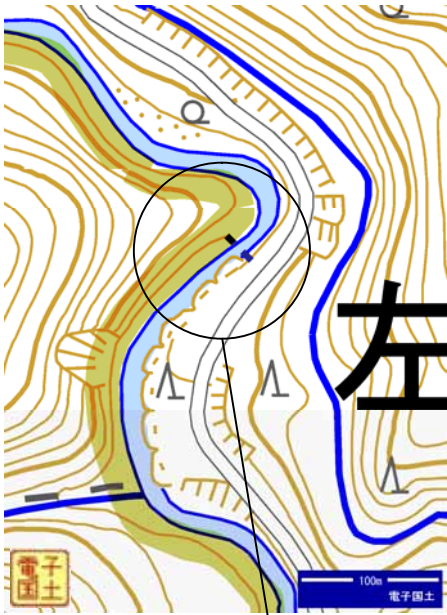
$$P_{\text{max}}=16.11 \times 1.2=19.33\text{kW}$$

とする。

(5) 発電電力の用途

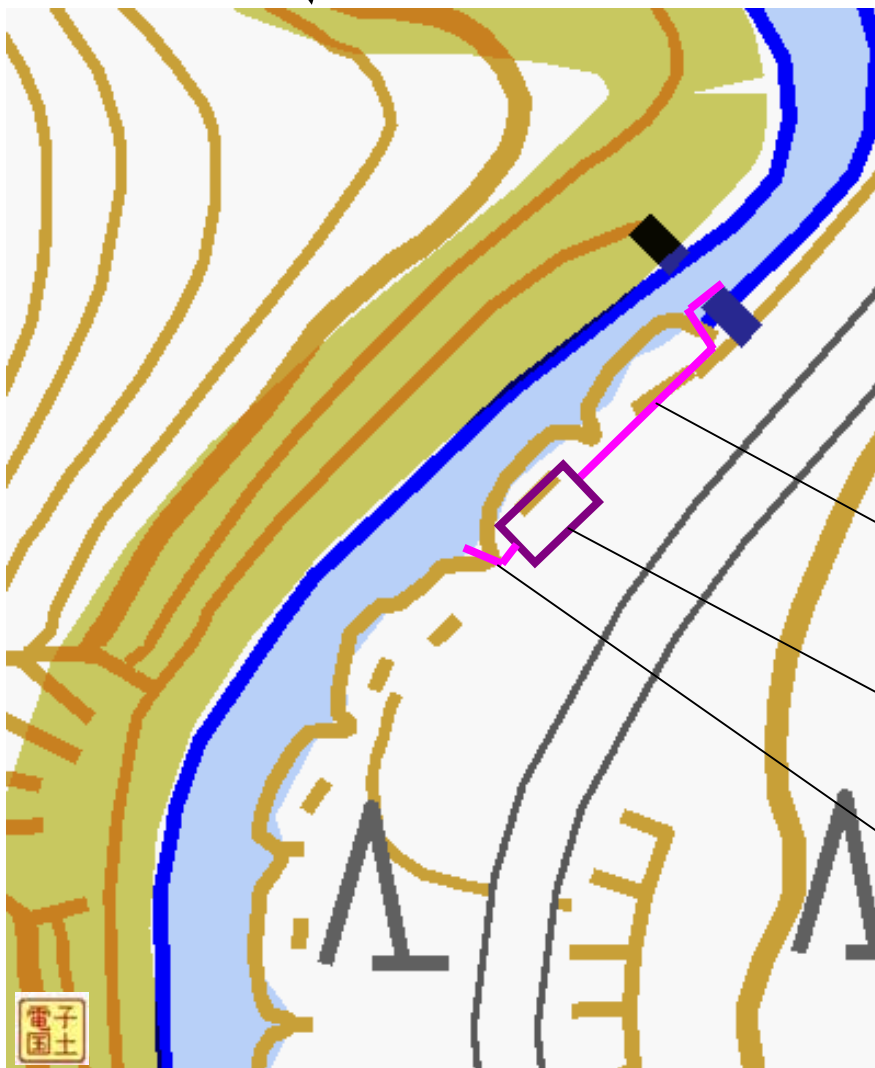
周辺にまとまった需要施設はないが、道路に隣接していることから、単独需要施設として道路照明灯に発電電力を活用する方法がある。

また、約 16kW の出力が得られるので、売電する方法も考えられる。



導水管(ポリエチレン管)

取水槽



導水管
(ポリエチレン管)

発電設備

放水管

(6) 概算工事費

概算工事費として次のとおり見込む。

表4.2.11 概算工事費(税抜き)

分類	項目	価格(千円)	備考
機器費	水力発電設備	40,000	水車・発電機・弁・制御装置等
工事費	取水槽・沈砂池	3,000	
	導水管・水圧管路	2,000	
	基礎工事	2,000	発電所建物および管路の基礎
	建物工事	4,500	発電装置等を収納する発電所建物
	その他工事	4,500	アクセス道路工事・配電線工事等
	(工事費計)	56,000	
経費	設計費	1,700	簡易測量含む
	試験調整費	1,500	
	打合せ協議	500	関係機関協議含む
	旅費交通費	300	設計者、試験調整員
初期費用	(合計)	60,000	

2) 事業採算性の検討

(1) 発電計画概要

地点 4:左京区静市市原砂防ダムでの発電計画概要を表 4.2.12に示す。地点 4:左京区静市市原砂防ダムの想定発電機出力は 19.33kW、年間発電電力量は 135,465kWh/年と試算された。

表4.2.12 地点 4:左京区静市市原砂防ダムの発電計画概要

項目	単位	概要
最大使用水量	m ³ /s	0.33
落差	m	8.3
想定発電機出力	kW	19.33
年間発電電力量	kWh/年	135,465
初期費用	百万円	60.0

(2) 事業主体

地点 4:左京区静市市原砂防ダムの初期費用は、60.0 百万円となっている。本事業で検討した地点の中では年間発電電力量が大きく、スケールメリットが得られる可能性があるため、事業主体として、地方公共団体、地元民間企業等が事業を行う場合を想定した。

(3) 電力の用途

地点 4:左京区静市市原砂防ダムの周辺における需要施設として、周辺に人家等はなく、道路照明灯等が挙げられる。需要に対して発電による供給が大きいと考えられることから、電力の用途として売電を想定した。売電を行うには系統連携が必要となるが、道路照明等として発電電力を利用する場合は系統連携は不要である。

(4) 事業採算性の検討

事業採算性の検討にあたり、以下の条件でケーススタディを行った。表 4.2.13 にケーススタディの結果を示す。キャッシュフローによると、ケース 1、ケース 2 で、投資回収年数がそれぞれ 100 年以上、66 年となり、小水力発電設備の法定耐用年数である 22 年を大幅に上回る結果となった。

ケース 3 として、初期費用を地球温暖化対策費等の予算を用いて地方公共団体が負担し、管理・運営を地元民間企業等に委託する場合を想定した。その結果、売電収入と運営コストのバランスは 20 年目まで年間 1,070 千円の利益が得られる結果となった。21 年目からは利益が 269 千円と試算された。

ケース 1：事業主体(地元民間企業等)、補助金なし、売電、売電単価 20 円(21 年目から 10 円と想定)
ケース 2：事業主体(地方公共団体)、補助金あり、売電、売電単価 10 円
ケース 3：管理・運営主体((地元民間企業等)、初期費用なし、売電、売電単価 20 円(21 年目から 10 円と想定)

表4.2.13 事業採算性検討結果 (地点 4:左京区静海市原砂防ダム)

項目	ケース 1	ケース 2	ケース 3
電力の用途	売電	売電	売電
事業主体	地元民間企業等	地方公共団体	(管理・運営主体) 地元民間企業等
初期費用(百万円)	60.0	60.0	0
自己資金(百万円)	30.0	30.0	0
補助金(百万円)	0	30.0	0
金融機関借入れ(百万円)	30.0	0	0
年間発電電力量(kWh)	135,465	135,465	135,465
買取価格(円)	20 (1～20 年) 10(21 年～)	10	20 (1～20 年) 10(21 年～)
メンテナンス費(千円/年) (内訳)	900	900	900
保守点検費(千円/年)	(300)	(300)	(300)
オーバーホール費(千円/10 年)	(6,000)	(6,000)	(6,000)
投資回収年数(年)	100 年以上	66	
売電収入と運営コストのバランス (収入-メンテナンス費-法人税) (千円/年)	1,809 (1～20 年) 455(21 年～)	455	1070 (1～20 年) 269(21 年～)

※継続的な運営を行う上で、売電収入と運営コストのバランスがプラスとなるような条件設定が重要となる。

※保守点検費とは、ごみが詰まっていないかなど、専門家以外の人が日常的に可能な範囲の点検作業にかかる費用を指す。

※オーバーホール費は、10 年に 1 度部品等を交換し、試運転・調整を行う際にかかる費用を指し、実施には専門的な知識を要する。

表4.2.14 キャッシュフローの前提条件 (地点 4:左京区静市市原砂防ダム)

地点4:左京区静市市原砂防ダム (ケース1)

	項目	単位	備考
諸条件	小水力発電導入規模	19.33 kW	地点
	平均発電量	7,008 kWh/kW	年間発電量÷発電導入規模
	発電量	135,465 kWh/年	
初期投資	小水力発電工事単価	310 万円/kW	概算工事費÷小水力発電導入基規模
	小水力発電工事費	60.0 百万円	地点ごとに概算工事費を試算
	補助率	0%	
	補助金	0 百万円	
	自己資金	30.0 百万円	
	金融機関借入	30.0 百万円	
経常収入	売電価格	20 円	21年目から半額と想定
経常支出	メンテナンス費 (%)	1.5%	
	年間メンテナンス費用	900 千円	地点ごとに維持管理費を試算
	償却年数	22 年	小水力発電を22年と想定 (法定耐用年数)
	残存価額	0%	
	金利	3%	
	借り入れ期間	20 年間	
	租税公課等	1.4%	固定資産税
	法人税等	40.87%	2012(現行税率)40.87

地点4:左京区静市市原砂防ダム (ケース2)

	項目	単位	備考
諸条件	小水力発電導入規模	19.33 kW	地点
	平均発電量	7,008 kWh/kW	年間発電量÷発電導入規模
	発電量	135,465 kWh/年	
初期投資	小水力発電工事単価	310 万円/kW	概算工事費÷小水力発電導入基規模
	小水力発電工事費	60.0 百万円	地点ごとに概算工事費を試算
	補助率	50%	二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金50% (環境省)
	補助金	30.0 百万円	
	市一般財源	30.0 百万円	
	金融機関借入	0 百万円	
経常収入	売電価格	10 円	平成23年度第2回農業農村振興整備部会 配布資料「農業農村整備事業における小水力発電について」(農林水産省)
経常支出	メンテナンス費 (%)	1.5%	
	年間メンテナンス費用	900 千円	地点ごとに維持管理費を試算
	償却年数	22 年	小水力発電を22年と想定 (法定耐用年数)
	減価償却費の残存価値	0%	
	金利	3%	
	借り入れ期間	20 年間	
	租税公課等	0%	
	法人税等	0%	2012(現行税率)40.87

地点4:左京区静市市原砂防ダム (ケース3)

	項目	単位	備考
諸条件	小水力発電導入規模	19.33 kW	地点
	平均発電量	7,008 kWh/kW	年間発電量÷発電導入規模
	発電量	135,465 kWh/年	
初期投資	小水力発電工事単価	0 万円/kW	概算工事費÷小水力発電導入基規模
	小水力発電工事費	0.0 百万円	初期費用を地方公共団体が負担すると想定 (地球温暖化対策費)
	補助率	0%	
	補助金	0 百万円	
	自己資金	0.0 百万円	
	金融機関借入	0.0 百万円	
経常収入	売電価格	20 円	21年目から半額と想定
経常支出	メンテナンス費 (%)		
	年間メンテナンス費用	900 千円	維持管理の一部を地元で行うと想定
	償却年数	22 年	小水力発電を22年と想定 (法定耐用年数)
	残存価額	0%	
	金利	3%	
	借り入れ期間	20 年間	
	租税公課等	0.0%	市の所有物となるため固定資産税は免除
	法人税等	40.87%	2012(現行税率)40.87

地点4:左京区静海市市原砂防ダム(ケース1)																								単位:千円		
累計年度		0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	178年	179年
初期投資																										
設備導入																										
補助																										
0																										
県一般財源																										
30,000																										
金融機関借入																										
30,000																										
収入																										
2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	1,355	1,355	1,355	1,355
2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	1,355	1,355	1,355	1,355
支出																										
5,329	5,257	5,185	5,111	5,036	4,960	4,883	4,805	4,726	4,645	4,563	4,480	4,396	4,310	4,222	4,133	4,043	3,951	3,858	3,762	3,665	3,567	3,467	3,367	3,267	3,167	3,067
900	867	832	796	760	722	683	643	602	560	516	471	425	377	328	277	225	171	116	59	0	0	0	0	0	0	0
メンテナンス費																										
900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
減価償却																										
2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727
租税公課																										
802	764	725	687	649	611	573	535	496	458	420	382	344	305	267	229	191	153	115	76	38	0	0	0	0	0	0
税引前利益																										
-2,620	-2,548	-2,475	-2,402	-2,327	-2,251	-2,174	-2,096	-2,016	-1,936	-1,854	-1,771	-1,686	-1,600	-1,513	-1,424	-1,334	-1,242	-1,148	-1,053	-958	-863	-768	-673	-578	-483	-383
法人税等																										
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税引後利益																										
-2,620	-2,548	-2,475	-2,402	-2,327	-2,251	-2,174	-2,096	-2,016	-1,936	-1,854	-1,771	-1,686	-1,600	-1,513	-1,424	-1,334	-1,242	-1,148	-1,053	-958	-863	-768	-673	-578	-483	-383
当損キャッシュ																										
107	179	252	326	400	476	553	631	711	791	873	956	1,041	1,127	1,214	1,303	1,394	1,485	1,579	1,674	1,770	1,867	1,965	2,063	2,161	2,259	
元本返済																										
1,116	1,150	1,184	1,220	1,257	1,294	1,333	1,373	1,414	1,457	1,500	1,545	1,592	1,640	1,689	1,739	1,792	1,845	1,901	1,958	2,016	2,075	2,135	2,195	2,255	2,315	
返済後キャッシュ																										
-1,009	-971	-933	-894	-856	-818	-780	-742	-704	-665	-627	-589	-551	-513	-474	-436	-398	-360	-322	-284	-246	-208	-170	-132	-94	-56	
キャッシュフロー累計																										
0	-1,009	-1,980	-2,912	-3,807	-4,663	-5,481	-6,261	-7,003	-7,706	-8,372	-8,999	-9,588	-10,139	-10,651	-11,126	-11,562	-11,960	-12,320	-12,642	-12,925	-13,169	-13,473	-13,737	-14,001	-14,265	
PIRR算定キャッシュフロー																										
-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	-60,000	
IRR																										
1,007	1,046	1,084	1,122	1,160	1,198	1,237	1,275	1,313	1,351	1,389	1,427	1,466	1,504	1,542	1,580	1,618	1,657	1,695	1,733	1,771	1,809	1,847	1,885	1,923	1,961	
PIRR算定キャッシュフロー																										
-30,000	-31,009	-31,980	-32,912	-33,807	-34,663	-35,481	-36,261	-37,003	-37,706	-38,372	-38,999	-39,588	-40,139	-40,651	-41,126	-41,562	-41,960	-42,320	-42,642	-42,925	-43,169	-43,473	-43,737	-44,001	-44,265	
PIRR算定キャッシュフロー																										
-30,000	-31,009	-31,980	-32,912	-33,807	-34,663	-35,481	-36,261	-37,003	-37,706	-38,372	-38,999	-39,588	-40,139	-40,651	-41,126	-41,562	-41,960	-42,320	-42,642	-42,925	-43,169	-43,473	-43,737	-44,001	-44,265	
元利返済(均等割)																										
2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	
投資回収年数 =																										
IRR(20年) =																										
179年																										
#NUM!																										

表4.2.15 キャッシュフロー計算結果(地点4:左京区静海市市原砂防ダムケース1)

地点4:左京区静市市原砂防ダム(ケース2)		0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	65年	66年
初期投資																										
設備導入		60,000																								
補助		30,000																								
市一般財源		30,000																								
金融機関借入		0																								
収入		1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355
売電価格		1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355	1,355
支出		2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	900	900
利息		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メンテナンス費		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
減価償却		1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	0	0
租税公課		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税引前利益		-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	455	455
法人税等		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税引後利益		-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	455	455
当期キャッシュ		455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455
元本返済		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済後キャッシュ		455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455
キャッシュフロー累計		0	455	909	1,364	1,819	2,273	2,728	3,183	3,637	4,092	4,547	5,001	5,456	5,910	6,365	6,820	7,274	7,729	8,184	8,638	9,093	9,548	10,002	29,552	30,007
PIRR算定キャッシュフロー		-30,000	455	909	1,364	1,819	2,273	2,728	3,183	3,637	4,092	4,547	5,001	5,456	5,910	6,365	6,820	7,274	7,729	8,184	8,638	9,093	9,548	10,002	29,552	30,007
IRR		#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
累積年度損益		-30,000	-29,545	-29,091	-28,636	-28,181	-27,727	-27,272	-26,817	-26,363	-25,908	-25,454	-24,999	-24,544	-24,090	-23,635	-23,180	-22,726	-22,271	-21,816	-21,362	-20,907	-20,452	-19,998	-448	7
PIRR算定キャッシュフロー＝税引き後利益＋設備等原価－営業外費用(支払利息)																										
元利返済(均等割)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

投資回収年数＝
IRR(20年)＝

表4.2.16 キャッシュフロー計算結果(地点4:左京区静市市原砂防ダムケース2)

地点4:左京区静海市市原砂防ダム(ケース3)	0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	23年	24年
初期投資																									
設備導入	0																								
補助	0																								
県一般財源	0																								
金融機関借入	0																								
収入	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709
売電価格	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709	2,709
支出	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
利息	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メンテナンス費	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
減価償却	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
租税公課	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税引前利益	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809	1,809
法人税率	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739	739
税引後利益	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070
当期キャッシュ	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070
元本返済	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済後キャッシュ	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070
キャッシュフロー累計	0	1,070	2,140	3,210	4,279	5,349	6,419	7,489	8,559	9,629	10,698	11,768	12,838	13,908	14,978	16,048	17,117	18,187	19,257	20,327	21,397	21,666	21,934	22,203	22,472
PIRR算定キャッシュフロー	0	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070
IRR	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
累計年度損益	0	1,070	2,140	3,210	4,279	5,349	6,419	7,489	8,559	9,629	10,698	11,768	12,838	13,908	14,978	16,048	17,117	18,187	19,257	20,327	21,397	21,666	21,934	22,203	22,472
PIRR算定キャッシュフロー＝税引後利益＋設備等原価＋営業外費用(支払利息)	0	1,070	2,140	3,210	4,279	5,349	6,419	7,489	8,559	9,629	10,698	11,768	12,838	13,908	14,978	16,048	17,117	18,187	19,257	20,327	21,397	21,666	21,934	22,203	22,472
元利返済(均等割)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

投資回収年数 =
IRR(20年) =

年
-
#DIV/0!

表4.2.17 キャッシュフロー計算結果 (地点 4:左京区静海市市原砂防ダムケース 3)

3) 課題と対策

本地点における課題と対策を下表に示す。

表4.2.18 課題と解決策 (地点 4:左京区静市市原砂防ダム)

分類	目的	課題	解決策	補足
基礎情報	配置・配管設計図の作成	地形図が不足している。 地形図が不足すると設備や配管の設計図が作成不可	砂防堰堤の場合は砂防課、農業用水路等の場合は施設を管理する土地改良区等に依頼し、1/500 程度の平面図を入手する。	河川・水路の他、周辺の道路・空地・配管ルート付近も必要 平面図が入手できない場合は、測量等により平面図を作成するため、測量費として 1 箇所 30 万円程度の調査費用を別途見込む必要がある。
	設備・配管設計図の作成	構造物や落差部の形状等の把握が不足している。 構造物や落差部の形状等の把握が不足すると、設備や配管の設計図が作成不可	砂防堰堤の場合は砂防課、農業用水路等の場合は施設を管理する土地改良区等に依頼し、構造物の形状や落差部の縦断図を入手する。	取水点と発電装置設置標高の把握が必須。 平面図が入手できない場合は、測量等により平面図を作成するため、測量費として 1 箇所 10 万円程度の調査費用を別途見込む必要がある。
	発電規模の算定	流量、流況の情報が不足している。 流量、流況の情報が不足すると、水力発電による発生電力を精度よく算定するのが困難になる。	当該施設又は流況を同じくすると判断される地点において流況曲線が把握されている場合、施設管理者に問い合わせ、流況曲線を入手する。	流況曲線が望ましいが、流況曲線が把握できない場合は、河川水を利用する場合は「流量年表(国土交通省河川局編,日本河川協会)」「流量要覧(経済産業省資源エネルギー庁編)」等で年間の流況を調査する。
	事前協議と申請手続き	地権者(発電施設用地の地権者・管理者)の把握が不足。 地権者の把握が不足すると、河川法上の手続き等において地権者と調整する際問題が生じる。	河川法上の手続きにおいて地権者との調整が必要なため、河川及び河川内工作物だけでなく、河川周辺の土地の地権者等を把握する。	道路から発電設備用地までの間も把握が必要である。
	事前協議と申請手続き	水利権者の把握が不足。 水利権者の情報が不足すると、事業を行う上で水利権者と調整する際、問題が生じる。	国土交通省の最寄り河川事務所(又は京都府の河川担当部局)に問い合わせ、水利権者の調査を行う	複数いる場合がある。

分類	目的	課 題	解決策	補足
法的課題	事前協議と申請手続き	河川法上の手続きを行う必要がある。 河川法上の手続きを行わず、発電のための「特定水利使用」を行うと、法令違反となる。	河川の種類を確認し、関係機関に手続きの届出を行う。 (表 5.2.3 参照)	
	事前協議と申請手続き		流水の占用の許可(23 条)	小水力発電設備が河川の流水を占用して行われることから、協議は必ず必要。
	事前協議と申請手続き		土地の占用の許可(24 条)	河川区域内の土地を占用して小水力発電設備を建設する場合、協議が必要。
	事前協議と申請手続き		工作物の新築等の許可(26 条)	小水力発電設備の建設が「河川区域内の土地において土地の切削、盛土など土地の形状を変更する行為」に該当する場合、協議が必要
	事前協議と申請手続き		土地の掘削等の許可(27 条)	小水力発電設備の建設が「河川区域内の土地において工作物を新築し、改築し、又は除去する行為」に該当する場合、協議が必要
	事前協議と申請手続き	電気事業者との協議が必要。 電気事業者との協議を行わないと、電力会社の系統に接続することができず、売電を行うことができなくなる。	電力会社（関西電力等）の最寄り営業窓口に連絡し、系統連系する場合の技術的・費用的条件の協議・調整を行う。	系統連系するかしないかの検討が必要である。
技術的課題	配置・配管設計図の作成	発電施設設置場所、配管ルートの基本地盤状況が把握できていない。 発電施設設置場所、配管ルートの基本地盤状況が把握できていないと、配置・配管の設計図が作成不可	地盤調査を実施する。	
	配置・配管設計図の作成	発電規模と配置が確定していない。 発電規模と配置が確定していないと、配置・配管の設計図の作成、事業採算性の検討が不可	発電規模を決定し、配置を平面図等に落とし込む設計を行う。	流況と落差、配置の調査検討結果が必要

分類	目的	課題	解決策	補足
技術的課題	単線結線図の作成	負荷の決定、系統連系有無が未定。負荷の決定、系統連系有無が把握できていないと、電力の使用用途が決定不可。	事業主体の発電事業目的に合わせて設計を行う。	
	配置・配管設計図の作成	基礎地盤の造成が必要。	基礎の造成設計を行う。	
	発電装置設計図・施工図の作成	適用可能な水力発電装置の機種・仕様の具体的な把握が不十分。 適用可能な機種・仕様等が把握できていないと、装置の調達ができず、また概算工事費が決定しないため、事業採算性の検討が不可。	実際に調達・設置可能な小水力発電装置を製造者に照会する。	
	配置・施設設計図の作成	取水施設、配管、放水施設等の施工方法が決まっていない。 取水施設、配管、放水施設等の施工方法が決まっていないと、詳細設計が不可。	現地の状況に合わせ、取水施設、配管、放水施設等の配置及び施工設計の詳細な検討を行う。	
	建築設計図の作成	除塵施設が未定。 除塵施設が未定の場合、施設の調達ができず、また概算工事費が決定しないため、事業採算性の検討が不可。	流水の異物混入状況調査と除塵施設の設計を行う。	
	配置設計図の作成	発電施設の建物が必要。	発電所建屋の設計を行う。	用水路設置型も制御盤を収納する建屋が必要(屋外盤なら不要)
	配置・配管設計図の作成	アクセス道路がない。 アクセス道路がないと、工事、維持管理に支障がある。	アクセス道路の設計を行う。	
資金的課題	事業主体の検討	事業主体が決まっていない。 事業主体が決まらなないと、使用できる補助金が未定となり、事業計画の作成が不可。	事業主体の選定を行う。	事業主体の検討については、5章で詳述する。

分類	目的	課題	解決策	補足
資金的課題	事業スキームの検討	工事費が未定。 工事費が未定だと、事業採算性の検討が不可。	設計に合わせて機器費・工事費を積算する	
	事業スキームの検討	利用可能な補助金の利用有無・条件が決まっていない。 利用可能な補助金の利用有無・条件が決まないと、事業計画の作成が不可。	適用可能な補助金と補助額を調査、申し込む。	
	事業スキームの検討	資金調達・返済の具体的スキームが決まっていない。 資金調達・返済の具体的スキームが決まないと、事業計画の作成が不可。	資金計画を立案・検討し、事業主体が関係者へ承諾を得る。	

4.2.5 地点 9:左京区修学院音羽谷砂防ダム

1) 概略設計

(1) 配置計画および設備設置計画

堰堤下流右岸の平場に発電設備を設置する。

次頁の配置図を参照。

(2) 集水・導水・配管計画

集水は堰堤上部左岸側に、取水口として堤体天端から 1m 下がった所に削孔し、堤上部および堰堤壁面に配管を敷設し、発電設備の水車吸込口まで導く。

導水用の配管は安価で施工性の良いポリエチレン管とする。

年間を通じての流況は不明であるが、利用可能な最大流量として実際に計測できた値で確実に集水できる $0.068\text{m}^3/\text{s}$ を採用する。計測日の流量は河川水流跡から年間のうち比較的少ない流量であったと考えられ、 $0.068\text{m}^3/\text{s}$ は十分取水・利用可能と考えられる。

(3) 発電方式および機器仕様

水車形式は、流量と落差からポンプ逆転水車のみが適用可能である。系統連系が可能な場所であり、発電出力が約 7kW であることから売電も考慮した設備構成とする。発電機としては安価で取り扱いやすい誘導発電機を選定する。

(4) 発電出力

落差 18.0m、流量 $0.068\text{m}^3/\text{s}$ 、効率 0.60 として、発電出力 $P[\text{kW}]$ は

$$P=9.8 \times 18.0 \times 0.068 \times 0.60=7.20\text{kW}$$

となる。

機器仕様としては、上記出力の 2 割増とし、流量増加時にも有効に発電できるようにするものとする。つまり発電設備の最大出力は、

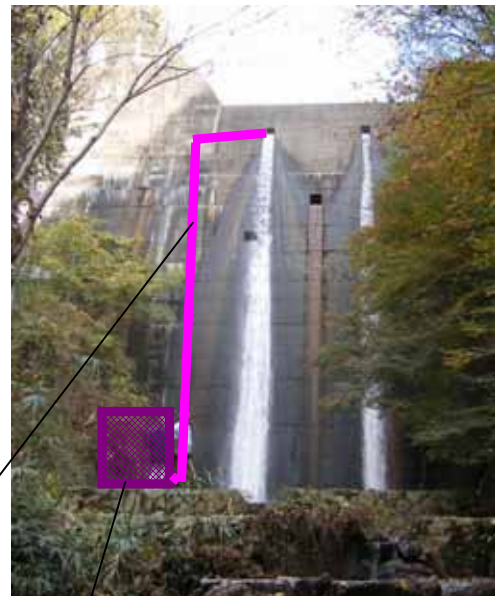
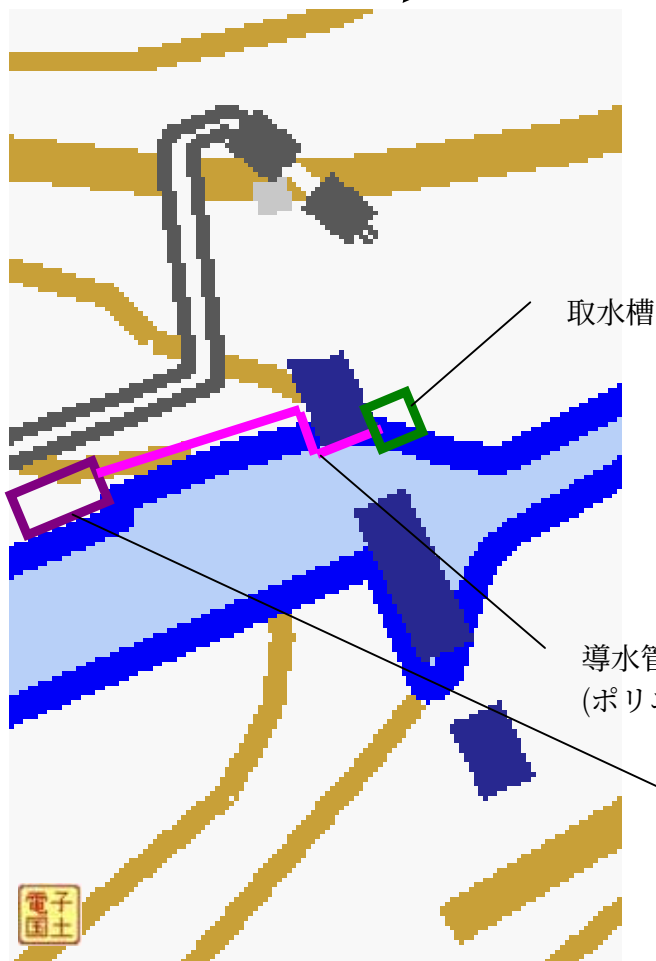
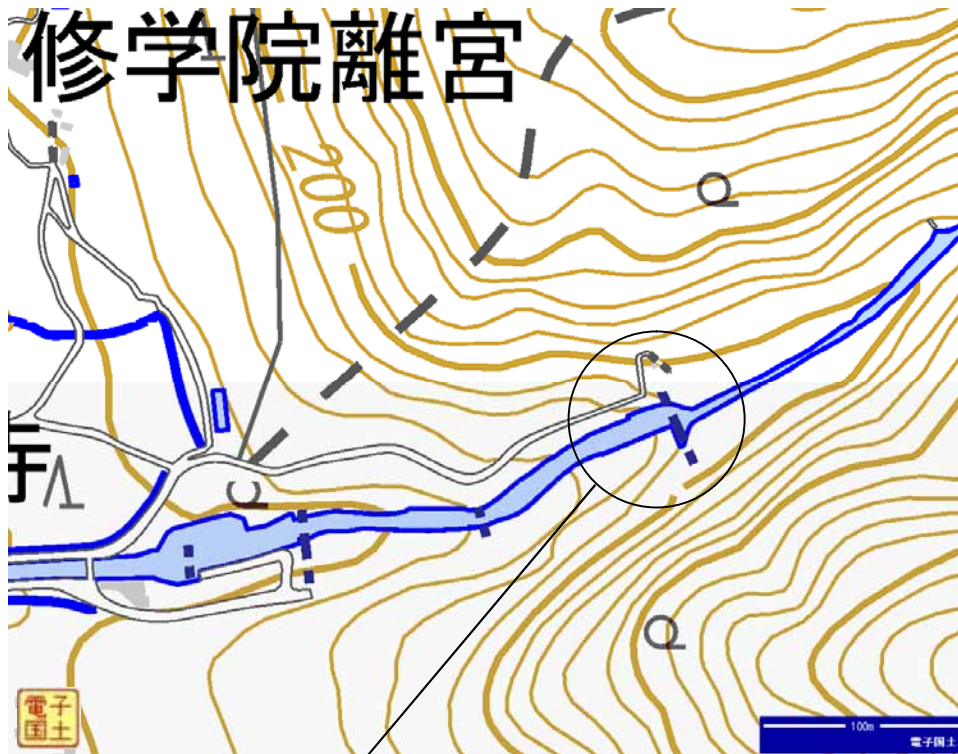
$$P_{\text{max}}=7.20 \times 1.2=8.64\text{kW}$$

とする。

(5) 発電電力の用途

遊歩道に隣接していることから、歩道照明や防犯灯の電力として発電電力を活用する方法がある。また環境学習施設として整備されているので、この施設に新たに再生可能エネルギーを学習する施設を設置する方法もある。

約 7kW の出力が得られるので、売電する方法も考えられる。



発電設備

(6) 概算工事費

概算工事費として次のとおり見込む。

表4.2.19 概算工事費(税抜き)

分類	項目	価格(千円)	備考
機器費	水力発電設備	35,000	水車・発電機・弁・制御装置等
工事費	取水槽・沈砂池	4,300	
	導水管・水圧管路	2,000	
	基礎工事	2,000	発電所建物および管路の基礎
	建物工事	4,500	発電装置等を収納する発電所建物
	その他工事	2,500	アクセス道路工事・配電線工事等
	(工事費計)	50,300	
経費	設計費	1,700	簡易測量含む
	試験調整費	1,500	
	打合せ協議	500	関係機関協議含む
	旅費交通費	300	設計者、試験調整員
初期費用	(合計)	54,300	

2) 事業採算性の検討

(1) 発電計画概要

地点 9:左京区修学院音羽谷砂防ダムでの発電計画概要を表 4.2.20に示す。地点 9:左京区修学院音羽谷砂防ダムの想定発電機出力は 8.64kW、年間発電電力量は 60,549kWh/年と試算された。

表4.2.20 地点 9:左京区修学院音羽谷砂防ダムの発電計画概要

項目	単位	概要
最大使用水量	m ³ /s	0.0068
落差	m	18.0
想定発電機出力	kW	8.64
年間発電電力量	kWh/年	60,549
初期費用	百万円	54.3

(2) 事業主体

地点 9:左京区修学院音羽谷砂防ダムの初期費用は、54.3 百万円となっている。地元企業が率先して小水力発電事業に関わることは、建設コストや輸送コストの削減、また地域の雇用創出や技術向上につながり、産業振興や地域活性化に期待できるものと予想されることから、事業主体として、地元民間企業等が事業を行う場合を想定した。比較的大規模な事業で、地元民間企業等が参画しない可能性もあることから、地方公共団体が事業主体となる場合についても想定した。

(3) 電力の用途

地点 9:左京区修学院音羽谷砂防ダム周辺における需要施設として、下流側の農地や民家等が挙げられる。需要に対して発電による供給が大きいと考えられることから、電力の用途として売電を想定した。売電を行うには系統連携が必要となるが、歩道照明、防犯灯用電力として発電電力を利用する場合は系統連携は不要である。

(4) 事業採算性の検討

事業採算性の検討にあたり、以下の条件でケーススタディを行った。表 4.2.21 にケーススタディの結果を示す。キャッシュフローによると、ケース 1、ケース 2 では単年度収支がマイナスとなり、回収は困難という結果となった。

ケース 3 として、初期費用を地球温暖化対策費等の予算を用いて地方公共団体が負担し、管理・運営を地元民間企業等に委託する場合を想定した。メンテナンスコストが 400 千円まで低減すると想定（毎年の保守点検を地元住民が主体となって行うことで、保守点検費用を 100 千円まで低減し、企業努力等によりオーバーホール費が 3,000 千円に低減すると仮定）した場合、売電収入と運営コストのバランスは 20 年目まで年間 480 千円の利益が得られる結果となった。21 年目からは利益が年間 122 千円と試算された。

ケース 1：事業主体(地元民間企業等)、補助金なし、売電、売電単価 20 円(21 年目から 10 円と想定)
ケース 2：事業主体(地方公共団体)、補助金あり、売電、売電単価 10 円
ケース 3：管理・運営主体(地元民間企業等)、初期費用なし、売電、売電単価 20 円(21 年目から 10 円と想定)、維持管理の一部を地元が行うと想定

表4.2.21 事業採算性検討結果 (地点 9:左京区修学院音羽谷砂防ダム)

項目	ケース 1	ケース 2	ケース 3
電力の用途	売電	売電	売電
事業主体	地元民間企業等	地方公共団体	(管理・運営主体) 地元民間企業等
初期費用(百万円)	54.3	54.3	0
自己資金(百万円)	27.2	27.2	0
補助金(百万円)	0	27.2	0
金融機関借入れ(百万円)	27.2	0	0
年間発電電力量(kWh)	60,549	60,549	60,549
買取価格(円)	20 (1～20 年) 10(21 年～)	10	20 (1～20 年) 10(21 年～)
メンテナンス費(千円/年) (内訳)	800	800	400
保守点検費(千円/年)	(300)	(300)	(100)
オーバーホール費(千円/10 年)	(5,000)	(5,000)	(3,000)
投資回収年数(年)	-	-	
売電収入と運営コストのバランス (収入-メンテナンス費-法人税) (千円/年)	-1,789 (1～20 年) -2,395(21 年～)	-2,395	480 (1～20 年) 122(21 年～)

※継続的な運営を行う上で、売電収入と運営コストのバランスがプラスとなるような条件設定が重要となる。

※保守点検費とは、ごみが詰まっていないかなど、専門家以外の人が日常的に可能な範囲の点検作業にかかる費用を指す。

※オーバーホール費は、10 年に 1 度部品等を交換し、試運転・調整を行う際にかかる費用を指し、実施には専門的な知識を要する。

表4.2.22 キャッシュフローの前提条件 (地点 9:左京区修学院音羽谷砂防ダム)

地点9:左京区修学院音羽谷砂防ダム(ケース1)

	項目	単位	備考
諸条件	小水力発電導入規模	8.64 kW	地点
	平均発電量	7,008 kWh/kW	年間発電量÷発電導入規模
	発電量	60,549 kWh/年	
初期投資	小水力発電工事単価	628 万円/kW	概算工事費÷小水力発電導入基規模
	小水力発電工事費	54.3 百万円	地点ごとに概算工事費を試算
	補助率	0%	
	補助金	0 百万円	
	自己資金	27.2 百万円	
	金融機関借入	27.2 百万円	
経常収入	売電価格	20 円	21年目から半額と想定
経常支出	メンテナンス費 (%)	5.5%	
	年間メンテナンス費用	3000 千円	地点ごとに維持管理費を試算
	償却年数	22 年	小水力発電を22年と想定 (法定耐用年数)
	残存価額	0%	
	金利	3%	
	借り入れ期間	20 年間	
	租税公課等	1.4%	固定資産税
	法人税等	40.87%	2012(現行税率)40.87

地点9:左京区修学院音羽谷砂防ダム(ケース2)

	項目	単位	備考
諸条件	小水力発電導入規模	8.64 kW	地点
	平均発電量	7,008 kWh/kW	年間発電量÷発電導入規模
	発電量	60,549 kWh/年	
初期投資	小水力発電工事単価	628 万円/kW	概算工事費÷小水力発電導入基規模
	小水力発電工事費	54.3 百万円	地点ごとに概算工事費を試算
	補助率	50%	二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金50% (環境省)
	補助金	27.2 百万円	
	市一般財源	27.2 百万円	
	金融機関借入	0 百万円	
経常収入	売電価格	10 円	平成23年度第2回農業農村振興整備部会 配布資料「農業農村整備事業における小水力発電について」(農林水産省)
経常支出	メンテナンス費 (%)	1.5%	
	年間メンテナンス費用	800 千円	地点ごとに維持管理費を試算
	償却年数	22 年	小水力発電を22年と想定 (法定耐用年数)
	減価償却費の残存価値	0%	
	金利	3%	
	借り入れ期間	20 年間	
	租税公課等	0%	
	法人税等	0%	2012(現行税率)40.87

地点9:左京区修学院音羽谷砂防ダム(ケース3)

	項目	単位	備考
諸条件	小水力発電導入規模	8.64 kW	地点
	平均発電量	7,008 kWh/kW	年間発電量÷発電導入規模
	発電量	60,549 kWh/年	
初期投資	小水力発電工事単価	0 万円/kW	概算工事費÷小水力発電導入基規模
	小水力発電工事費	0.0 百万円	初期費用を地方公共団体が負担すると想定 (地球温暖化対策費)
	補助率	0%	
	補助金	0 百万円	
	自己資金	0.0 百万円	
	金融機関借入	0.0 百万円	
経常収入	売電価格	20 円	21年目から半額と想定
経常支出	メンテナンス費 (%)		
	年間メンテナンス費用	400 千円	維持管理の一部を地元で行うと想定
	償却年数	22 年	小水力発電を22年と想定 (法定耐用年数)
	残存価額	0%	
	金利	3%	
	借り入れ期間	20 年間	
	租税公課等	0.0%	市の所有物となるため固定資産税は免除
	法人税等	40.87%	2012(現行税率)40.87

地点9:左京区修学院音羽谷砂防ダム(ケース1)																								単位:千円		
累計年度		0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	50年	100年
初期投資																										
設備導入	54,300																									
補助	0																									
県一般財源	27,150																									
金融機関借入	27,150																									
収入		1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	605	605	605	605
売電価格		1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	605	605	605	605
支出		7,008	6,943	6,878	6,811	6,743	6,675	6,605	6,534	6,462	6,389	6,315	6,240	6,163	6,086	6,007	5,926	5,844	5,761	5,677	5,590	5,503	5,468	3,000	3,000	3,000
利息		815	784	753	721	688	654	618	582	545	507	467	426	384	341	297	251	204	155	105	53	0	0	0	0	0
メンテナンス費		3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
減価償却		2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468	2,468
租税公課		726	691	657	622	587	553	518	484	449	415	380	346	311	276	242	207	173	138	104	69	35	0	0	0	0
税引前利益		-5,797	-5,732	-5,667	-5,600	-5,532	-5,464	-5,394	-5,323	-5,251	-5,178	-5,104	-5,029	-4,953	-4,875	-4,796	-4,715	-4,633	-4,550	-4,466	-4,379	-4,287	-4,191	-4,091	-3,985	-3,875
法人税等		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税引後利益		-5,797	-5,732	-5,667	-5,600	-5,532	-5,464	-5,394	-5,323	-5,251	-5,178	-5,104	-5,029	-4,953	-4,875	-4,796	-4,715	-4,633	-4,550	-4,466	-4,379	-4,287	-4,191	-4,091	-3,985	-3,875
当期キャッシュ		-3,329	-3,264	-3,199	-3,132	-3,064	-2,995	-2,926	-2,855	-2,783	-2,710	-2,636	-2,561	-2,484	-2,407	-2,327	-2,247	-2,165	-2,082	-1,997	-1,911	-1,825	-1,739	-1,653	-1,567	-1,481
元本返済		1,010	1,041	1,072	1,104	1,137	1,171	1,206	1,243	1,280	1,318	1,358	1,399	1,441	1,484	1,528	1,574	1,621	1,670	1,720	1,772	1,825	1,879	1,933	1,987	2,041
返済後キャッシュ		-4,340	-4,305	-4,270	-4,236	-4,203	-4,167	-4,132	-4,098	-4,063	-4,029	-3,994	-3,959	-3,925	-3,890	-3,856	-3,821	-3,787	-3,752	-3,718	-3,683	-3,649	-3,615	-3,581	-3,547	-3,513
キャッシュフロー累計	0	-4,340	-8,645	-12,915	-17,151	-21,352	-25,519	-29,651	-33,749	-37,812	-41,841	-45,835	-49,794	-53,719	-57,610	-61,465	-65,287	-69,073	-72,825	-76,543	-80,226	-83,875	-87,489	-91,058	-94,582	-98,061
PIRR算定キャッシュフロー	-54,300	-2,515	-2,480	-2,446	-2,411	-2,376	-2,342	-2,307	-2,273	-2,238	-2,204	-2,169	-2,135	-2,100	-2,065	-2,031	-1,996	-1,962	-1,927	-1,893	-1,858	-1,825	-1,791	-1,757	-1,723	-1,689
IRR	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
累積年度損益	-27,150	-31,490	-35,795	-40,065	-44,301	-48,502	-52,669	-56,801	-60,899	-64,962	-68,991	-72,985	-76,944	-80,869	-84,760	-88,615	-92,437	-96,223	-99,975	-103,693	-107,376	-109,805	-112,200	-114,568	-116,900	-119,196
PIRR算定キャッシュフロー = 税引き後利益 + 設備等原価 + 営業外費用 (支払利息)		-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789	-1,789
元利返済 (均等割)		1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825	1,825
投資回収年数 = IRR(20年) =	年	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
#DIV/0!																										

表4.2.23 キャッシュフロー計算結果 (地点 9:左京区修学院音羽谷砂防ダムケース 1)

地点9:左京区修学院音羽谷砂防ダム(ケース2)																									単位:千円									
累計年度		0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	50年	100年								
初期投資																																		
設備導入																																		
補助		54,300																																
市一般財源		27,150																																
市一般財源		27,150																																
金融機関借入		0																																
収入			605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605								
売電価格			605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605								
支出			2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	800	800								
利息			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
メンテナンス費			800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800								
減価償却			1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	1,234	0	0								
租税公課			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
税引前利益			-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-195	-195								
法人税等			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
税引後利益			-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-1,429	-195	-195								
当期キャッシュ			-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195								
元本返済			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
返済後キャッシュ			-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195								
キャッシュフロー累計		0	-195	-389	-584	-778	-973	-1,167	-1,362	-1,556	-1,751	-1,945	-2,140	-2,334	-2,529	-2,723	-2,918	-3,112	-3,307	-3,501	-3,696	-3,890	-4,085	-4,279	-9,726	-19,451								
PIRR算定キャッシュフロー		-27,150	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195	-195								
IRR			#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	####	####								
累積年度損益		-27,150	-27,345	-27,539	-27,734	-27,928	-28,123	-28,317	-28,512	-28,706	-28,901	-29,095	-29,290	-29,484	-29,679	-29,873	-30,068	-30,262	-30,457	-30,651	-30,846	-31,040	-31,235	-31,429	-36,876	-46,601								
PIRR算定キャッシュフロー=税引き後利益+設備等原価+営業外費用(支払利息)																																		
元利返済(均等割)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								

表4.2.24 キャッシュフロー計算結果(地点9:左京区修学院音羽谷砂防ダムケース2)

地点9:左京区修学院音羽谷砂防ダム(ケース3)																									単位:千円			
累計年度	0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	23年	24年			
初期投資																												
設備導入	0																											
補助	0																											
県一般財源	0																											
金融機関借入	0																											
収入																												
売価価格	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	1,211	605	605	605			
支出	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400			
利息	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
メンテナンス費	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400			
減価償却	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
租税公課	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
税引前利益	811	811	811	811	811	811	811	811	811	811	811	811	811	811	811	811	811	811	811	811	811	205	205	205	205			
法人税等	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	84	84	84	84			
税引後利益	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	122	122	122	122			
当期キャッシュ	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	122	122	122	122			
元本返済	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
返済後キャッシュ	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	122	122	122	122			
キャッシュフロー累計	0	480	959	1,439	1,918	2,398	2,877	3,357	3,836	4,316	4,795	5,275	5,754	6,234	6,713	7,193	7,673	8,152	8,632	9,111	9,591	9,712	9,834	9,955	10,077			
PIRR算定キャッシュフロー	0	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	122	122	122	122			
IRR																												
累積年度損益	0	480	959	1,439	1,918	2,398	2,877	3,357	3,836	4,316	4,795	5,275	5,754	6,234	6,713	7,193	7,673	8,152	8,632	9,111	9,591	9,712	9,834	9,955	10,077			
PIRR算定キャッシュフロー＝税引き後利益＋設備等原価＋営業外費用(支払利息)																												
元利返済(均等割)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

年
投資回収年数＝
IRR(20年)＝
#DIV/0!

表4.2.25 キャッシュフロー計算結果(地点9:左京区修学院音羽谷砂防ダムケース3)

3) 課題と対策

本地点における課題と対策を下表に示す。

表4.2.26 課題と解決策 (地点 9:左京区修学院音羽谷砂防ダム)

分類	目的	課 題	解決策	補足
基礎情報	配置・配管設計図の作成	地形図が不足している。 地形図が不足すると設備や配管の設計図が作成不可	砂防堰堤の場合は砂防課、農業用水路等の場合は施設を管理する土地改良区等に依頼し、1/500 程度の平面図を入手する。	河川・水路の他、周辺の道路・空地・配管ルート付近も必要 平面図が入手できない場合は、測量等により平面図を作成するため、測量費として 1 箇所 30 万円程度の調査費用を別途見込む必要がある。
	設備・配管設計図の作成	構造物や落差部の形状等の把握が不足している。 構造物や落差部の形状等の把握が不足すると、設備や配管の設計図が作成不可	砂防堰堤の場合は砂防課、農業用水路等の場合は施設を管理する土地改良区等に依頼し、構造物の形状や落差部の縦断図を入手する。	取水点と発電装置設置標高の把握が必須。 平面図が入手できない場合は、測量等により平面図を作成するため、測量費として 1 箇所 10 万円程度の調査費用を別途見込む必要がある。
	発電規模の算定	流量、流況の情報が不足している。 流量、流況の情報が不足すると、水力発電による発生電力を精度よく算定するのが困難になる。	当該施設又は流況を同じくすると判断される地点において流況曲線が把握されている場合、施設管理者に問い合わせ、流況曲線を入手する。	流況曲線が望ましいが、流況曲線が把握できない場合は、河川水を利用する場合は「流量年表(国土交通省河川局編,日本河川協会)」「流量要覧(経済産業省資源エネルギー庁編)」等で年間の流況を調査する。
	事前協議と申請手続き	地権者(発電施設用地の地権者・管理者)の把握が不足。 地権者の把握が不足すると、河川法上の手続き等において地権者と調整する際問題が生じる。	河川法上の手続きにおいて地権者との調整が必要なため、河川及び河川内工作物だけでなく、河川周辺の土地の地権者等を把握する。	道路から発電設備用地までの間も把握が必要である。
	事前協議と申請手続き	水利権者の把握が不足。 水利権者の情報が不足すると、事業を行う上で水利権者と調整する際、問題が生じる。	国土交通省の最寄り河川事務所(又は京都府の河川担当部局)に問い合わせ、水利権者の調査を行う	複数いる場合がある。

分類	目的	課 題	解決策	補足
法的課題	事前協議と申請手続き	河川法上の手続きを行う必要がある。 河川法上の手続きを行わず、発電のための「特定水利使用」を行うと、法令違反となる。	河川の種類を確認し、関係機関に手続きの届出を行う。 (表 5.2.3 参照)	
	事前協議と申請手続き		流水の占用の許可(23 条)	小水力発電設備が河川の流水を占用して行われることから、協議は必ず必要。
	事前協議と申請手続き		土地の占用の許可(24 条)	河川区域内の土地を占用して小水力発電設備を建設する場合、協議が必要。
	事前協議と申請手続き		工作物の新築等の許可(26 条)	小水力発電設備の建設が「河川区域内の土地において土地の切削、盛土など土地の形状を変更する行為」に該当する場合、協議が必要
	事前協議と申請手続き		土地の掘削等の許可(27 条)	小水力発電設備の建設が「河川区域内の土地において工作物を新築し、改築し、又は除去する行為」に該当する場合、協議が必要
	事前協議と申請手続き	電気事業者との協議が必要。 電気事業者との協議を行わないと、電力会社の系統に接続することができず、売電を行うことができなくなる。	電力会社（関西電力等）の最寄り営業窓口に連絡し、系統連系する場合の技術的・費用的条件の協議・調整を行う。	系統連系するかしないかの検討が必要である。
技術的課題	配置・配管設計図の作成	発電施設設置場所、配管ルートの基本地盤状況が把握できていない。 発電施設設置場所、配管ルートの基本地盤状況が把握できていないと、配置・配管の設計図が作成不可	地盤調査を実施する。	
	配置・配管設計図の作成	発電規模と配置が確定していない。 発電規模と配置が確定していないと、配置・配管の設計図の作成、事業採算性の検討が不可	発電規模を決定し、配置を平面図等に落とし込む設計を行う。	流況と落差、配置の調査検討結果が必要

分類	目的	課題	解決策	補足
技術的課題	単線結線図の作成	負荷の決定、系統連系有無が未定。負荷の決定、系統連系有無が把握できていないと、電力の使用用途が決定不可。	事業主体の発電事業目的に合わせて設計を行う。	
	配置・配管設計図の作成	基礎地盤の造成が必要。	基礎の造成設計を行う。	
	発電装置設計図・施工図の作成	適用可能な水力発電装置の機種・仕様の具体的な把握が不十分。 適用可能な機種・仕様等が把握できていないと、装置の調達ができず、また概算工事費が決定しないため、事業採算性の検討が不可。	実際に調達・設置可能な小水力発電装置を製造者に照会する。	
	配置・施設設計図の作成	取水施設、配管、放水施設等の施工方法が決まっていない。 取水施設、配管、放水施設等の施工方法が決まっていないと、詳細設計が不可。	現地の状況に合わせ、取水施設、配管、放水施設等の配置及び施工設計の詳細な検討を行う。	
	建築設計図の作成	除塵施設が未定。 除塵施設が未定の場合、施設の調達ができず、また概算工事費が決定しないため、事業採算性の検討が不可。	流水の異物混入状況調査と除塵施設の設計を行う。	
	配置設計図の作成	発電施設の建物が必要。	発電所建屋の設計を行う。	用水路設置型も制御盤を収納する建屋が必要(屋外盤なら不要)
	配置・配管設計図の作成	アクセス道路がない。 アクセス道路がないと、工事、維持管理に支障がある。	アクセス道路の設計を行う。	
資金的課題	事業主体の検討	事業主体が決まっていない。 事業主体が決まらなないと、使用できる補助金が未定となり、事業計画の作成が不可。	事業主体の選定を行う。	事業主体の検討については、5章で詳述する。

分類	目的	課 題	解決策	補足
資 金 的 課 題	事業スキームの検討	工事費が未定。 工事費が未定だと、事業採算性の検討が不可。	設計に合わせて機器費・工事費を積算する	
	事業スキームの検討	利用可能な補助金の利用有無・条件が決まっていない。 利用可能な補助金の利用有無・条件が決まないと、事業計画の作成が不可。	適用可能な補助金と補助額を調査、申し込む。	
	事業スキームの検討	資金調達・返済の具体的スキームが決まっていない。 資金調達・返済の具体的スキームが決まないと、事業計画の作成が不可。	資金計画を立案・検討し、事業主体が関係者へ承諾を得る。	

4.2.6 地点 24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路

1) 概略設計

(1) 配置計画および設備設置計画

法面中腹から低い位置にある農地へ送る農業用水路の下部に発電設備を設置する。水路途中の柵に配管をつなげ、導水する。発電設備は用水路下部の集水柵付近の空地に設置する。発電後の水は用水路に戻す。次頁の配置図を参照。

(2) 集水・導水・配管計画

既設水路と同じルートで導水する。ルートが直線状でないため敷設する配管も可とう性のあるポリエチレン管を選定する。管は基本的に露出配管とするが、道路横断する部分は埋設する。

年間を通じての流況は不明であるが、用水路規模から想定される流量 $0.02\text{m}^3/\text{s}$ を利用可能な流量として採用する。

(3) 発電方式および機器仕様

水車形式は、流量と落差からポンプ逆転水車が適用可能である。系統連系が可能な場所であり、発電出力が約 1.9kW であることから太陽光発電で使われるパワーコンディショナを使った設備構成とする。発電機は、この出力規模では比較的入手しやすい永久磁石式発電機を選定する。

(4) 発電出力

落差 16.0m 、流量 $0.02\text{m}^3/\text{s}$ 、効率 0.60 として、発電出力 $P[\text{kW}]$ は

$$P=9.8 \times 16.0 \times 0.02 \times 0.60=1.88\text{kW}$$

となる。

機器仕様としては、上記出力の2割増とし、流量増加時にも有効に発電できるようにするものとする。つまり発電設備の最大出力は、

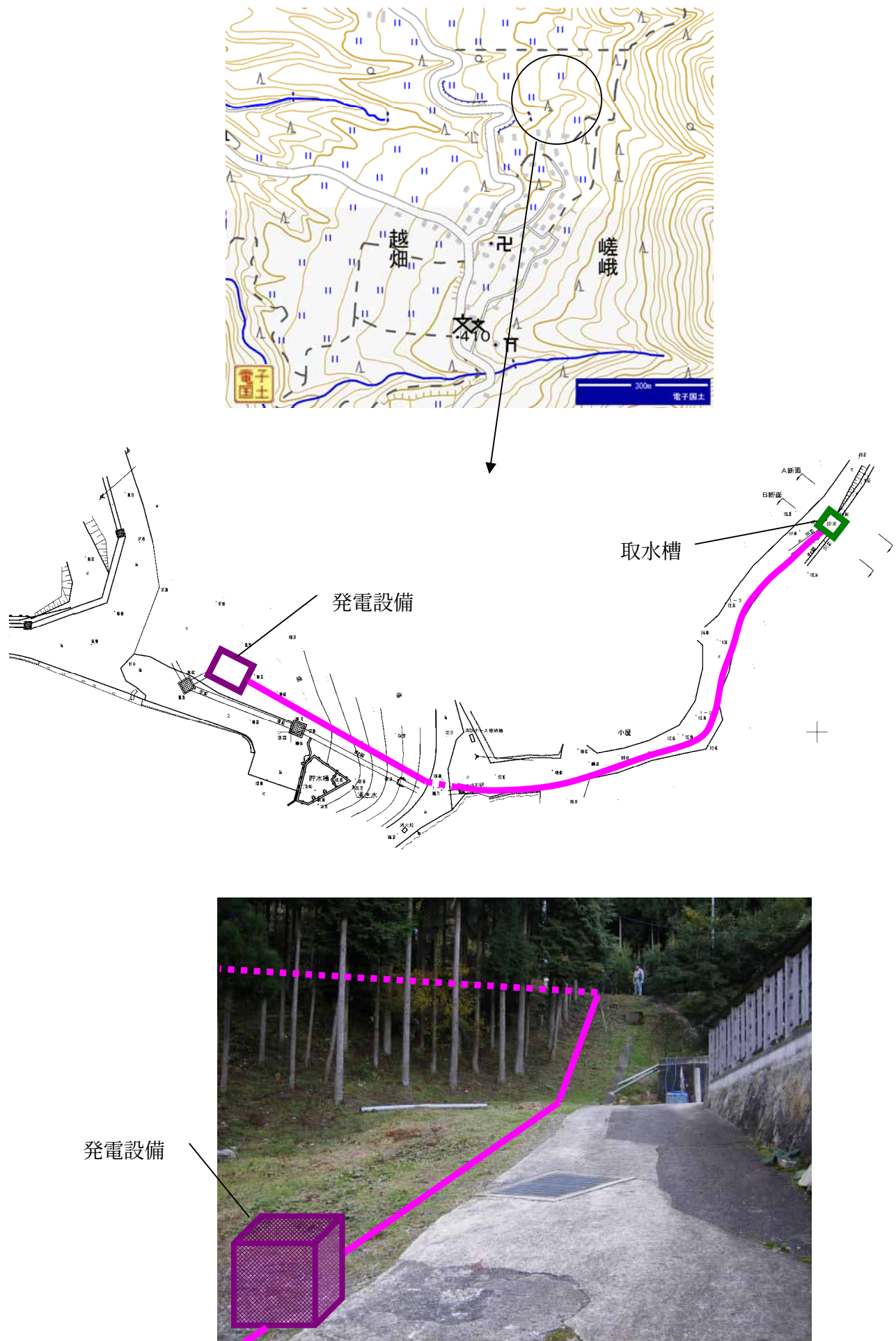
$$P_{\text{max}}=1.88 \times 1.2=2.26\text{kW}$$

とする。

(5) 発電電力の用途

越畑地区の集落中心部に近いことから、道路照明や防犯灯の電力として発電電力を活用する方法がある。また農業用電力として防護柵などで使う方法もある。近隣の公民館、JA など地域の公共的施設の電源として使用する方法も考えられる。

約 2kW 弱の小出力であり、売電するのは有効な活用策ではない。



(6) 概算工事費

概算工事費として次のとおり見込む。

表4.2.27 概算工事費(税抜き)

分類	項目	価格(千円)	備考
機器費	水力発電設備	7,000	水車・発電機・弁・制御装置等
工事費	取水槽・沈砂池	1,500	
	導水管・水圧管路	1,300	
	基礎工事	2,200	発電所建物および管路の基礎
	建物工事	2,500	発電装置等を収納する発電所建物
	その他工事	1,500	アクセス道路工事・配電線工事等
	(工事費計)	16,000	
経費	設計費	800	簡易測量含む
	試験調整費	800	
	打合せ協議	200	関係機関協議含む
	旅費交通費	200	設計者、試験調整員
初期費用	(合計)	18,000	

2) 事業採算性の検討

(1) 発電計画概要

地点 24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路での発電計画概要を表 4.2.28に示す。地点 24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路の想定発電機出力は 2.26kW、年間発電電力量は 15,838kWh/年と試算された。

表4.2.28 地点 24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路堰の発電計画概要

項目	単位	概要
最大使用水量	m ³ /s	0.02
落差	m	16.0
想定発電機出力	kW	2.26
年間発電電力量	kWh/年	15,838
初期費用	百万円	18.0

(2) 事業主体

地点 24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路の初期費用は 18.0 百万円となっている。農業用水路を利用した水力発電設備は、事業主体が地方公共団体であっても、導入後の管理を土地改良区等に委託される場合があることから、事業主体として土地改良区等を想定した。

(3) 電力の用途

地点 24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路周辺の需要施設として、集落内の集落内の道路灯・防犯灯などの公共の道路・公園施設、公民館等の公共の建物施設等が挙げられる。周辺に電力需要施設があることから、自家消費及び売電での利用を想定した。

(4) 事業採算性の検討

事業採算性の検討にあたり、以下の条件でケーススタディを行った。表 4.2.29 にケーススタディの結果を示す。キャッシュフローによると、ケース 1 は単年度収支がマイナスとなり、回収は困難という結果となった。

ケース 2 として、初期費用を地球温暖化対策費等の予算を用いて地方公共団体が負担し、管理・運営を土地改良区等に委託する場合を想定した。維持管理の一部を地元が行い、メンテナンスコストが 150 千円まで低減すると想定（毎年の保守点検を地元住民が主体となっていくことで、保守点検費用を 50 千円まで低減し、企業努力等によりオーバーホール費が 1000 千円に低減すると仮定）した場合、売電収入と運営コストのバランスは年間の利益が 11 千円となり、収入と支出がほぼつりあう結果となった。

ケース 1：事業主体(土地改良区等)、補助金あり、自家消費（11 円）＋売電（10 円）
ケース 2：管理・運営主体(土地改良区等)、初期費用なし、売電、売電単価 20 円(21 年目から 10 円と想定)、維持管理の一部を地元が行うと想定

表4.2.29 事業採算性検討結果 (地点 24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路)

項目	ケース 1	ケース 2
電力の用途	自家消費+売電	自家消費+売電
事業主体	土地改良区等	(管理・運営主体) 土地改良区等
初期費用(百万円)	18.0	0
自己資金(百万円)	9.0	0
補助金(百万円)	9.0	0
金融機関借り入れ(百万円)	0	0
年間発電電力量(kWh)	15,838	15,838
買取価格(円)	10(売電) 11(光熱費削減)	10(売電) 11(光熱費削減)
メンテナンス費(千円)	350	150
メンテナンス費(千円/年) (内訳)	350	150
保守点検費(千円/年)	(150)	(50)
オーバーホール費(千円/10 年)	(2,000)	(1,000)
投資回収年数(年)	-	
売電収入と運営コストのバランス (収入-メンテナンス費-法人税) (千円/年)	16.3(1~22 年) 9.6(23 年~)	10

※継続的な運営を行う上で、売電収入と運営コストのバランスがプラスとなるような条件設定が重要となる。

※保守点検費とは、ごみが詰まっていないかなど、専門家以外の人から日常的に可能な範囲の点検作業にかかる費用を指す。

※オーバーホール費は、10 年に 1 度部品等を交換し、試運転・調整を行う際にかかる費用を指し、実施には専門的な知識を要する。

表4.2.30 キャッシュフローの前提条件 (地点 24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路)
 地点24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路

	項目	単位	備考
諸条件	小水力発電導入規模	2.26 kW	地点
	平均発電量	7,008 kWh/kW	年間発電量÷発電導入規模
	発電量	15,838 kWh/年	
	売電量	7,919 kWh/年	年間発電量の5割と想定
	自家消費分	7,919 kWh/年	年間発電量の5割と想定
初期投資	小水力発電工事単価	796 万円/kW	概算工事費÷小水力発電導入基規模
	小水力発電工事費	18.0 百万円	地点ごとに概算工事費を試算
	補助率	50%	農山漁村地域整備交付金のうち地域用水環境整備事業
	補助金	9.0 百万円	
	自己資金	9.0 百万円	
	金融機関借入	0.0 百万円	
経常収入	売電価格	10 円	平成23年度第2回農業農村振興整備部会 配布資料「農業農村整備事業における小水力発電について」(農林水産省)
	光熱費削減(自家消費)	11 円	「既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン(案)」(平成22年、国土交通省)
経常支出	メンテナンス費(%)	0.8%	
	年間メンテナンス費用	150 千円	地点ごとに維持管理費を試算
	償却年数	22 年	小水力発電を22年と想定(法定耐用年数)
	残存価値	0%	
	金利	3%	
	借入れ期間	20 年間	
	租税公課等	1.4%	固定資産税
	法人税等	40.87%	2012(現行税率)40.87

地点24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路(ケース2)

	項目	単位	備考
諸条件	小水力発電導入規模	2.26 kW	地点
	平均発電量	7,008 kWh/kW	年間発電量÷発電導入規模
	発電量	15,838 kWh/年	
	売電量	7,919 kWh/年	年間発電量の5割と想定
	自家消費分	7,919 kWh/年	年間発電量の5割と想定
初期投資	小水力発電工事単価	0 万円/kW	概算工事費÷小水力発電導入基規模
	小水力発電工事費	0.0 百万円	初期費用を地方公共団体が負担すると想定(地球温暖化対策費)
	補助率	0%	
	補助金	0.0 百万円	
	自己資金	0.0 百万円	
	金融機関借入	0.0 百万円	
経常収入	売電価格	10 円	平成23年度第2回農業農村振興整備部会 配布資料「農業農村整備事業における小水力発電について」(農林水産省)
	光熱費削減	11 円	「既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン(案)」(平成22年、国土交通省)
経常支出	メンテナンス費(%)		
	年間メンテナンス費用	150 千円	維持管理の一部を地元で行うと想定
	償却年数	22 年	小水力発電を22年と想定(法定耐用年数)
	残存価値	0%	
	金利	3%	
	借入れ期間	20 年間	
	租税公課等	0.0%	市の所有物となるため固定資産税は免除
	法人税等	40.87%	2012(現行税率)40.87

地点24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路		0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	50年	100年
初期投資																										
設備導入		18,000																								
補助		9,000																								
自己資金		9,000																								
金融機関借入		0																								
収入		166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166
売電価格		79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79
光熱費削減		87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
支出		679	674	668	662	656	651	645	639	634	628	622	616	611	605	599	593	588	582	576	571	565	559	553	547	541
利息		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メンテナンス費		150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
減価償却		409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409
租税公課		120	115	109	103	97	92	86	80	74	69	63	57	52	46	40	34	29	23	17	11	6	0	0	0	0
税引前利益		-513	-507	-502	-496	-490	-484	-479	-473	-467	-462	-456	-450	-444	-439	-433	-427	-421	-416	-410	-404	-399	-393	-387	-381	-375
法人税等		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税引後利益		-513	-507	-502	-496	-490	-484	-479	-473	-467	-462	-456	-450	-444	-439	-433	-427	-421	-416	-410	-404	-399	-393	-387	-381	-375
当期キャッシュ		-104	-98	-93	-87	-81	-75	-70	-64	-58	-52	-47	-41	-35	-30	-24	-18	-12	-7	-1	5	11	16	21	26	31
元本返済		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済後キャッシュ		-104	-98	-93	-87	-81	-75	-70	-64	-58	-52	-47	-41	-35	-30	-24	-18	-12	-7	-1	5	11	16	21	26	31
キャッシュフロー累計		0	-104	-202	-295	-382	-463	-538	-608	-671	-730	-782	-829	-870	-905	-934	-958	-976	-989	-995	-999	-1001	-999	-994	-985	-971
PIRR算定キャッシュフロー		-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000
IRR		-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000
累積年度損益		-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000
PIRR算定キャッシュフロー＝税引き後利益＋設備等原価＋営業外費用(支払利息)		-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000
元利返済(均等割)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
投資回収年数＝IRR(20年)＝																										

表4.2.31 キャッシュフロー計算結果(地点24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路ケース1)

地点24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路(ケース2)		単位:千円																							
累計年度	0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	23年	24年
初期投資																									
設備導入	0																								
補助	0																								
自己資金	0																								
金融機関借入	0																								
収入		166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166
売電価格		79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79
光熱費削減		87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
支出		150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
利息		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メンテナンス費		150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
減価償却		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
租税公課		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税引前利益		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
法人税等		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
税引後利益		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
当期キャッシュ		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
元本返済		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済後キャッシュ		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
キャッシュフロー累計		0	10	19	29	39	48	58	67	77	87	96	106	116	125	135	145	154	164	173	183	193	202	212	222
PIRR算定キャッシュフロー		0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
IRR		#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
累積年度損益		0	10	19	29	39	48	58	67	77	87	96	106	116	125	135	145	154	164	173	183	193	202	212	222
PIRR算定キャッシュフロー＝税引き後利益＋設備等原価＋営業外費用（支払利息）		0	10	19	29	39	48	58	67	77	87	96	106	116	125	135	145	154	164	173	183	193	202	212	222
元利返済(均等割)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

-
#DIV/0!

投資回収年数 =
IRR(20年) =

表4.2.32 キャッシュフロー計算結果(地点24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路ケース2)

3) 課題と対策

本地点における課題と対策を下表に示す。

表4.2.33 課題と解決策 (地点 24-2:右京区嵯峨越畑農業用水路)

分類	目的	課題	解決策	補足
基礎情報	配置・配管設計図の作成	地形図が不足している。 地形図が不足すると設備や配管の設計図が作成不可	砂防堰堤の場合は砂防課、農業用水路等の場合は施設を管理する土地改良区等に依頼し、1/500 程度の平面図を入手する。	河川・水路の他、周辺の道路・空地・配管ルート付近も必要 平面図が入手できない場合は、測量等により平面図を作成するため、測量費として 1 箇所 30 万円程度の調査費用を別途見込む必要がある。
	設備・配管設計図の作成	構造物や落差部の形状等の把握が不足している。 構造物や落差部の形状等の把握が不足すると、設備や配管の設計図が作成不可	砂防堰堤の場合は砂防課、農業用水路等の場合は施設を管理する土地改良区等に依頼し、構造物の形状や落差部の縦断図を入手する。	取水点と発電装置設置標高の把握が必須。 平面図が入手できない場合は、測量等により平面図を作成するため、測量費として 1 箇所 10 万円程度の調査費用を別途見込む必要がある。
	発電規模の算定	流量、流況の情報が不足している。 流量、流況の情報が不足すると、水力発電による発生電力を精度よく算定するのが困難になる。	当該施設又は流況を同じくすると判断される地点において流況曲線が把握されている場合、施設管理者に問い合わせ、流況曲線を入手する。	流況曲線が望ましいが、流況曲線が把握できない場合、河川水を利用する場合は「流量年表(国土交通省河川局編,日本河川協会)」「流量要覧(経済産業省資源エネルギー庁編)」等で年間の流況を調査する。
	発電規模の算定	用水路の流量・取水量が不明。 流量、流況の情報が不足すると、水力発電による発生電力を精度よく算定するのが困難になる。	農業用水路については、許可水利権の場合は施設管理者に問い合わせる用水路の年間計画取水量を調査する。慣行水利権の場合は、利用者へのヒアリングにより把握するか、流量調査を行う必要がある。	流量調査を行う場合、かんがい期、非かんがい期の流量を計測する方法が考えられ、1 箇所 20 万円程度の調査費用を別途見込む必要がある。
	事前協議と申請手続き	河川・水路の系統が不明。 流量、流況の情報が不足すると、水力発電による発生電力を精度よく算定するのが困難になる。	水路・用水路の系統図を作成する。	従属水利となるかどうかを調査する必要がある。

分類	目的	課 題	解決策	補足
基礎情報	事前協議と申請手続き	地権者(発電施設用地の地権者・管理者)の把握が不足。 地権者の把握が不足すると、河川法上の手続き等において地権者と調整する際問題が生じる。	河川法上の手続きにおいて地権者との調整が必要なため、河川及び河川内工作物だけでなく、河川周辺の土地の地権者等を把握する。	道路から発電設備用地までの間も把握が必要である。
	事前協議と申請手続き	水利権者の把握が不足。 水利権者の情報が不足すると、事業を行う上で水利権者と調整する際、問題が生じる。	国土交通省の最寄り河川事務所(又は京都府の河川担当部局)に問い合わせ、水利権者の調査を行う	複数いる場合がある。
法的課題	事前協議と申請手続き	河川法上の手続きを行う必要がある。 河川法上の手続きを行わず、発電のための「特定水利使用」を行うと、法令違反となる。	河川の種類を確認し、関係機関に手続きの届出を行う。 (表 5.2.3 参照)	
	事前協議と申請手続き		流水の占用の許可(23 条)	小水力発電設備が河川の流水を占用して行われることから、協議は必ず必要。
	事前協議と申請手続き		土地の占用の許可(24 条)	河川区域内の土地を占用して小水力発電設備を建設する場合、協議が必要。
	事前協議と申請手続き		工作物の新築等の許可(26 条)	小水力発電設備の建設が「河川区域内の土地において土地の切削、盛土など土地の形状を変更する行為」に該当する場合、協議が必要
	事前協議と申請手続き		土地の掘削等の許可(27 条)	小水力発電設備の建設が「河川区域内の土地において工作物を新築し、改築し、又は除去する行為」に該当する場合、協議が必要
	事前協議と申請手続き	電気事業者との協議が必要。 電気事業者との協議を行わないと、電力会社の系統に接続することができず、売電を行うことができなくなる。	電力会社(関西電力等)の最寄り営業窓口に連絡し、系統連系する場合の技術的・費用的条件の協議・調整を行う。	系統連系するかしないかの検討が必要である。

分類	目的	課 題	解決策	補足
法的課題	事前協議と申請手続き	森林法上の手続きが必要。 森林法上の開発行為、保安林解除等の許可申請が必要な場合に申請を行わないと、法令違反となる	保安林解除については農林水産大臣、それ以外については都道府県知事に許認可申請を行う必要がある。	
	事前協議と申請手続き		保安林解除(27 条)	保安林内で建設作業等を行う場合、許可申請が必要
	事前協議と申請手続き		保安林内作業許可(34 条 1 項)	
	事前協議と申請手続き		立木伐採届(10 条の 8)	保安林内で伐採作業等を行う場合、許可申請が必要
技術的課題	配置・配管設計図の作成	発電施設設置場所、配管ルートの基本地盤状況が把握できていない。発電施設設置場所、配管ルートの基本地盤状況が把握できていないと、配置・配管の設計図が作成不可	地盤調査を実施する。	
	配置・配管設計図の作成	発電規模と配置が確定していない。 発電規模と配置が確定していないと、配置・配管の設計図の作成、事業採算性の検討が不可	発電規模を決定し、配置を平面図等に落とし込む設計を行う。	流況と落差、配置の調査検討結果が必要
	単線結線図の作成	負荷の決定、系統連系有無が未定。 負荷の決定、系統連系有無が把握できていないと、電力の使用用途が決定不可。	事業主体の発電事業目的に合わせて設計を行う。	
	配置・配管設計図の作成	基礎地盤の造成が必要。	基礎の造成設計を行う。	
	発電装置設計図・施工図の作成	適用可能な水力発電装置の機種・仕様の具体的な把握が不十分。 適用可能な機種・仕様等が把握できていないと、装置の調達ができず、また概算工事費が決定しないため、事業採算性の検討が不可。	実際に調達・設置可能な小水力発電装置を製造者に照会する。	

分類	目的	課 題	解決策	補足
	配置・施設設計図の作成	取水施設、配管、放水施設等の施工方法が決まっていない。 取水施設、配管、放水施設等の施工方法が決まっていないと、詳細設計が不可。	現地の状況に合わせ、取水施設、配管、放水施設等の配置及び施工設計の詳細な検討を行う。	
技術的課題	建築設計図の作成	除塵施設が未定。 除塵施設が未定の場合、施設の調達ができず、また概算工事費が決定しないため、事業採算性の検討が不可。	流水の異物混入状況調査と除塵施設の設計を行う。	
	配置設計図の作成	発電施設の建物が必要。	発電所建屋の設計を行う。	用水路設置型も制御盤を収納する建屋が必要(屋外盤なら不要)
	配置・配管設計図の作成	アクセス道路がない。 アクセス道路がないと、工事、維持管理に支障がある。	アクセス道路の設計を行う。	
資金的課題	事業主体の検討	事業主体が決まっていない。 事業主体が決まらな いと、使用できる補助金 が未定となり、事業計画 の作成が不可。	事業主体の選定を行う。	事業主体の検討について は、5章で詳述する。
	事業スキームの検討	工事費が未定。 工事費が未定だと、事業採算性の検討が不可。	設計に合わせて機器費・工事費を積算する	
	事業スキームの検討	利用可能な補助金の利用有無・条件が決ま っていない。 利用可能な補助金の利用有無・条件が決ま っていないと、事業計画 の作成が不可。	適用可能な補助金と補助額を調査、申し込む。	
	事業スキームの検討	資金調達・返済の具体的スキームが決ま っていない。 資金調達・返済の具体的スキームが決ま っていないと、事業計画 の作成が不可。	資金計画を立案・検討し、事業主体が関係者へ承諾を得る。	

4.2.7 地点 29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路

1) 概略設計

(1) 配置計画および設備設置計画

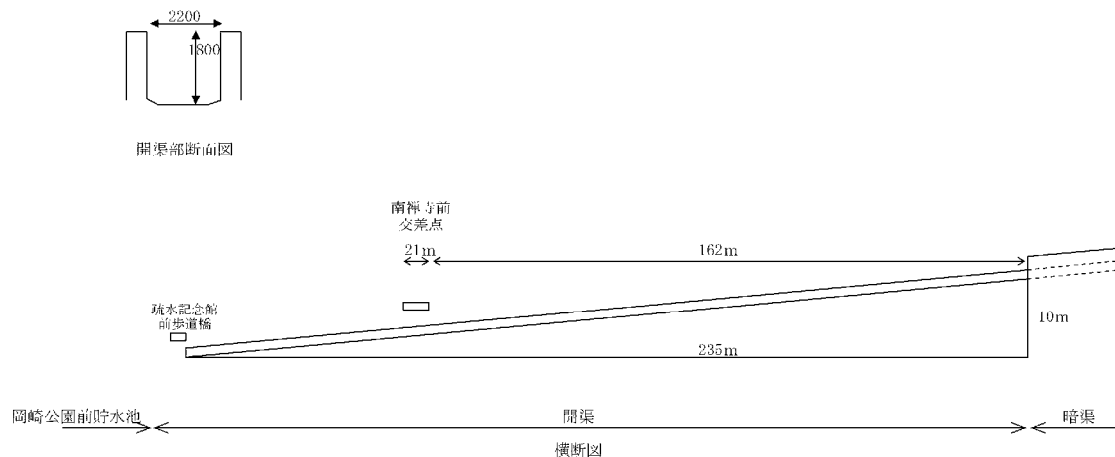
琵琶湖疏水洗堰の越流水の放水路で、インクライン横に平行している。そのうち下流(岡崎公園寄り)235mが開渠となっている。インクラインは京都市の史跡であり水路自体の大きな加工・改造はできない。そのため水路内に直接設置する方式の発電設備を採用する。この方式の場合、発電に使える落差は用水路内に設置して堰き止められる水位差になり、用水路の深さにより制約される。用水路の深さが1.8mであることから、発電に使える落差は0.8~1m程度と想定される。

放水路は一定の幅・傾斜であるため、ほぼ同一の仕様の発電設備を複数台設置可能である。

設置間隔は、上流の発電設備が下流の発電設備に影響を与えない程度まで離す必要があり、この放水路では、3台設置することが可能である。

開渠部の延長、落差および流量を現地で計測した結果は次のとおりである。

放水路下流端部付近に疏水記念館への歩道橋があり、開渠の始点からこの歩道橋までを小水力発電設置可能な範囲とした。歩道橋より下流は水路幅が広がるとともに勾配も小さくなり、小水力発電の設置には不向きである。



流量：0.35m³/s (2011年12月26日計測)

注) 琵琶湖疏水の放水路であるため流量は不定期に変動する。

この調査時点の流量は通常より少ない方である。

発電出力と水路および設備保護の点から、増水時の流量を把握する必要がある。

配置および設置イメージ図を次頁に示す。

(2) 集水・導水・配管計画

水路に直接設置する方式なので、導水管や水圧配管等の配管は必要ない。

発電設備の入水口(上流側)に集水板を設ける必要があり、機器製造と同時にこの放水路に合わせた集水板を取り付ける。

年間を通じての流況は不明であるが、利用可能な最大流量として実際に計測できた値で確実に集水できる0.35m³/sを採用する。

(3) 発電方式および機器仕様

用水路内に設置する形式の発電設備の機器仕様は次のとおりである。

1. 水車発電機

- ① 水車型式 : 開放型縦軸クロスフロー水車(1 軸)
- ② 発電機形式 : 永久磁石発電機 (相当)
- ③ 定格の種類 : 連続
- ④ 付属装置 : 整流器内蔵
- ⑤ 出力 : 1.5kW(最大)

2. 発電機制御盤

- ① 形式 : 屋外自立形2面
- ② 発電機の監視制御 : 発電機は随時監視制御方式とする
- ③ 発電機制御方式 : 直接運転制御方式とし、押ボタン式の「送電開始」「送電停止」により主機は自動送電、自動停止を行うものとする。
- ④ 保護方式 : 保護継電器が動作した場合は発電を停止する。
- ⑤ パワーコンディショナ : 1.8kW×3式 (太陽光発電用を転用)
- ⑥ 保護機能 : 過電圧継電器 (OVR)、不足電圧継電器 (UVR)、過周波数継電器 (OFR)、不足周波数継電器 (UFR)、単独運転検出

3. 電圧調整用抵抗箱

- ① 電圧調整用抵抗箱 : 屋外自立形 1 面
- ② 電圧調整用抵抗器は所内負荷消費ができない場合と事故等で遮断器が開放された時に、水車発電機保護のために抵抗で発電した電力を消費する。

4. 遠隔監視装置

- ① 監視制御装置 : 1 式
- ② 発電状況を常時監視し、稼働状態および異常発生時の警報表示等を遠隔で監視する。

(4) 発電出力

水路延長および流量、用水路深さから設置できるのは3台で、その発電出力は機器の実績から2台が各1.5kW、1台が1kWと見込まれるとの製造業者の検討結果であった。

つまり合計の発電出力 $P[\text{kW}]$ は

$$P=1.5+1.5+1.0=4.0\text{kW}$$

となる。

(5) 発電電力の用途

南禅寺に近く琵琶湖疏水インクラインに隣接している観光地であることから、観光用情報板や道路照明、歩道照明、防犯灯の電力として発電電力を活用する方法がある。

琵琶湖疏水は日本の事業用水力発電発祥の地であり、現在でも関西電力(株)蹴上発電所が稼働中であるが、それに隣接する形で小規模ではあるものの新たな水力有効活用の可能性を実現・披露できることは有意義で、観光資源としての価値も高い。



(6) 概算工事費

概算工事費として次の通り見込む。

表4.2.34 概算工事費(税抜き)

項目	内訳	単価(千円)	数量	価格(千円)	備考
機器費	水車発電機	9,500	3 式	28,500	1.5kW/式
	発電機制御盤	上記に含む	3 式	-	屋外盤
	電圧調整用抵抗箱	上記に含む	1 式	-	屋外盤
	遠方監視装置	2,500	1 式	2,500	屋外盤
	集水板	150	3 式	450	発電装置筐体に接続
	架台	100	3 式	300	放水路に発電装置を固定
	スクリーン	300	3 式	900	発電装置筐体に接続
工事費	据付工事費	5,000		5,000	配電線工事含む
試験費	試験調整費	1,500		1,500	協議含む
初期費用	(合計)			39,150	

2) 事業採算性の検討

(1) 発電計画概要

地点 29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路での発電計画概要を表 4.2.35に示す。地点 29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路(発電機 2 式設置)の想定発電機出力は 4.00kW、年間発電電力量は 28,032kWh/年と試算された。

表4.2.35 地点 29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路の発電計画概要

項目	単位	概要
最大使用水量	m ³ /s	0.35
落差	m	1.0
想定発電機出力	kW	4.00
年間発電電力量	kWh/年	28,032
初期費用	百万円	39.2

(2) 事業主体

地点 29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路の初期費用は、39.2 百万円となっている。地元企業が率先して小水力発電事業に関わることは、建設コストや輸送コストの削減、また地域の雇用創出や技術向上につながり、産業振興や地域活性化に期待できるものと予想されることから、事業主体として、地元民間企業等が事業を行う場合を想定した。

(3) 電力の用途

地点 29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路周辺における需要施設として、道路照明・防犯灯のほか、琵琶湖疏水記念館などが挙げられる。地元民間企業が開発を行う場合、採算性の取れる事業計画が求められる。固定価格買取制度が2012年7月から開始されることを受け、売電による利益の増加が見込めることから、電力の用途として売電を想定した。売電を行うには系統連携が必要となるが、観光用情報版や道路照明、歩道照明、防犯灯の電力として発電電力を利用する場合は系統連携は不要であり、観光資源としての価値も期待できる。

(4) 事業採算性の検討

事業採算性の検討にあたり、以下の条件でケーススタディを行った。表 4.2.36にケーススタディの結果を示す。キャッシュフローによると、ケース 1 は単年度収支がマイナスとなり、回収は困難という結果となった。

ケース 2 として、初期費用を地球温暖化対策費等の予算を用いて地方公共団体が負担し、管理・運営を地元民間企業等に委託する場合を想定した。維持管理の一部を地元が行い、メンテナンスコストが 250 千円まで低減すると想定（毎年の保守点検を地元住民が主体となつて行うことで、保守点検費用が 50 千円まで低減すると仮定）した場合、売電収入と運営コストのバランスは 20 年目まで年間 184 千円の利益が得られる結果となった。21 年目からは利益が年間 18 千円となり、収入と支出がおおよそつりあう結果となった。

ケース 1：事業主体(地元民間企業等)、補助金なし、売電、売電単価 20 円(21 年目から 10 円と想定)
ケース 2：管理・運営主体((地元民間企業等)、初期費用なし、売電、売電単価 20 円(21 年目から 10 円と想定)、維持管理の一部を地元が行うと想定

表4.2.36 事業採算性検討結果 (地点 29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路)

項目	ケース 1	ケース 2
電力の用途	売電	売電
事業主体	地元民間企業等	(管理・運営主体) 地元民間企業等
初期費用(百万円)	39.2	0
自己資金(百万円)	19.6	0
補助金(百万円)	0	0
金融機関借り入れ(百万円)	19.6	0
年間発電電力量(kWh)	28,032	28,032
買取価格(円)	20 (1～20 年) 10(21 年～)	20 (1～20 年) 10(21 年～)
メンテナンス費(千円)	500	250
メンテナンス費(千円/年) (内訳)	500	250
保守点検費(千円/年)	(300)	(50)
オーバーホール費(千円/10 年)	(2,000)	(2,000)
投資回収年数(年)	-	
売電収入と運営コストのバランス (収入-メンテナンス費-法人税) (千円/年)	61 (1～20 年) -220(21 年～)	184 (1～20 年) 18(21 年～)

※継続的な運営を行う上で、売電収入と運営コストのバランスがプラスとなるような条件設定が重要となる。

※保守点検費とは、ごみが詰まっていないかなど、専門家以外の人が日常的に可能な範囲の点検作業にかかる費用を指す。

※オーバーホール費は、10 年に 1 度部品等を交換し、試運転・調整を行う際にかかる費用を指し、実施には専門的な知識を要する。

表4.2.37 キャッシュフローの前提条件 (地点 29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路)

地点29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路(ケース1)

項目		単位	備考
諸条件	小水力発電導入規模	4.0 kW	地点
	平均発電量	7,008 kWh/kW	年間発電量÷発電導入規模
	発電量	28,032 kWh/年	
初期投資	小水力発電工事単価	980 万円/kW	概算工事費÷小水力発電導入基規模
	小水力発電工事費	39.2 百万円	地点ごとに概算工事費を試算
	補助率	0%	
	補助金	0.0 百万円	
	自己資金	19.6 百万円	
	金融機関借入	19.6 百万円	
経常収入	売電価格	20 円	21年目から半額と想定
経常支出	メンテナンス費 (%)	1.3%	
	年間メンテナンス費用	500 千円	地点ごとに維持管理費を試算
	償却年数	22 年	小水力発電を22年と想定 (法定耐用年数)
	残存価値	0%	
	金利	3%	
	借り入れ期間	20 年間	
	租税公課等	1.4%	固定資産税
	法人税等	40.87%	2012(現行税率)40.87

地点29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路(ケース2)

項目		単位	備考
諸条件	小水力発電導入規模	4.0 kW	地点
	平均発電量	7,008 kWh/kW	年間発電量÷発電導入規模
	発電量	28,032 kWh/年	
初期投資	小水力発電工事単価	0 万円/kW	概算工事費÷小水力発電導入基規模
	小水力発電工事費	0.0 百万円	初期費用を地方公共団体が負担すると想定 (地球温暖化対策費)
	補助率	0%	
	補助金	0.0 百万円	
	自己資金	0.0 百万円	
	金融機関借入	0.0 百万円	
経常収入	売電価格	20 円	21年目から半額と想定
経常支出	メンテナンス費 (%)		
	年間メンテナンス費用	250 千円	維持管理の一部を地元で行うと想定
	償却年数	22 年	小水力発電を22年と想定 (法定耐用年数)
	残存価値	0%	
	金利	3%	
	借り入れ期間	20 年間	
	租税公課等	0.0%	市の所有物となるため固定資産税は免除
	法人税等	40.87%	2012(現行税率)40.87

地点29-1琵琶湖疏水インクライン構放水路(ケース1)

累計年度		0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	23年	24年	
初期投資	設備導入																										
	補助																										
	自己資金																										
	金融機関借入																										
	収入	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	280	280	280	280	
支出	売価価格	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	280	280	280	280	
	利息	3,394	3,347	3,299	3,251	3,202	3,153	3,102	3,051	3,000	2,947	2,893	2,839	2,784	2,728	2,671	2,612	2,553	2,493	2,432	2,370	2,307	2,282	500	500	500	
	メンテナンス費	588	566	544	520	496	472	446	420	393	366	337	308	277	246	214	181	147	112	76	38	0	0	0	0	0	
	減価償却	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
	租税公課	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	0	0	
引当利益	法人税等	524	499	474	449	424	399	374	349	324	299	274	249	225	200	175	150	125	100	75	50	25	0	0	0	0	
	引当金	-2,833	-2,786	-2,739	-2,691	-2,642	-2,592	-2,542	-2,491	-2,439	-2,386	-2,333	-2,278	-2,223	-2,167	-2,110	-2,052	-1,993	-1,933	-1,872	-1,809	-2,026	-2,001	-220	-220	-220	
	引当後利益	-2,833	-2,786	-2,739	-2,691	-2,642	-2,592	-2,542	-2,491	-2,439	-2,386	-2,333	-2,278	-2,223	-2,167	-2,110	-2,052	-1,993	-1,933	-1,872	-1,809	-2,026	-2,001	-220	-220	-220	
	当期キャッシュ	-1,051	-1,004	-957	-909	-860	-810	-760	-709	-657	-604	-551	-497	-441	-385	-328	-270	-211	-151	-90	-28	-245	-220	-220	-220	-220	
	元本返済	729	751	774	797	821	846	871	897	924	952	980	1,010	1,040	1,071	1,103	1,136	1,171	1,206	1,242	1,279	0	0	0	0	0	
返済後キャッシュフロー累計	返済後キャッシュ	-1,781	-1,756	-1,731	-1,706	-1,681	-1,656	-1,631	-1,606	-1,581	-1,556	-1,531	-1,506	-1,481	-1,456	-1,431	-1,406	-1,382	-1,357	-1,332	-1,307	-1,279	-220	-220	-220	-220	
	PIRR算定キャッシュフロー	-39,200	-463	-438	-413	-388	-363	-338	-314	-289	-264	-239	-214	-189	-164	-139	-114	-89	-64	-39	-14	11	-245	-220	-220	-220	
PIRR算定キャッシュフロー累計	PIRR算定キャッシュフロー	-39,200	-463	-438	-413	-388	-363	-338	-314	-289	-264	-239	-214	-189	-164	-139	-114	-89	-64	-39	-14	11	-245	-220	-220	-220	
	PIRR年	-19,600	-21,381	-23,136	-24,867	-26,573	-28,254	-29,910	-31,541	-33,147	-34,728	-36,284	-37,815	-39,321	-40,803	-42,259	-43,690	-45,097	-46,478	-47,835	-49,167	-50,473	-51,718	-50,938	-51,157	-51,377	
	PIRR累積	-19,600	-21,381	-23,136	-24,867	-26,573	-28,254	-29,910	-31,541	-33,147	-34,728	-36,284	-37,815	-39,321	-40,803	-42,259	-43,690	-45,097	-46,478	-47,835	-49,167	-50,473	-51,718	-50,938	-51,157	-51,377	
PIRR算定キャッシュフロー＝税引き後利益＋設備等原価＋営業外費用(支払利息)																											
元利返済(均等割)		1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	1,317	0	0	0	0	

単位：千円

表4.2.38 キャッシュフロー計算結果(地点 29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路ケース 1)

地点29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路(ケース2)		単位:千円																							
累計年度	0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	23年	24年
初期投資																									
設備導入	0																								
補助	0																								
自己資金	0																								
金融機関借入	0																								
収入		561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561
宗電価格		561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561
支出		250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
利息		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メンテナンス費		250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
減価償却		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
租税公課		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税引前利益		311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311
法人税等		127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127
税引後利益		184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184
当期キャッシュ		184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184
元本返済		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済後キャッシュ		184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184
キャッシュフロー累計		0	184	367	551	735	918	1,102	1,286	1,469	1,653	1,837	2,020	2,204	2,388	2,572	2,755	2,939	3,123	3,306	3,490	3,674	3,858	4,042	4,226
PIRR算定キャッシュフロー		0	184	367	551	735	918	1,102	1,286	1,469	1,653	1,837	2,020	2,204	2,388	2,572	2,755	2,939	3,123	3,306	3,490	3,674	3,858	4,042	4,226
PIRR算定キャッシュフロー＝税引後利益＋設備等原価＋営業外費用(支払利息)		0	184	367	551	735	918	1,102	1,286	1,469	1,653	1,837	2,020	2,204	2,388	2,572	2,755	2,939	3,123	3,306	3,490	3,674	3,858	4,042	4,226
元利返済(均等割)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
投資回収年数＝ IRR(20年)＝																									

表4.2.39 キャッシュフロー計算結果(地点 29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路ケース2)

3) 課題と対策

本地点における課題と対策を下表に示す。

表4.2.40 課題と解決策 (地点 29-1:琵琶湖疏水インクライン横放水路)

分類	目的	課 題	解決策	補足
基礎情報	配置・配管設計図の作成	地形図が不足している。 地形図が不足すると設備や配管の設計図が作成不可	砂防堰堤の場合は砂防課、農業用水路等の場合は施設を管理する土地改良区等に依頼し、1/500 程度の平面図を入手する。	河川・水路の他、周辺の道路・空地・配管ルート付近も必要 平面図が入手できない場合は、測量等により平面図を作成するため、測量費として 1 箇所 30 万円程度の調査費用を別途見込む必要がある。
	設備・配管設計図の作成	構造物や落差部の形状等の把握が不足している。 構造物や落差部の形状等の把握が不足すると、設備や配管の設計図が作成不可	砂防堰堤の場合は砂防課、農業用水路等の場合は施設を管理する土地改良区等に依頼し、構造物の形状や落差部の縦断図を入手する。	取水点と発電装置設置標高の把握が必須。 平面図が入手できない場合は、測量等により平面図を作成するため、測量費として 1 箇所 10 万円程度の調査費用を別途見込む必要がある。
	発電規模の算定	流量、流況の情報が不足している。 流量、流況の情報が不足すると、水力発電による発生電力を精度よく算定するのが困難になる。	当該施設又は流況を同じくすると判断される地点において流況曲線が把握されている場合、施設管理者に問い合わせ、流況曲線を入手する。	流況曲線が望ましいが、流況曲線が把握できない場合、河川水を利用する場合は「流量年表(国土交通省河川局編,日本河川協会)」「流量要覧(経済産業省資源エネルギー庁編)」等で年間の流況を調査する。
	発電規模の算定	用水路の流量・取水量が不明。 流量、流況の情報が不足すると、水力発電による発生電力を精度よく算定するのが困難になる。	農業用水路については、許可水利権の場合は施設管理者に問い合わせして用水路の年間計画取水量を調査する。慣行水利権の場合は、利用者へのヒアリングにより把握するか、流量調査を行う必要がある。	流量調査を行う場合、かんがい期、非かんがい期の流量を計測する方法が考えられ、1 箇所 20 万円程度の調査費用を別途見込む必要がある。
	事前協議と申請手続き	水利権者の把握が不足。 水利権者の情報が不足すると、事業を行う上で水利権者と調整する際、問題が生じる。	国土交通省の最寄り河川事務所(又は京都府の河川担当部局)に問い合わせ、水利権者の調査を行う	複数いる場合がある。

分類	目的	課 題	解決策	補足
法的課題	事前協議と申請手続き	河川法上の手続きを行う必要がある。 河川法上の手続きを行わず、発電のための「特定水利使用」を行うと、法令違反となる。	河川の種類を確認し、関係機関に手続きの届出を行う。 (表 5.2.3 参照)	
	事前協議と申請手続き		流水の占用の許可(23 条)	小水力発電設備が河川の流水を占有して行われることから、協議は必ず必要。
	事前協議と申請手続き		土地の占用の許可(24 条)	河川区域内の土地を占有して小水力発電設備を建設する場合、協議が必要。
	事前協議と申請手続き		工作物の新築等の許可(26 条)	小水力発電設備の建設が「河川区域内の土地において土地の切削、盛土など土地の形状を変更する行為」に該当する場合、協議が必要
	事前協議と申請手続き		土地の掘削等の許可(27 条)	小水力発電設備の建設が「河川区域内の土地において工作物を新築し、改築し、又は除去する行為」に該当する場合、協議が必要
	事前協議と申請手続き	電気事業者との協議が必要。 電気事業者との協議を行わないと、電力会社の系統に接続することができず、売電を行うことができなくなる。	電力会社(関西電力等)の最寄り営業窓口連絡し、系統連系する場合の技術的・費用的条件の協議・調整を行う。	系統連系するかしないかの検討が必要である。
	事前協議と申請手続き	文化財保護法の手続きが必要。 史跡名勝天然記念物現状変更許可申請を行わずに史跡名勝天然記念物の現状を変更すると、法令違反となる。	史跡、名勝、天然記念物現状変更許可(125 条)	蹴上インクラインは国の史跡に指定されている。
	事前協議と申請手続き	上下水道局に水使用料の確認と申し込み手続きを行う。	事業用に取水し水利用を行っている場合、水使用料の確認と申し込み手続きを行う	蹴上インクラインは事業用に取水し水利用を行っている。
技術的課題	配置・配管設計図の作成	発電施設設置場所、配管ルートの基本地盤状況が把握できていない。発電施設設置場所、配管ルートの基本地盤状況が把握できていないと、配置・配管の設計図が作成不可	地盤調査を実施する。	

分類	目的	課 題	解決策	補足
技術的課題	配置・配管設計図の作成	発電規模と配置が確定していない。 発電規模と配置が確定していないと、配置・配管の設計図の作成、事業採算性の検討が不可	発電規模を決定し、配置を平面図等に落とし込む設計を行う。	流況と落差、配置の調査検討結果が必要
	単線結線図の作成	負荷の決定、系統連系有無が未定。 負荷の決定、系統連系有無が把握できていないと、電力の使用用途が決定不可。	事業主体の発電事業目的に合わせて設計を行う。	
	発電装置設計図・施工図の作成	適用可能な水力発電装置の機種・仕様の具体的な把握が不十分。 適用可能な機種・仕様等が把握できていないと、装置の調達ができず、また概算工事費が決定しないため、事業採算性の検討が不可。	実際に調達・設置可能な小水力発電装置を製造者に照会する。	
	配置・施設設計図の作成	取水施設、配管、放水施設等の施工方法が決まっていない。 取水施設、配管、放水施設等の施工方法が決まっていないと、詳細設計が不可。	現地の状況に合わせ、取水施設、配管、放水施設等の配置及び施工設計の詳細な検討を行う。	
	建築設計図の作成	除塵施設が未定。 除塵施設が未定の場合、施設の調達ができず、また概算工事費が決定しないため、事業採算性の検討が不可。	流水の異物混入状況調査と除塵施設の設計を行う。	
	配置設計図の作成	発電施設の建物が必要。	発電所建屋の設計を行う。	用水路設置型も制御盤を収納する建屋が必要(屋外盤なら不要)
	配置・配管設計図の作成	アクセス道路がない。 アクセス道路がないと、工事、維持管理に支障がある。	アクセス道路の設計を行う。	

分類	目的	課題	解決策	補足
資 金 的 課 題	事業主体の検討	事業主体が決まっていない。 事業主体が決まらな いと、使用できる補助金 が未定となり、事業計画 の作成が不可。	事業主体の選定を行う。	事業主体の検討について は、5章で詳述する。
	事業スキームの検討	工事費が未定。 工事費が未定だと、事業 採算性の検討が不可。	設計に合わせて機器費・工 事費を積算する	
	事業スキームの検討	利用可能な補助金の利用 有無・条件が決まってい ない。 利用可能な補助金の利用 有無・条件が決まってい ないと、事業計画の作成 が不可。	適用可能な補助金と補助額 を調査、申し込む。	
	事業スキームの検討	資金調達・返済の具体的 スキームが決まってい ない。 資金調達・返済の具体的 スキームが決まってい ないと、事業計画の作成 が不可。	資金計画を立案・検討し、事 業主体が関係者へ承諾を得 る。	

4.2.8 地点 30:伏見区エコランド音羽の杜

1) 概略設計

(1) 配置計画および設備設置計画

エコランド音羽の杜敷地内沢水放水路上部 No6+11.842 付近で取水し、放水路下部 No0 付近の放水路脇空地に設置する発電設備に導水して発電する計画とする。水平距離としては約 132m となる。

この間の標高差は、 $343.8\text{m} - 303.163\text{m} = 40.637\text{m}$ 約 40m(切捨) となる。

次頁の配置図を参照。

(2) 集水・導水・配管計画

放水路の傾斜に沿って配管を敷設する。

放水路左岸側の歩道・階段と放水路躯体の間に水圧管路を露出配管する。水圧管路の長さは、約 140m となる。配管は安価で施工性の良いポリエチレン管とする。

年間を通じての流況は不明であるが、放水路規模から想定される流量 $0.02\text{m}^3/\text{s}$ を利用可能な流量として採用する。

(3) 発電方式および機器仕様

水車形式は、流量と落差からポンプ逆転水車かペルトン水車が適用可能である。このうちゴミや異物による詰まりが懸念されるペルトン水車はメンテナンスの手間がかかることから、ポンプ逆転水車の方を選定する。

発電出力が約 4.7kW であることから、発電した電力はエコランド内で使用するものとし、単独系統とする。発電機はこの出力規模で比較的入手しやすい永久磁石式発電機を選定する。

(4) 発電出力

落差 40m、流量 $0.02\text{m}^3/\text{s}$ 、効率 0.60 として、発電出力 $P[\text{kW}]$ は

$$P = 9.8 \times 40 \times 0.02 \times 0.60 = 4.70\text{kW}$$

となる。

機器仕様としては、上記出力の 2 割増とし、流量増加時にも有効に発電できるようにするものとする。つまり発電設備の最大出力は、

$$P_{\text{max}} = 4.70 \times 1.2 = 5.64\text{kW}$$

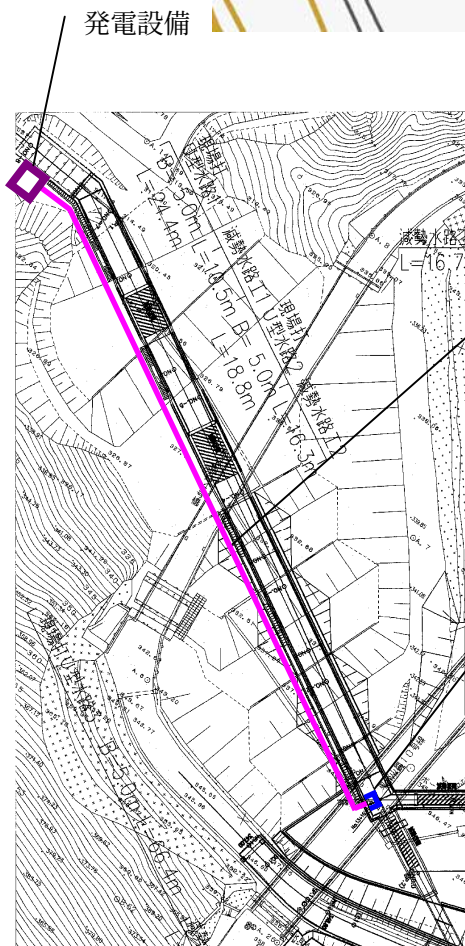
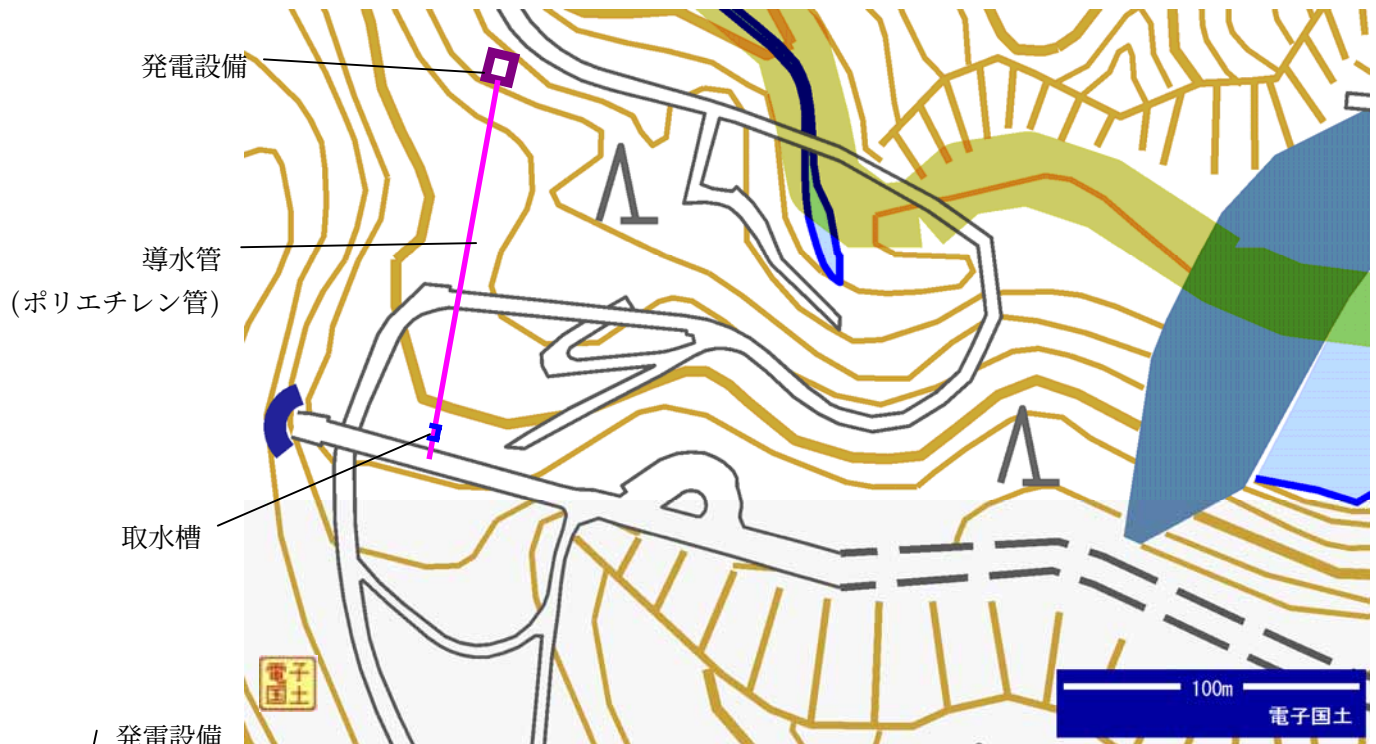
とする。

(5) 発電電力の用途

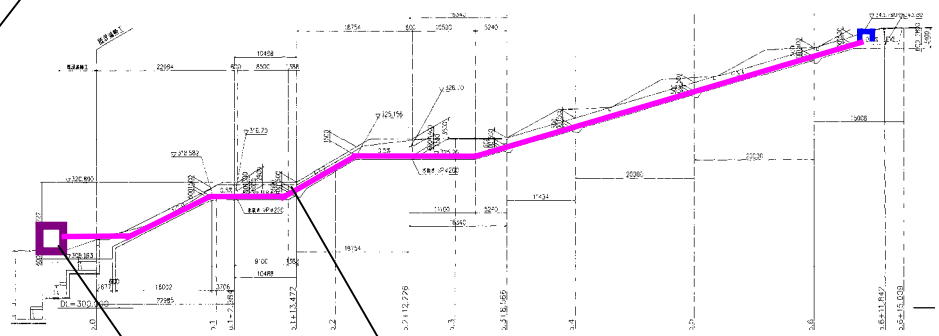
エコランド敷地内であることから、エコランドの道路照明灯の電力として発電電力を活用する方法がある。施設の補助電源として主に施設内および施設周辺の電灯需要で使う方法もある。

系統連系する場合、エコランドが高圧受電していることから、出力約 5kW の小水力発電は「みなし低圧連系」として、エコランドの低圧配電線に接続することになる。この場合、電力会社線への逆流（売電）は認められないのが原則のため、売電は事実上困難である。

エコランド内での自家消費とする。



平面図



縦断面図

(6) 概算工事費

概算工事費として次のとおり見込む。

表4.2.41 概算工事費(税抜き)

分類	項目	価格(千円)	備考
機器費	水力発電設備	10,000	水車・発電機・弁・制御装置等
工事費	取水槽・沈砂池	1,500	
	導水管・水圧管路	2,300	
	基礎工事	2,200	発電所建物および管路の基礎
	建物工事	2,500	発電装置等を収納する発電所建物
	その他工事	2,500	アクセス道路工事・構内配電線工事等
	(小計)	21,000	
経費	設計費	1,200	簡易測量含む
	試験調整費	1,000	
	打合せ協議	500	関係機関協議含む
	旅費交通費	300	設計者、試験調整員
初期費用	(合計)	24,000	

2) 事業採算性の検討

(1) 発電計画概要

地点 30:伏見区エコランド音羽の杜での発電計画概要を表 4.2.42に示す。地点 30:伏見区エコランド音羽の杜の想定発電機出力は 5.64kW、年間発電電力量は 39,525kWh/年と試算された。

表4.2.42 地点 30:伏見区エコランド音羽の杜の発電計画概要

項目	単位	概要
最大使用水量	m ³ /s	0.02
落差	m	40
想定発電機出力	kW	5.64
年間発電電力量	kWh/年	39,525
初期費用	百万円	24.0

(2) 事業主体

地点 30:伏見区エコランド音羽の杜の初期費用は、24.0 百万円となっている。地点 30:伏見区エコランド音羽の杜は京都市環境政策局の管理する埋立て処分場であるため、事業主体として、地方公共団体が事業を行う場合を想定した。

(3) 電力の用途

地点 30:伏見区エコランド音羽の杜周辺における需要施設として、道路照明、情報版、エコランド内施設などが考えられる。系統連系する場合、エコランドが高圧受電していることから、出力約 5kW の小水力発電は「みなし低圧連系」として、エコランドの低圧配電線に接続することになる。この場合、電力会社線への逆潮流（売電）は認められないのが原則のため、用途として自家消費を想定する。

(4) 事業採算性の検討

事業採算性の検討にあたり、以下の条件でケーススタディを行った。表 4.2.43 にケーススタディの結果を示す。キャッシュフローによると、ケース 1 は単年度収支がマイナスとなり、回収は困難という結果となった。

ケース 2 として、初期費用を地球温暖化対策費等の予算を用いて地方公共団体が負担し、管理・運営を、地元住民を主体とする団体等に委託する場合を想定した。維持管理の一部を地元が行い、メンテナンスコストが 300 千円まで低減すると想定（毎年の保守点検を地元住民が主体となって行うことで、保守点検費用を 100 千円まで低減し、企業努力等によりオーバーホール費が 2,000 千円に低減すると仮定）した場合、売電収入と運営コストのバランスは、利益が年間 80 千円と試算された。

ケース 1：事業主体(地方公共団体、補助金なし、自家消費（11 円）
 ケース 2：管理・運営主体(地元民間企業等)、初期費用なし、自家消費（11 円）、維持管理の一部を地元が行うと想定

表4.2.43 事業採算性検討結果(地点 30:伏見区エコランド音羽の杜)

項目	ケース 1	ケース 2
電力の用途	自家消費	自家消費
事業主体	地方公共団体	(管理・運営主体) 地元団体等
初期費用(百万円)	24.0	0
自己資金(百万円)	12.0	0
補助金(百万円)	12.0	0
金融機関借り入れ(百万円)	0	0
年間発電電力量(kWh)	39,525	39,525
光熱費削減額(自家消費)(円)	11	11
メンテナンス費(千円/年) (内訳)	550	300
保守点検費(千円/年)	(150)	(100)
オーバーホール費(千円/10 年)	(4,000)	(2,000)
投資回収年数(年)	-	
売電収入と運営コストのバランス (収入-メンテナンス費-法人税) (千円/年)	-115	80

※継続的な運営を行う上で、売電収入と運営コストのバランスがプラスとなるような条件設定が重要となる。

※保守点検費とは、ごみが詰まっていないかなど、専門家以外の人が日常的に可能な範囲の点検作業にかかる費用を指す。

※オーバーホール費は、10 年に 1 度部品等を交換し、試運転・調整を行う際にかかる費用を指し、実施には専門的な知識を要する。

※自家消費による光熱費削減額を 11 円（既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン（案）（2010 年、国土交通省））と想定したが、エコランドが高圧受電していることから、光熱費削減額は想定より安くなる可能性がある。

表4.2.44 キャッシュフローの前提条件 (地点 30:伏見区エコランド音羽の杜)

地点30:伏見区エコランド音羽の杜(ケース1)

	項目	単位	備考
諸条件	小水力発電導入規模	5.64 kW	地点
	平均発電量	7,008 kWh/kW	年間発電量÷発電導入規模
	発電量	39,525 kWh/年	
初期投資	小水力発電工事単価	426 万円/kW	概算工事費÷小水力発電導入基規模
	小水力発電工事費	24.0 百万円	地点ごとに概算工事費を試算
	補助率	50%	二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金50% (環境省)
	補助金	12.0 百万円	
	市一般財源	12.0 百万円	
	金融機関借入	0 百万円	
経常収入	光熱費削減(自家消費)	11 円	「既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン(案)」(平成22年、国土交通省)
経常支出	メンテナンス費 (%)	2.3%	
	年間メンテナンス費用	550 千円	地点ごとに維持管理費を試算
	償却年数	22 年	小水力発電を22年と想定 (法定耐用年数)
	残存価値	0%	
	金利	3%	
	借り入れ期間	20 年間	
	租税公課等	0%	
	法人税等	0%	2012(現行税率)40.87

地点30:伏見区エコランド音羽の杜(ケース2)

	項目	単位	備考
諸条件	小水力発電導入規模	5.64 kW	地点
	平均発電量	7,008 kWh/kW	年間発電量÷発電導入規模
	発電量	39,525 kWh/年	
初期投資	小水力発電工事単価	0 万円/kW	概算工事費÷小水力発電導入基規模
	小水力発電工事費	0.0 百万円	初期費用を地方公共団体が負担すると想定 (地球温暖化対策費)
	補助率	0%	
	補助金	0.0 百万円	
	市一般財源	0.0 百万円	
	金融機関借入	0 百万円	
経常収入	光熱費削減(自家消費)	11 円	「既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン(案)」(平成22年、国土交通省)
経常支出	メンテナンス費 (%)		
	年間メンテナンス費用	300 千円	維持管理の一部を地元で行うと想定
	償却年数	22 年	小水力発電を22年と想定 (法定耐用年数)
	残存価値	0%	
	金利	3%	
	借り入れ期間	20 年間	
	租税公課等	0%	市の所有物となるため固定資産税は免除
	法人税等	40.87%	2012(現行税率)40.87

単位:千円

地点30:伏見区エコランド音羽の杜(ケース1)

	累計年度										単位:千円														
	0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	50年	100年
初期投資																									
設備導入																									
補助																									
市一般財源																									
金融機関借入																									
収入																									
	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435
売価価格																									
	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435
支出																									
	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	550	550
利息																									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メンテナンス費																									
	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
減価償却																									
	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	0
租税公課																									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税引前利益																									
	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-115	-115
法人税等																									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税引後利益																									
	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-661	-115	-115
当期キャッシュ																									
	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115
元返済																									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済後キャッシュ																									
	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115
キャッシュフロー累計																									
	0	-115	-230	-346	-461	-576	-691	-807	-922	-1,037	-1,152	-1,267	-1,383	-1,498	-1,613	-1,728	-1,844	-1,959	-2,074	-2,189	-2,305	-2,420	-2,535	-5,761	-11,523
PIRR算定キャッシュフロー																									
	-12,000	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115
PIRR																									
	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
累積年度損益																									
	-12,000	-12,115	-12,230	-12,346	-12,461	-12,576	-12,691	-12,807	-12,922	-13,037	-13,152	-13,267	-13,383	-13,498	-13,613	-13,728	-13,844	-13,959	-14,074	-14,189	-14,305	-14,420	-14,535	-17,761	-23,522
PIRR算定キャッシュフロー＝引き後利益＋設備等原価＋営業外費用(支払利息)																									
	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115	-115
元利返済(均等割)																									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

年

投資回収年数＝IRR(20年)＝#DIV/0!

表4.2.45 キャッシュフロー計算結果 (地点 30:伏見区エコランド音羽の杜ケース 1)

地点30:伏見区エコランド音羽の杜(ケース2)		0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	23年	24年
累計年度																										
初期投資																										
設備導入		0																								
補助		0																								
市一般財源		0																								
金融機関借入		0																								
収入																										
売電価格			435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435
支出																										
利息			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メンテナンス費			300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
減価償却			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
租税公課			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税引前利益			135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
法人税等			55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
税引後利益			80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
当期キャッシュ			80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
元本返済			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済後キャッシュ			80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
キャッシュフロー累計			0	80	159	239	319	398	478	558	638	717	797	877	956	1,036	1,116	1,195	1,275	1,355	1,434	1,514	1,594	1,674	1,753	1,833
PIRR算定キャッシュフロー			0	80	159	239	319	398	478	558	638	717	797	877	956	1,036	1,116	1,195	1,275	1,355	1,434	1,514	1,594	1,674	1,753	1,833
IRR			#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
累積年度損益			0	80	159	239	319	398	478	558	638	717	797	877	956	1,036	1,116	1,195	1,275	1,355	1,434	1,514	1,594	1,674	1,753	1,833
PIRR算定キャッシュフロー＝税引き後利益＋設備等原価＋営業外費用(支払利息)			0	80	159	239	319	398	478	558	638	717	797	877	956	1,036	1,116	1,195	1,275	1,355	1,434	1,514	1,594	1,674	1,753	1,833
元利返済(均等割)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
投資回収年数＝ IRR(20年)＝			年		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!	

表4.2.46 キャッシュフロー計算結果(地点 30:伏見区エコランド音羽の杜ケース 2)

3) 課題と対策

本地点における課題と対策を下表に示す。

表4.2.47 課題と解決策 (地点 30:伏見区エコランド音羽の杜)

分類	目的	課 題	解決策	補足
基礎情報	配置・配管設計図の作成	地形図が不足している。 地形図が不足すると設備や配管の設計図が作成不可	砂防堰堤の場合は砂防課、農業用水路等の場合は施設を管理する土地改良区等に依頼し、1/500 程度の平面図を入手する。	河川・水路の他、周辺の道路・空地・配管ルート付近も必要 平面図が入手できない場合は、測量等により平面図を作成するため、測量費として 1 箇所 30 万円程度の調査費用を別途見込む必要がある。
	発電規模の算定	流量、流況の情報が不足している。 流量、流況の情報が不足すると、水力発電による発生電力を精度よく算定するのが困難になる。	当該施設又は流況を同じくすると判断される地点において流況曲線が把握されている場合、施設管理者に問い合わせ、流況曲線を入手する。	流況曲線が望ましいが、流況曲線が把握できない場合は「流量年表(国土交通省河川局編,日本河川協会)」「流量要覧(経済産業省資源エネルギー庁編)」等で年間の流況を調査する。
	発電規模の算定	用水路の流量・取水量が不明。 流量、流況の情報が不足すると、水力発電による発生電力を精度よく算定するのが困難になる。	農業用水路については、許可水利権の場合は施設管理者に問い合わせる用水路の年間計画取水量を調査する。慣行水利権の場合は、利用者へのヒアリングにより把握するか、流量調査を行う必要がある。	流量調査を行う場合、かんがい期、非かんがい期の流量を計測する方法が考えられ、1 箇所 20 万円程度の調査費用を別途見込む必要がある。
法的課題	事前協議と申請手続き	森林法上の手続きが必要。森林法上の開発行為、の許可申請が必要な場合に申請を行わないと、法令違反となる	都道府県知事に開発行為の許可(10条の2)申請を行うひつようがある。	小水力発電設備の建設が、地域森林計画の対象となっている民有林における開発行為にあたる場合、許可申請が必要
技術的課題	配置・配管設計図の作成	発電施設設置場所、配管ルートの基礎地盤状況が把握できていない。 発電施設設置場所、配管ルートの基礎地盤状況が把握できていないと、配置・配管の設計図が作成不可	地盤調査を実施する。	

分類	目的	課題	解決策	補足
技術的課題	配置・配管設計図の作成	発電規模と配置が確定していない。 発電規模と配置が確定していないと、配置・配管の設計図の作成、事業採算性の検討が不可	発電規模を決定し、配置を平面図等に落とし込む設計を行う。	流況と落差、配置の調査検討結果が必要
	配置・配管設計図の作成	基礎地盤の造成が必要。	基礎の造成設計を行う。	
	発電装置設計図・施工図の作成	適用可能な水力発電装置の機種・仕様の具体的な把握が不十分。 適用可能な機種・仕様等が把握できていないと、装置の調達ができず、また概算工事費が決定しないため、事業採算性の検討が不可。	実際に調達・設置可能な小水力発電装置を製造者に照会する。	
	配置・施設設計図の作成	取水施設、配管、放水施設等の施工方法が決まっていない。 取水施設、配管、放水施設等の施工方法が決まっていないと、詳細設計が不可。	現地の状況に合わせ、取水施設、配管、放水施設等の配置及び施工設計の詳細な検討を行う。	
	建築設計図の作成	除塵施設が未定。 除塵施設が未定の場合、施設の調達ができず、また概算工事費が決定しないため、事業採算性の検討が不可。	流水の異物混入状況調査と除塵施設の設計を行う。	
	配置設計図の作成	発電施設の建物が必要。	発電所建屋の設計を行う。	用水路設置型も制御盤を収納する建屋が必要(屋外盤なら不要)
技術的課題	配置・配管設計図の作成	アクセス道路がない。 アクセス道路がないと、工事、維持管理に支障がある。	アクセス道路の設計を行う。	
資金的課題	事業主体の検討	事業主体が決まっていない。 事業主体が決まらなないと、使用できる補助金が未定となり、事業計画の作成が不可。	事業主体の選定を行う。	事業主体の検討については、5章で詳述する。

分類	目的	課 題	解決策	補足
資 金 的 課 題	事業スキームの検討	工事費が未定。 工事費が未定だと、事業採算性の検討が不可。	設計に合わせて機器費・工事費を積算する	
	事業スキームの検討	利用可能な補助金の利用有無・条件が決まっていない。 利用可能な補助金の利用有無・条件が決まっていないと、事業計画の作成が不可。	適用可能な補助金と補助額を調査、申し込む。	
	事業スキームの検討	資金調達・返済の具体的スキームが決まっていない。 資金調達・返済の具体的スキームが決まっていないと、事業計画の作成が不可。	資金計画を立案・検討し、事業主体が関係者へ承諾を得る。	

4.3 考察

京都市における小水力発電の可能性について、現地調査・概略設計・事業化検討を行った。その結果について考察する。

1) 流況把握の必要性

小水力発電の規模は発電設備の最大発電出力で決定される。最大発電出力は、発電で有効に利用できる落差と、使用する水の最大流量と発電装置の効率で決まる。このうち落差は、地形図・土木構造図の調査および現地調査で精度よく設定することが容易である。また効率については発電装置に依存するもので、水車・発電機型式や規模が決まれば、容易に決定される。

これに対し流量の設定は簡単ではない。発電に使用する水の最大流量は、対象の河川の最大流量の一部で、かつ年間を通じて比較的多い日数で十分取水可能な量に設定することが、設備利用率が向上するため望ましい。しかしその取水流量を設定するためには、年間の流量の分布、すなわち流況を把握する必要がある。

多くの小水力発電の候補地では、この流況を直接計測している場合はほとんどなく、使用する水の流量の設定は容易ではない。そのため流況を把握するため、

- ① 少なくとも 1 年以上流量計測を行う。
- ② 候補地点の上流または下流で流量計測点があれば、その流況と流域面積から候補地点の流況を想定する。
- ③ 近隣の河川で流況が分かっているならば、その河川の流量を比例配分することで、対象地点の流況を想定する。

などの方法で流況を把握する。

この流況を用いて最大使用水量を設定し、最大発電出力を設定、さらに流況を考慮して年間発電電力量を算出する。この様に算出した年間発電電力量は精度が高いため、採算性・事業性を検討する際の重要な基礎データとなる。

このことから、流況を把握し、最大使用流量を決定することは重要である。

2) 発電装置調達価格の低廉化

小水力発電の実現には、その基本的機能を発揮する発電装置の調達が必須である。発電装置は高額で初期費用の大部分を占め、資金調達の困難さを招いているとともに、採算性悪化の大きな要因となっている。

発電装置は、水車、発電機、入口弁、制御装置等の機器から構成され、単一のメーカーから調達するのが一般的である。水力発電装置は、これまで性能だけでなく信頼性にも重点を置いて製品開発してきたため、有力メーカーの製品は性能が優れ故障しにくく保守点検が容易に仕上がっている。その反面、価格的には高価で、特に発電出力 50kW 程度以下のものは採算性確保が困難なほど、装置の価格が割高である。

最近の再生可能エネルギー発電装置に対する需要の増加に伴い、小水力発電装置を供給するメーカー・業者が増えているものの、価格的にはほとんど低下していない。むしろ需要に供給が追いついておらず、価格低下の気配は見られない。

小水力発電の実現のためには、より安価な発電装置の調達が望まれる。そのためには、頻繁な点検作業等を厭わず、保守性が簡略化された発電装置を安価で調達する方針を貫くことが重要である。

3) 維持管理コスト低減

小水力発電の採算性を悪化させる要因の一つに、毎年の維持管理コストがあげられる。維持管理の内容としては、数ヶ月毎および天候悪化・回復後の清掃・動作確認作業、年 1 回程度の軸受油交換・グリスアップ、約 10 年毎のオーバーホールがある。

水力発電装置は高い信頼性確保のため、納入メーカーかそのメーカー推奨の保守業者に維持管理、保守点検作業を委託する 경우가一般的である。この場合、人件費や交通費を含めた保守作業費全体の費用は、作業内容の割りに高額なものとなっている。

この維持管理・保守点検作業のうち、オーバーホールを除く毎年の作業を事業者自身あるいは地域に密着した設備整備業者に委託することで、維持管理コストを低減させることが有効である。

地域の業者に実施してもらうためには、小水力発電装置の維持管理作業の技術習得が必要であるが、汎用のポンプ等を扱っている業者であれば技術的には問題と思われる。このような業務を請け負ってくれる地域の業者の開拓・育成も必要である。

5 実施に向けた課題

5.1 事業主体

5.1.1 事業主体の検討

これまでの小水力発電の事業主体としては地方公共団体や土地改良区が一般的であったが、近年では NPO や企業が主体となるケースも出てきており、主体の多様化が進んでいる。また、地方公共団体が主体となっていく公共事業においても、PFI 等を導入し民間企業の参画を促す動きが見られる。以下に主体ごとに小水力発電導入方法を整理する。

1) 地方公共団体主体の場合 (PFI を活用した場合)

一般的な公共事業の場合には、地方公共団体が事業主体となり個別業務ごとに事業者に単年度発注することとなる。この場合、事業にかかる費用は地方公共団体自らが調達する。しかし近年、公共事業の手法の一つとして、PFI 事業が注目されている。

PFI（プライベート・ファイナンス・イニシアティブ）事業とは、1900 年代前半に英国で生まれた手法であり、公共施設等の設計から建設、維持管理までを民間の資金や経営能力、および技術的ノウハウを活用して行う手法のことを指す。「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律（PFI 法）」に基づいて実施される。

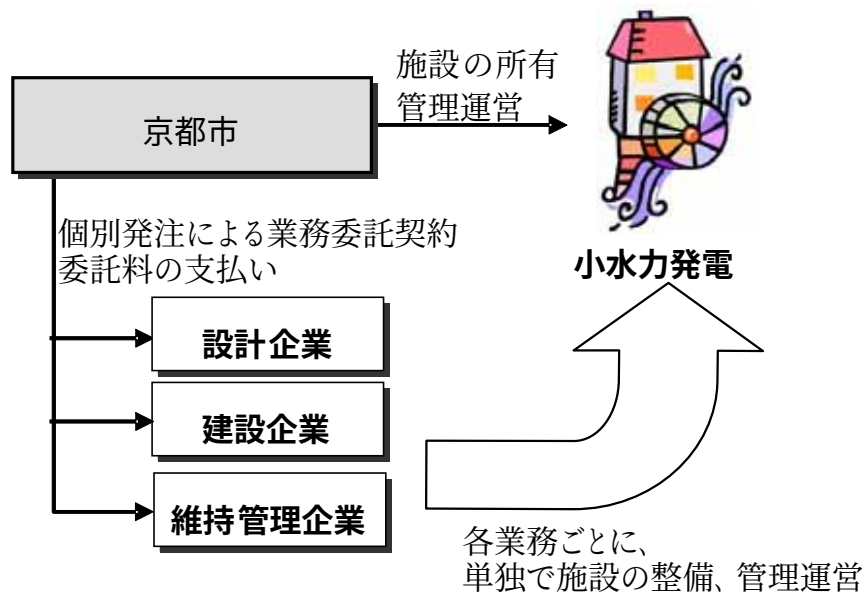
PFI 事業を行うメリットとしては、以下の 3 点が挙げられる。

- ・民間のノウハウを活用することにより、ライフサイクルコストの縮減やサービスの質の向上が期待できる
- ・民間に一括して委ねることにより、民間が幅広く参入可能となり経済の活性化に貢献する
- ・民間が資金調達するため、地方公共団体における財政負担の平準化が実現する

民間事業者の資金の調達方法としては、SPC（特別目的会社）が金融機関等からプロジェクトファイナンス※と呼ばれる借入方法を用いるのが一般的である。

一般の公共事業と PFI 事業の仕組みを以下に示す。

【一般的な公共事業】



【PFI 事業】

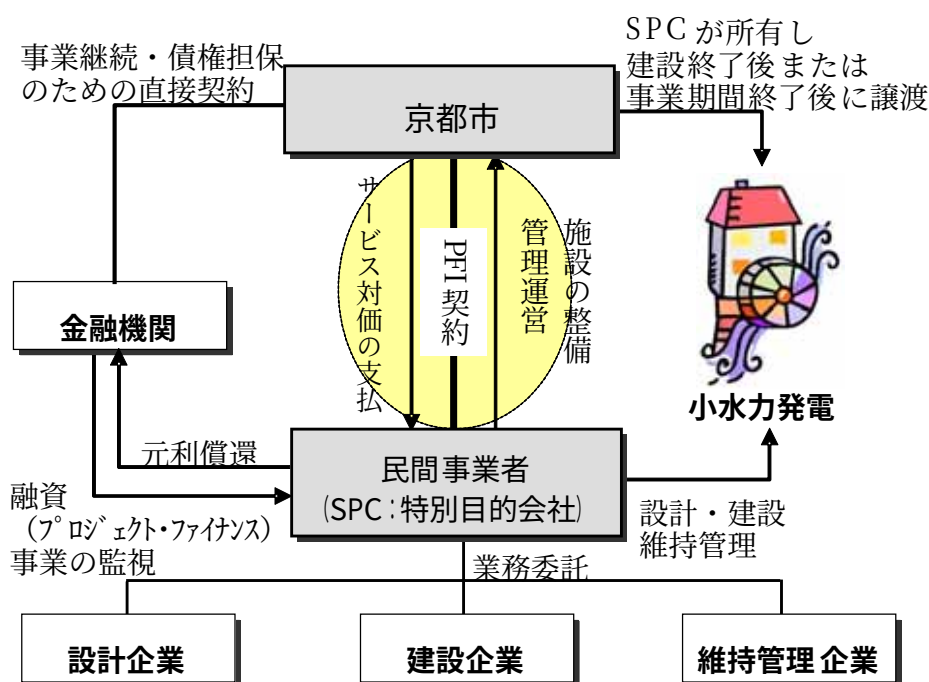


図 5.1 一般的な公共事業 (上) と PFI 事業 (下) の仕組み

※プロジェクトファイナンス…企業の信用力とは別に、プロジェクト自体から生じるキャッシュフローをもとに融資に関する意思決定を行う融資形態のこと。金融機関の事業への関与が大きいため、金融機関による事業性のチェックが期待できる。

内閣府公表のデータでは、PFI事業の多くは「教育と文化（文教施設や文化施設等）」での実施が多く、小水力発電の事例はまだ報告されていない。さらに、PFI事業は事業費が概ね10億円以上の公共事業に対して行われる場合が多いことから、小水力発電での適応を考える際は導入設置数を増やす等の検討を行う必要があると考えられる。

しかし、設計から維持管理まで一括して発注を行うPFI事業において、市内事業者がSPCの構成員として参加した場合、京都市の経済活性化に大きく寄与することが期待できる。

市内企業がSPCの代表企業として受注した事例は既に報告されている。

地元企業の積極的なPFI事業参加を促す方法については、以下のような提案が可能である。

- ・入札参加企業に対し、市内実績を有することを資格要件とする
- ・落札者決定の評価項目において、「地域経済への貢献」を設定する

以上のことを踏まえると、市内企業の活用という点からPFI導入を進めることは検討する価値があると考えられる。

表 5.1.1 地元企業が代表企業として落札したPFI事業の事例

事業名	落札グループ				
	代表企業		構成員		
とがやま温泉施設整備事業(養父市)	北居設計	但南建設			
(仮称)松森工場関連市民利用施設整備事業(仙台市)	仙建工業	コナミスポーツ	奥田建設	後藤工業	佐々良建設
		橋本	深松組	ユアテック	INA新建築研究所
		合人社計画研究所	ゼクタ		
鯖江市地域交流センター・特定公共賃貸住宅整備等PFI事業(鯖江市)	木原建設	大建設計	武生商業開発	アイビックス	
PFIによる県営住宅鈴川団地整備移転建替等事業(山形県)	山形建設	本間利雄設計事務所	山形ナショナル電機		
長野市温湯地区温泉利用施設整備等PFI事業(長野市)	滝澤建設	日本道路	エーシーエ設計	竹村製作所	つくばアクアライフ研究所
		スポーツメディア			
尼崎の森中央緑地スポーツ健康増進施設整備事業(兵庫県)	近畿菱重興産	ヤマハ発動機			

出典：内閣府 民間資金等活用事業推進室ホームページ
(<http://www8.cao.go.jp/pfi/tebiki/index.html>)

2) 民間企業主体の場合

固定価格買取制度が2012年7月から開始されることを受け、近年では民間企業による再生エネルギー事業への参画も珍しいことではない。小水力発電の例では、富山県魚津市で行われている「小早月川小水力発電」事業があげられる。（事例紹介で後述）

企業が主体となって事業を実施していく場合、1事業者単体で業務を行うことも可能であるが、各企業から構成されるSPCを設立することがより効果的であると考えられる。

SPC設立のメリットとしては、以下の3点が挙げられる。

- ・構成企業の倒産からの隔離
- ・会計の分離
- ・事業目的の特化

想定されるSPC設立（会社法人設立）の形態としては「株式会社」「LLC」「LLP」の3つのパターンが考えられる。

そのなかでも、LLPについては法人格はないものの、出資によらず貢献による利益配分が可能であり、構成員課税によるメリットが享受できるメリットがある。また、株式会社と比較して、法人設立手続きに要する時間も費用も少なく済み、内部自治に関する規制も少ないことから柔軟に事業ができるというメリットもある。

このことから、地元企業で事業体を構築する場合はLLPが有望な選択肢になると考えられる。

表 5.1.2 SPC 形態の想定パターン

	株式会社	LLC (合同会社)	LLP (有限責任事業組合)
根拠法	会社法	会社法	有限責任事業組合契約法民法
最低資本金	1円以上	1円以上	2円以上
法人格の有無	○ (登記が必要)	○ (登記が必要)	× (但し、登記は必要。契約の主体になることは可)
有限責任性	○ (出資額まで)	○ (出資額まで)	○ (出資額まで)
内部自治の原則	・損益や権限の分配は原則として出資額に比例 ・株主総会、取締役会、監査役・取締役が必要	・損益や権限の分配は自由 (定款自治)	・損益や権限の分配は自由 (定款自治)
税制優遇	法人課税 (経済的2重課税)	法人課税 (経済的2重課税)	構成員課税 (パススルー課税による)
出資者	出資のみ可	出資のみ可 (原則は出資者＝社員)	出資者(組合員)全員が業務に携わる必要がある
その他	—	・内部留保は可 ・株式会社への組織変更は可	・内部留保は不可 ・株式会社への組織変更は不可

表 5.1.3 SPC 形態の想定パターン別設立方法

	株式会社	LLC (合同会社)	LLP (有限責任事業組合)
設立方法	<pre> graph TD A[発起人] --> B[定款作成 (公証人の承認)] B --> C[〇〇株式会社] C --> D[出 資] A --> D D --> E[設立時取締役 設立時監査役] E --> F[設立手続きの調査 ・出資の履行が完了している ・現物出資の価額、証明が適 正である ・法令、定款違反がない] F --> G[設立登記申請] G --> H[株式会社設立] </pre>	<pre> graph TD A[定 款 (認証不要)] --> B[出資の払込] B --> C[登 記] </pre>	<pre> graph TD A[組合契約書作成] --> B[契約に記載した出 資を行う] B --> C[契約の効力発生の 到来（効力発生）] C --> D[登 記 (第三者対抗要件)] </pre>

3) 主体が NPO や地域住民の場合

地域住民組織を主体とした事業化を図る場合、住民負担の軽減や参画のしやすさなど、様々な課題の解決が必要となる。そこで、下記に記すような組織を設定することが望まれる。

表 5.1.4 事業主体を地域住民組織に設定する方法 (例)

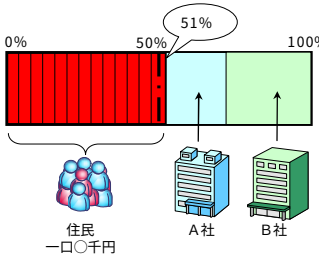
	内容	備考
方法1	事業主体組織の出資を住民枠として 50%以上確保した事業主体を設立し、実際の運営をNPOもしくは地元民間企業等が行う。 	出資 50%以上の確保により、運営権は地域住民となる。 例) NPO法人ソフトエネルギープロジェクト
方法2	事業の運営主体は地元民間企業等が行うが、そこへの融資や出資を住民側が行う。	例) NPO法人足元から地球温暖化を考える市民ネット・えどがわ
方法3	施設の所有やその施設の運営は地元民間企業等が行うが、施設への原料(バイオマスなど)の提供は住民が組合等を設立して実施。	例) 小川町風土活用センター (NPOふうど)

表 5.1.5 事業主体を地域住民組織に設定した場合の留意点 (例)

留意点	対策方法・検討事項など
施設所有のリスクの軽減	・住民と企業のパートナーシップまたはコンソーシアム協定、地域組合化によりリスク軽減を図る。 ・地域の企業の設備を共有（借りる）することで建設費や維持管理費を安価にするなど
施設管理のための有資格者と責任	・施設規模、施設目的等による資格要件が必要となる。
住民参画のインセンティブ	・生活メリットとしてちょっとした「お得感」が重要である。 (コミュニティビジネスの範囲での収入や生活上のお徳感の演出)
住民参画の煩雑さの解消	・PTA など地域活動組織を窓口にすることでの参画を促す。
高度な施設による雇用消失の防止	・自動化等による安定供給をあえて止め、地元の人が薪を投入できる作業等の地域の労働力を利用する方法を取る必要がある。

4) 行政の役割

これまで見てきたように、社会的課題の解決には行政による支援協力が不可欠であるといえる。行政は、単に補助金等小水力発電導入に際する金銭面を支援するだけでなく、小水力発電の普及啓発や中心となる人物の発掘等への寄与も求められる。そのため、地域住民に対して多くの情報を提供し、また研究機関や大学等と地域住民をつなぐ架け橋となる役割も求められる。このように行政が地域の事業に積極的に参画していくことで、現場の意見を取り入れた、地域密着型の施策の展開が可能となる。

5.1.2 事業運営方法の検討

1) 産学官の連携

社会的課題を取り除く上で、地元の研究機関や大学との産学官連携が推奨される。地域における産学官連携は地元企業にとって新規事業の種を発見できる機会となり、技術開発の推進が期待できる。また、研究開発を大学や地元民間企業等と協働で行うことで、開発にかかる時間や経営資源の節約につながり、双方にとってメリットとなる。

地域における産学官連携の推進に際しては、専門知識をもつ行政や地域の声を代表する地元 NPO 等が間に立ち、両者を取り持つような役割を果たすことが求められる。

2) 地元企業の積極的な参画

小水力発電の事業に地元企業が積極的に関わることは、市内の技術開発につながることはもちろん、雇用の創出や物流コストの軽減にも寄与する。地域に根ざした活動を行っている市内企業自らが京都市内の経済発展の担い手として活躍することが求められる。

3) 市民出資・市民金融

小水力発電の初期費用を調達する手法も近年では多様化している。

市民や住民からお金を集めて、地域社会貢献を目的とする事業性・収益性のある事業などに対して融資や出資を行う仕組みを市民出資・市民金融と呼ぶ。市民は出資金を提供することで事業に参加することで、事業主体は初期投資を抑えることができるというメリットがある。これらの活動は地域主体で事業を進めていくにあたって有効な手段であり、また地域の活性化につながることも期待される。



出典：環境省ホームページ

(http://www.env.go.jp/policy/community_fund/index.html)

図 5.3.4 市民出資・市民融資の一般的な流れ

5.2 課題の整理

検討地点 5 箇所における、小水力発電導入にあたっての課題整理を行った。
課題は法的課題、社会的課題、技術的課題、資金的課題の 4 つの視点から抽出した。

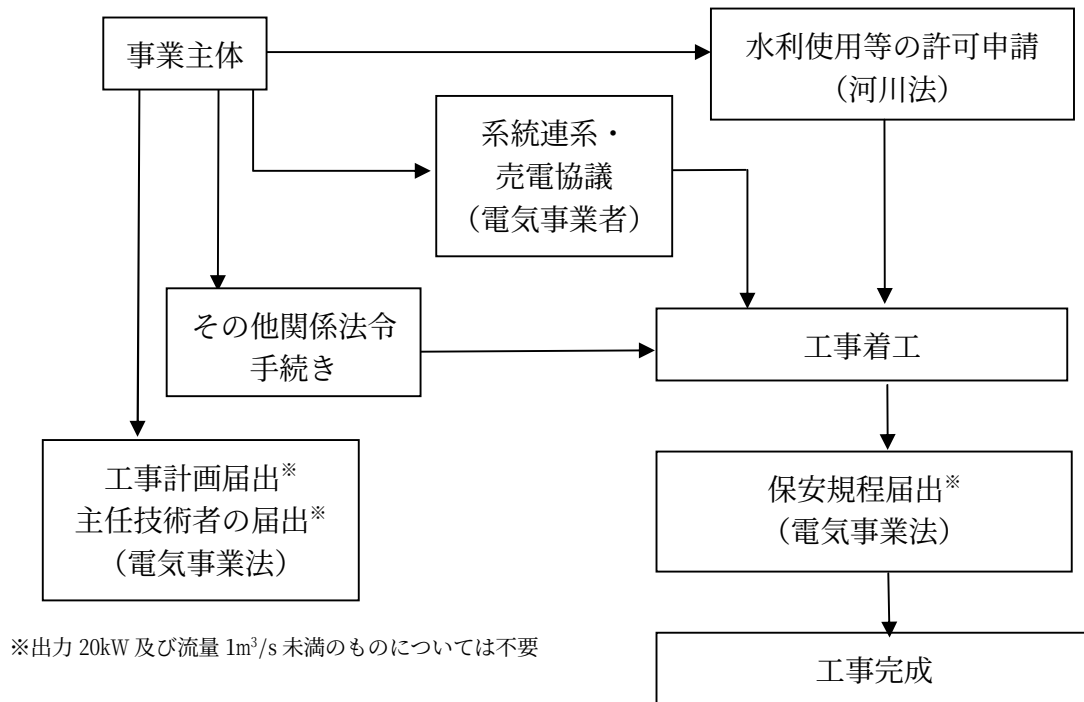
表 5.2.1 課題整理

課題の視点	課題	課題解決に向けた取組み
法的課題	・年間の流量の把握 (河川法に基づく手続き) ・水利許可範囲の把握 (河川法に基づく手続き) ・水利許可の取得者の理解と協力 ・主任技術者の選任等 (電気事業法) ・電気事業者との協議と手続き	・法改正 (手続きの簡素化や円滑化) ・総合特区指定による法令規制の緩和
社会的課題	・地域内の発電電力用途の決定 ・維持管理の人材確保 ・運営体制の確立	・小水力発電への理解促進 (勉強会の開催・協議会の立ち上げ・事業主体の確立) ・関係機関との連携 ・核となる人物の発掘
技術的課題	・技術開発 ・アクセス性	・発電機器の高効率化 ・産官学の協働 ・地元企業の積極的な参画
資金的課題	・資金調達方法の検討 ・採算性の確保 (売電の場合)	・国を始めとした補助制度の利用 ・小水力発電導入による付加価値の増加

5.2.1 法的課題

小水力発電導入にあたっては、関係法令等の許認可や電気事業者との協議・手続きを行う必要がある。主な内容としては、（１）河川法に関わる水利使用等の許可申請（２）電気事業法に関わる工事計画届出や主任技術者の届出等（３）その他関連する法令がある場合はその諸手続き（４）系統連系や売電に関する電力会社との協議が挙げられる。

小水力発電における計画立案後から着工完成までの手続きに関する手順を以下に示す。



参考：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 2011）

図 5.2 手続きの流れ

1) 河川法 (国土交通省)

小水力発電に主として関わる河川法の法令を以下に示す。

- 流水の占用の許可（法 23 条）
- 土地の専用の許可（法 24 条）
- 工作物新築の許可（法 26 条）
- 土地の掘削等の許可（法 27 条）
- 河川保全区域にける行為の許可（法 55 条）
- 河川予定地における行為の制限（法 57 条）

表 5.2.2 河川法関連条文

条 文	内 容
法 第 23 条 流水の占用の許可	河川の流水を占用しようとする者は、国土交通省令で定めるところにより、河川管理者の許可を受けなければならない。
法 第 24 条 土地の占用の許可	河川区域内の土地を占用しようとする者は、国土交通省令で定めるところにより、河川管理者の許可を受けなければならない。
法 第 25 条 土石等の採取の許可	河川区域内の土地において土石を採取しようとする者は、国土交通省令で定めるところにより、河川管理者の許可を受けなければならない。
法 第 26 条 工作物の新築等の許可	河川区域内の土地において工作物を新築し、改築し、又は除去しようとする者は、国土交通省令で定めるところにより、河川管理者の許可を受けなければならない。
法 第 27 条 土地の掘削等の許可	河川区域内の土地において土地の掘削、盛土若しくは切土その他土地の形状を変更する行為又は竹木の栽植若しくは伐採しようとする者は、国土交通省令で定めるところにより、河川管理者の許可を受けなければならない。
法 第 55 条 河川保全区域における行為の制限	河川保全区域内において土地の掘削、盛土又は切土その他土地の形状を変更する行為若しくは工作物を新築し、改築しようとする者は、国土交通省令で定めるところにより、河川管理者の許可を受けなければならない。
法 第 57 条 河川予定地における行為の制限	河川予定地において土地の掘削、盛土又は切土その他土地の形状を変更する行為若しくは工作物を新築し、改築しようとする者は、国土交通省令で定めるところにより、河川管理者の許可を受けなければならない。

出典：マイクロ小水力発電導入ガイドブック（NEDO 2003）

法 23 条「流水の占用の許可」は一般に水利権と呼ばれているもので、流水を特定の目的のために占有する権利のことをさす。小水力発電を導入する場合は、河川法に基づき水利使用の許可を河川管理者から受けなければならない。河川の区分により使用許可の権限をもつ者が異なるため、取水地点の河川区分を把握する必要がある。

表 5.2.3 河川区分ごとの許可権限者一覧

河川の種類	許可権限者
一級河川	国土交通省の河川事務所又は都道府県
二級河川	都道府県又は政令指定都市の土木事務所
準用河川	市町村役場
普通河川	河川法の適用外であるが、都道府県、政令指定都市又は市町村が管理条例などを定めている場合があるため、手続きの方法はその普通河川の管理者に問い合わせる

参考：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 2011）

また、取水する河川元の権利が慣行水利権である場合、別途手続きが必要となる。慣行水利権とは、旧河川法が施行された明治 29 年の時点において、すでに河川から取水を行っていた農業用水等に対し河川法 87 条、88 条によって与えられている権利であり、これについては改めて河川法に基づく取水の許可申請行為が必要となる。

特定水利使用が認められるためには、通例大元の水利権を許可水利権に移行することが求められ、移行した次に従属発電の特定水利使用が認められている。

日本の農業用水路には、慣行水利権のまま現在も使用を続けているケースが多くみられ、京都市においても例外ではないと考えられる。慣行水利権である場合、水利権の所在の確認や許可水利権に移行するための水量調査等が必要になるため時間がかかり、小水力発電導入の課題となりうる。

なお、浄水後の上水道水や工業用水、下水処理後の水、湧水等においては水利権の適用範囲外となるため、水利許可が不要となる。

2) 電気事業法

電気事業法とは、電気工作物の工事、維持及び運用を規正することにより公共の安全や環境の保全を確保することを目的としたもので、一定規模以上の発電を行う場合、電気工作物に適応した保安体制の確立や工事計画の届出が求められる。

小水力発電に主として関わる電気事業法の法令を以下に示す。

電気事業法での規定

- 事業用電気工作物の範囲（法 38 条）
- 事業用電気工作物の維持（法 29 条）
- 工事計画の届出（法 48 条）
- 保安規程の制定及び届出（法 42 条）
- 主任技術者の選任及び届出（法 43 条）

表 5.2.4 電気事業法関連条文

条 文	内 容
法 第 2 条 電気工作物	発電、変電、送電若しくは配電又は電気の使用のために設置する機械、器具、ダム、水路、貯水池、電線路その他の工作物をいう。
法 第 38 条 施 第 48 条 電気工作物の区分	一般用電気工作物：水力発電設備で出力10kW未満のもの（ダムを伴うものは除く） 事業用電気工作物：一般用電気工作物以外の電気工作物 自家用電気工作物：事業用電気工作物の内、電気事業用以外のもの
法 第 39 条 事業用電気工作物の維持	事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物を経済産業省令で定める技術基準に適合するように維持しなければならない。
法 第 42 条 施 第 50 条 保安規程の届出	事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安を確保するため、経済産業省令に定めるところにより、保安規程を定め、事業用電気工作物の使用の開始前に、経済産業大臣に届出なければならない。
法 第 43 条 施 第 52 条 主任技術者の選任	事業用電気工作物を設置する者は、事業用工作物の工事、維持、運用に関する保安の監督をさせるため、経済産業省令で定めるところにより、電気及びダム水路主任技術者を選任しなければならない。
法 第 48 条 施 第 65 条 工事計画の事前届出	事業用電気工作物の設置又は変更の工事であって、経済産業省令で定めるものをしようとする者は、その工事の計画を経済産業大臣に届出なければならない。

出典：NEDO マイクロ小水力発電導入ガイドブック

なお、2011年3月14日の施行規則改正により、一般電気工作物の範囲や法的手続きの条件等が改正されているので注意が必要である。

表 5.2.5 改正概要

項目			改正前	改正後
一般用電気工作物の範囲			10kW 未満	20kW 未満で、流量が 1m ³ /s 未満
法的 手続き	工事計画届		10kW 未満は 不要	①ダムが無く、200kW 未満で、流量が1m ³ /s 未満の場合は不要 ②上水道施設、下水道施設、工業用水施設に導入される場合も不要
	主任技術 者の選任	電気主任 技術者	10kW 未満は 不要	20kW 未満は不要
		ダム水路 主任技術 者	10kW 未満は 不要	①ダムが無く、200kW 未満で、流量が1m ³ /s 未満の場合は不要 ②上水道施設、下水道施設、工業用水施設に導入される場合も不要
	保安規程の届出		10kW 未満は 不要	20kW 未満は不要

出典：全国小水力利用推進協議会ホームページ

すなわち、水力発電設備は、次のように「一般用電気工作物」と「事業用電気工作物」に分類される。

一般用電気工作物・・・電圧 600V 以下で、出力 20kW 未満かつ流量 1m³/s 未満の水力発電設備（ダムを伴うものは除く）

事業用電気工作物・・・一般電気工作物以外のもの

3) その他関連法令

河川法、電気事業法以外にも、検討地点によって以下に示される法令が適用される可能性がある。導入を検討する際には、前もって確認しておく必要がある。

表 5.2.6 その他関係する法令および許認可等内容

法 令	条 項	許認可等の内容	許認可権者
自然公園法	20 条 3 項 21 条 3 項 33 条	(国立・国定公園) ○特別地域 工作物設置、立木伐採許可 ○特別保護地区 土地形状変更許可 ○普通地域 工作物新設届等	(国立公園) 環境大臣 (国定公園) 都道府県知事
自然環境保全法	17 条 1 項 25 条 4 項 28 条	○原生自然環境保全区域内行為許可 ○自然環境保全地域(特別地区)内行為許可 ○自然環境保全地域(普通地区)内行為届	環境大臣 環境大臣 環境大臣
鳥獣の保護及び狩猟の適性化に関する法律	29 条 第7項	○特別鳥獣保護地区行為許可	環境大臣又は 都道府県知事
文化財保護法	93 条 96 条 125 条	○埋蔵文化財発掘届出 ○遺跡の発見に関する届出 ○史跡、名勝、天然記念物現状変更許可	文化庁長官 文化庁長官 文化庁長官
土地収用法	11 条 16 条 47 条の 2	○事業の準備のための立入許可 ○事業の認定 ○収用又は使用の裁決	都道府県知事 国土交通大臣 収用委員会
農地法	5 条 4 条	○農地転用事前協議又は審査申出 ○農地転用許可	4ha超 農林水産大臣 4ha以下 都道府県知事
農業振興地域の整備に関する法律	13 条 15 条の 2	○農用地区域内の除外申出 ○農用地区域内における開発行為許可	都道府県知事
森林法	10 条の 2 27 条 34 条 1 項 34 条 2 項 10 条の 8	○開発行為の許可 ○保安林解除 ○保安林伐採許可 ○保安林内作業許可 ○立木伐採届	都道府県知事 農林水産大臣 都道府県知事 都道府県知事 都道府県知事
国有林野の管理経営に関する法律	7 条 7 条	○国有林野売払申請 ○国有林貸付申請	農林水産大臣 農林水産大臣 農林水産大臣
水産資源保護法	18 条 I 項	○工事の制限等に係る許可	都道府県知事 (2県以上の場合は農林水産大臣)
国土利用計画法	14 条 23 条	○土地に関する権利の移転等の許可 ○土地に関する権利の移転等の届出	都道府県知事 都道府県知事
国有財産法	18 条 20 条	○行政財産の処分等の制限 ○普通財産の処分等	財務大臣 財務大臣
砂防法	4 条	○砂防指定地内作業許可	都道府県知事
地すべり等防止法	18 条 1 項	○地すべり防止地区内行為許可	都道府県知事

出典：中小水力発電ガイドブック(新訂5版)(新エネルギー財団 2002)

4) 電気事業者との協議

電気事業者の商用電力系統に連系させる場合、電気事業者との系統連系協議が必要となる。接続させたい場合には、電気事業者と事前に系統連系方式等を決定し、必要な諸経費などを決定する必要がある。

電気事業者との協議は発電設備の導入を決めた時点で開始されることが望ましい。また、具体的な機器や系統連系方式等、発電設備の仕様が決まった段階で申請書の提出と詳細説明協議を行う必要がある。なお、系統連系の際の設備コスト等は発電設備の設置者が負担することになるため、イニシャルコストの増加につながる恐れがあるという留意が必要である。

5.2.2 社会的課題

1) 電力用途

電力の用途については、小水力発電導入検討の初期段階に十分検討する必要がある。用途には大きくは売電を行うか、自家消費を行うかという区分がある。全量売電を行う場合は、採算性を見込んだ綿密な事業計画を立てる必要があり、全量自家消費である場合は、地域のまちおこしを狙い観光業に活用する、小中学校等で利用し環境教育につなげる等、地域特性が大きく反映される有効な活用方法を地域内で十分に協議・検討する必要がある。

2) 維持管理の人材確保

小水力発電は、導入設置後もごみや落ち葉の除去等、定期的なメンテナンスが必要となり、ランニングコストがかかる。そのためコストを抑えるためには地域住民等関係者の持続的な協力が求められる。

3) 運営体制の確立

事業化の円滑な進行には事業主体や事業責任者を選任し、その人物が中心となって各種手続きや協議を進めていく必要がある。

5.2.3 技術的課題

1) 技術開発

小水力発電は小規模であっても水車や発電機の設置コストがかかるため、電気設備に掛かる費用の工事全体に占める割合が大きくなる。そのため、より安価な製品開発、発電効率の向上などが必要となる。また、コストを低減させる方法として砂防堰堤や農業用水路等の既存施設の利用が考えられるが、老朽化が進み耐久性に問題が残る地点も多く存在する。その場合、補修工事等の費用が別途発生し、イニシャルコストの増加につながる恐れがあるため、検討の際は留意が必要である。

2) アクセス性

導入検討地点が山間部に渡って存在する小水力発電の場合、アクセス性の悪さは施工費用の増加、ひいては事業費用の増加に大きく加担する。さらに、安定した発電量の確保や故障防止のためには定期的なメンテナンスを要するため、アクセスの向上はもちろん、機器のメンテナンスフリー化の追求が望まれる。

5.2.4 資金的課題

1) 資金調達

NEDO の新エネルギーガイドブック 2008 によると、一般水力発電の設備コストは 76 万円/kW、発電コストは 14 円/kWh といわれているが、小水力発電の場合さらに割高となる。また、水力発電自体、固定費負担が大きく、長期安定的に発電を行わなければ採算性を確保することが難しい発電様式であるため、設備を導入することによって地域に得られる付加価値等を増やしていく努力が必要となる。

2) 採算性

小規模でありながら電気機器等の設備費用が生じる小水力発電において、採算性を求めることは従来より厳しくなっている。このことは、事業の継続性にかかる不透明感、これに伴う投資回収の不確実性の増加につながり、小水力発電事業の課題となっている。

3) 支援制度の活用

(1) RPS 法

RPS 法は「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」と呼ばれるもので、この法律により、電気事業者（需要家に電気を販売する事業者）は一定量以上の新エネルギー等による電気の購入が義務付けられる。対象となる新エネルギーは①風力、②太陽光、③バイオマス、④水力（水路式で 1,000kW 以下）の 5 種類であり、義務の履行のためには、自ら新エネルギーでの発電を行うという方法のほか、新エネルギー等の電気を他者から購入する方法、他者から「RPS 相当量」等を購入する方法がある。

なお、今後新たに設置される設備については、次に説明する固定価格買取制度の対象設備となるため RPS 法は適用外となる。

(2) 固定価格買取制度（経済産業省）

再生可能エネルギー源（太陽光や小水力、風力等）を用いて発電された電気を一定の期間・価格で電気事業者が買い取ることを義務付ける制度である。正式な枠組みはまだ決定していないが、現在有望とみなされている傾向は固定価格 20 円/kWh で 15 年間の買い取りとされている。平成 24 年 7 月 1 日より制度が開始される。

(http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/kaitori/2011kaitori_gaiyo2.pdf)

図 5.3 固定価格制度の仕組み

イニシャルコストの削減に最も有効と考えられるのは、国や府、市町村の補助金や補助制度を活用することである。現在、1000kW 以下の小規模な小水力発電に対しては、農林水産省や等で次頁に示すような制度が利用できる。

さらに、売電を行う場合は、現行の RPS 法や固定価格買取法を利用することが想定される。なお、2012 年 7 月からは固定価格買取制度が開始されるため、このような補助制度を積極的に利用していくことが有効である。

表5.2.7小水力発電導入に関わる補助制度一覧

機関	対象	名称	概要	補助率	平成24年度予算要求額 (百万円)
内閣府	都道府県	地域自主戦略交付金等	地方公共団体が、対象事業から自主的に選択した事業に対し交付金を交付		537,626
農 林 水 産 省	地方公共団体、 農林漁業者等の 組織する団体等	農山漁村活性化プロジェクト支援交付金	農山漁村の活性化を図る計画を作成、その実現に必要な施設整備を中心とした総合的取組みを交付金により支援	定額 1/2 等	14,700 (うち 復旧・復興 枠 4,300)
	地方公共団体、 民間団体等	農山漁村再生可能エネルギー導入事業 (小水力等農村地域資源 利活用促進事業)	農業水利施設を活用した地域主導での小水力発電等の整備推進に向け、民間団体等の専門的ノウハウを活用した施設整備を先導的に実施	定額 1/2 以内 ほか委託費	2,622 (うち 復旧・復興 枠 1,690)
	地方公共団体、 土地改良区等	農山漁村地域整備交付金 (うち農業農村分野)	地方公共団体が農山漁村地域のニーズにあった計画を自ら策定し、農地域の自主性と創意工夫による農山漁村地域の整備を推進		34,426 (うち要望 枠 4,764、 復旧・復興 枠 1,077)
	民間団体等	緑と水の環境技術革命プロジェクト事業	農山漁村の有する自然エネルギー等を活用する新たな産業を育成するための事業化可能性調査及び事業化が見込まれる新技術について、実証機器の整備など試行・試作や実用化に向けた技術実証を支援		1,483
経 済 産 業 省	事業者、地方公 共団体	独立型再生可能エネルギー発電システム等導入促進対策費補助金	固定価格買取制度の対象とならない自家消費向け再生可能エネルギー発電設備や再生可能エネルギー発電設備に併設される蓄電池等について導入を支援		4,641
環 境 省	都道府県、指定 都市のみ	再生可能エネルギー導入 推進基金事業 (地域グリー ンニューディール基金)	再生可能エネルギー等を利用した自立・分散型エネルギーの導入等による「災害に強く環境負荷の小さい地域づくり」を全国的に展開するため、都道府県等に対し支援		23,600
	民間団体、地方 公共団体	地域主導による再生可能 エネルギー事業のための 緊急検討事業	地域主導による再生可能エネルギー事業の実現のために必要な情報・体制整備等に関する事業を実施		500
国 土 交 通 省	経営支援を行う 主体等	「新しい公共」の担い手 による新たな地域づくり	広く資金や資源を集めて地域における資金循環を作りだすコミュニティファンド等の仕組みや経営支援のあり方に関する実証的な検討等を行う		140
	まちづくりファン ド	住民参加型まちづくり ファンド支援業務	まちづくり活動への助成を行う住参加型まちづくりファンドに対して民間都市開発推進機構が資金拠出による支援を実施		200
NEPC	地方公共団体、 非営利民間団体 等	地域新エネルギー等導入 促進事業	新エネルギー等設備導入事業の実施に必要な経費に対して補助	1/2	-
	民間事業者等	地域新エネルギー等事業 者支援対策事業	新エネルギー等導入事業を行う事業者に対し、事業費の一部に対する補助	1/3	-

出 典 : 首 相 官 邸 サ イ ト

(http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/sesaku.html)

NEPC サイト (http://www.nepc.or.jp/)

4) 多様な事業主体における小水力発電事業の事例紹介

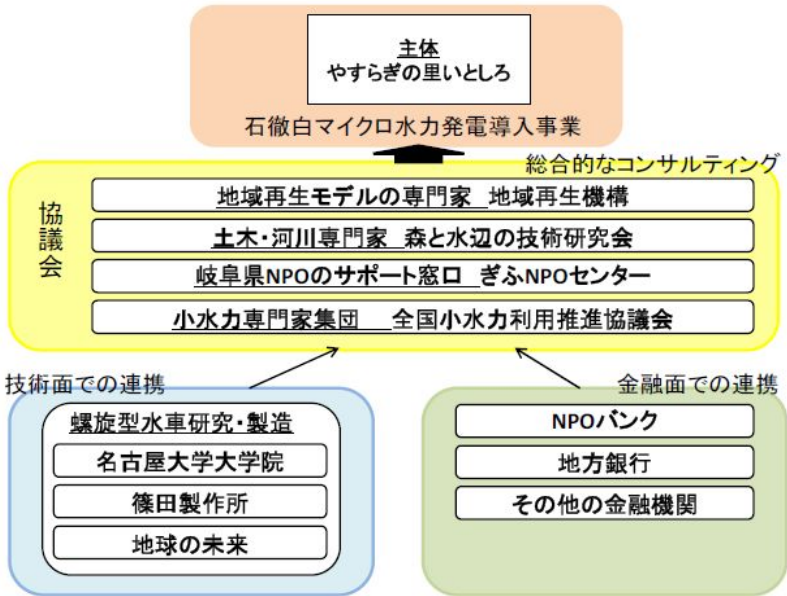
①市民公募による資金調達事例

事業実施場所	山梨県都留市
事業主体	都留市
資金調達方法	つるのおんがえし債 (ミニ公募型市民国債) 最大購入限度額は市民一人あたり 50 万円、利率は販売直前の 5 年利付国債の利率に 0.1% 上乗せした率とする 元気くん 1 号には 1,700 万円、2 号には 2,360 万円がそれぞれ充当されている
発電設備概要	元気くん 1 号 最大出力: 20kW 形式: 木製下掛け水車 (ドイツ製) 費用: 4,348 万円  元気くん 2 号 最大出力: 19kW 形式: 開放型上掛け水車 費用: 6,232 万円  元気くん 3 号 最大出力 7.3kW 形式: 開放型らせん水車 費用: 3,600 万円 
発電電力用途	市役所内や近隣施設の照明など 余剰電力は売電 (RPS 法利用)
その他	グリーン電力証書を発行 (1kWh あたり 12 円、1,000kWh 単位で販売)

②SPC 設立による資金調達事例

事業実施場所	富山県魚津市
事業名	小早月川小水力発電
事業主体	株式会社アルプス発電 市民出資募集をおひさまエネルギーファンド株式会社が行う
資金調達方法	市民出資 一口金額 50 万と 300 万の 2 種類を用意し、目標年間分配利回りはそれぞれ 3%、及び 7%とする 昨年 11 月に約 530 名の出資者から総額 7 億 8 千 1 百万円を集金
発電設備概要	最大出力:1,000kW 費用:約 105,000 万円(見込み) 2012 年 4 月～運用開始予定
発電電力用途	売電
その他	小水力発電への市民出資事業としては日本初 市民出資スキーム 出典：立山アルプス小水力発電事業募集概要 http://www.energygreen.co.jp/100908fundstart.pdf

②地元 NPO との協働による事業運営の事例

事業実施場所	岐阜県郡上市白鳥町石徹白 ^{いとしろ}
事業主体	ぎふ NPO センター (地元 NPO やすらぎの里いとしろが協働)
資金調達方法	補助金その他、NPO に低金利の融資を行う NPO バンクや地方銀行等と連携 上掛け水車については、環境省の「地球温暖化対策技術開発事業」の成果をもとに新たに設計・開発
発電設備概要	① 最大出力 2.2kW 形式:上掛け水車 費用:約 700 万円  ② 最大出力 0.8kW 形式:らせん型 2 号機 費用:約 200 万円 
発電電力用途	売電
その他	設備の開発は近隣の大学や地元メーカーと協力して行い、水車や発電機の設置においても地元企業と協働で行っている  出典：環境省ホームページ「コミュニティ・ファンド等を活用した環境保全活動促進事業」平成 20 年度事業

5.3 規制緩和

5.3.1 水利使用手続き簡素化・円滑化

小水力発電には様々な法令手続きが必要であるが、小水力発電導入拡大によるエネルギー自給率の向上、低炭素社会の実現を目指し、政府においても規制の緩和に向けた制度改革の動きが活発化してきている。

2011年3月には電気事業法施行規則が改正され、工事計画書や主任技術者の選任の届出が不要となる対象が拡大した。また、小水力発電導入に大きな障害となっている水利使用の許可手続きについても、規制緩和の検討が進められている。

これまでの国土交通省が行った小水力発電（従属発電）の水利使用許可手続きの簡素化・円滑化の動きを下記に示す。2011年8月には総合特別区域において水利使用許可の手続きを簡素化されることが決定され、今後これらの動きは全国に展開していくものと予想される。

表 5.3.1 これまでの水利使用手続き簡素化・円滑化の動き

2005 年 3 月	従属発電を行う際の水利使用の許可申請書類の簡素化を決定 ● 通常の発電の水利使用許可の申請に必要な主な図書 - 水力発電計画の概要 - 発電に使用する水量の根拠 - 河川流量の確認資料 - 発電のための取水が可能かどうかの計算書 - 治水・利水・環境への対策 - 発電施設の構造計算書、設計図 - 関係河川使用者の同意書 ● 従属発電の水利使用許可の申請に必要な主な図書 - 水力発電計画の概要 - 発電に使用する水量の根拠 - 河川流量の確認資料 - 発電のための取水が可能かどうかの計算書 - 治水・利水・環境への対策 省略 - 発電施設の構造計算書、設計図 - 関係河川使用者の同意書
2011 年 3 月	河川法施行令を一部改正し、一級河川における従属発電に係る水利使用の許可権限について、国土交通大臣から都道府県知事等に対し権限移譲を実施 【従 前】 主たる水利使用 の許可権者 ○直轄区間 ○主たる水利使用 が大規模となる 知事管理区間 国交大臣 ○主たる水利使用 が小規模となる 知事管理区間 知事又は 政令市長 従属発電 の許可権者 国交大臣 → 【政令改正後】 主たる水利使用 の許可権者 国交大臣 知事又は 政令市長 従属発電 の許可権者 国交大臣 * 平成23年3月1日より

2011 年 8 月	総合特別区域において「特定水力発電事業」（従属発電事業）を行う場合、水利使用許可手続を簡素化するとともに、標準処理期間の短縮化を図る 地域活性化総合特別区域計画に記載された小水力発電(従属発電)について、以下の特例措置を講ずる(※) (※)河川管理者や都道府県知事、下流の利水者等が参画する地域協議会において、総合特区計画が協議された場合 1. 河川法及び電気事業法の手続の簡素化 現行制度 ○河川法 ①国土交通大臣の認可又は協議・同意 ②関係行政機関の長との協議 ③関係都道府県知事等への意見聴取 ④関係河川使用者への通知 ○電気事業法 ⑤経済産業大臣への報告及び意見聴取 ➡ 特例措置① 国土交通大臣の認可等を不要化 2. 標準処理期間の短縮化 現行制度 ○水利使用許可に係る標準処理期間 ①国土交通大臣が行うもの：10か月 ②地方整備局等が行うもの：5か月 ➡ 特例措置② 相当程度短い期間に短縮（1ヶ月）																																																										
2012 年 3 月	2012 年 3 月に内閣府行政刷新会議から公表された「規制・制度改革に係る分科会報告書」におけるエネルギー分野の規制・制度改革に関する検討結果を踏まえ、2012 年 4 月に「エネルギー分野における規制・制度に係る方針」が閣議決定される見込みであり、河川法の許可手続きの簡素化等に関する方針について、既に公開されている。 エネルギー分野における規制・制度改革に係る方針（抜粋） <table><tr><th rowspan="2">番号</th><th rowspan="2">事項名</th><th rowspan="2">規制・制度改革の内容</th><th rowspan="2">実施時期</th><th colspan="4">法律事項・政令事項・省令事項</th><th rowspan="2">所管省庁</th></tr><tr><th>法律</th><th>政令</th><th>省令</th><th>その他（運用等）</th></tr><tr><td>18</td><td>小水力発電に係る河川法の許可手続の簡素化</td><td>一定の流量や発電規模等の要件に該当する小規模な水力発電については、関係機関と調整し、水利使用区分を例え「準特定水利使用」として大規模な水力発電とは異なる取扱いとする方向で検討し、結論を得る。また、水利権取得申請について、以下のような手続の簡素化・円滑化に向けた対応を行う。 ①発電水利使用許可に係る添付書類及び添付図書について、審査の実態を調査の上、審査に最低限必要なものに簡素化する方向で検討し、整理を行う。 ②使用水量の算出の根拠について、取水地点で10年間の実測資料がない場合は、取水地点と近傍観測所等のデータとの相関関係等から算出されたデータを根拠とすることが可能であり、またやむを得ず近傍観測所等が保有しているデータが10年間に満たない場合には、その保有するデータを算出根拠とすることが可能である旨、周知徹底を行う。 あわせて、河川管理者が所有する河川の流量データ等については、申請者のニーズに応じ提供する。 ③小水力発電が、河川環境に与える影響度を合理的な根拠に基づいて判断できるよう、海外事例等各種データの収集や調査・研究を進め、維持流量の設定手法の簡素化について検討し、中間整理を行う。 ④動植物に係る調査を文献調査や聞き取り調査で代表魚種を選定することが可能である旨、周知徹底する。 ⑤休止していた小水力発電を再利用する際、河川の流況、環境等を踏まえた上で、新たな魚類等の環境調査は省略できる旨、周知徹底する。</td><td>平成24年度検討・結論、結論を得次第措置</td><td></td><td>●</td><td></td><td></td><td>国土交通省</td></tr><tr><td>19</td><td>取水管理の柔軟化による効率的な運用</td><td>許可取水量の管理方法に関しては、出力抑制運転の改善のため、小水力発電の実態を踏まえ、発電事業者と共同で、より効率的な取水ルールの策定を行う。 あわせて、従属発電の取水量報告は、発電出力からの換算による方法、あるいは従属元の取水量と発電使用水量が同量であれば、従属元の取水量をもって報告する方法など、実測以外の簡便な方法によることが可能である旨、周知徹底する。</td><td>平成24年度検討・結論、結論を得次第措置</td><td></td><td></td><td></td><td>●</td><td>国土交通省</td></tr><tr><td>20</td><td>小水力発電に係る従属発電に関する登録制の導入</td><td>農業用水の水路など既許可水利権の範囲内での従属発電については、河川の流量への新たな影響が少ないことから、従属発電における適正な水利使用を担保する措置、費用負担、従属元である農業用水等の利水者と発電事業者との関係等について整理を行い、手続の簡素化・合理化を図るため、登録制を導入する。</td><td>平成24年度検討、可能な限り速やかに措置</td><td>●</td><td></td><td></td><td></td><td>国土交通省</td></tr><tr><td>21</td><td>小水力発電設備の保安規制の見直し</td><td>小水力発電設備に係る保安規制について、一般電気工作物及び事業用電気工作物に関する基準の緩和に向けて、安全性の検証及び事業者からのデータ等の収集等を行い、結論を得る。</td><td>平成24年度検討、結論を得次第措置</td><td></td><td></td><td>●</td><td></td><td>経済産業省</td></tr><tr><td>22</td><td>ダム水路主任技術者の資格要件の見直し</td><td>ダム水路主任技術者免状の交付を受けていない者を主任技術者として選任することができる制度（許可選任）の対象範囲について、事業者の意見を踏まえ、安全性の検証が得られ次第、発電出力区分の上限値について見直しを行う。</td><td>平成24年度検討開始、結論を得次第措置</td><td></td><td></td><td></td><td>●</td><td>経済産業省</td></tr></table>	番号	事項名	規制・制度改革の内容	実施時期	法律事項・政令事項・省令事項				所管省庁	法律	政令	省令	その他（運用等）	18	小水力発電に係る河川法の許可手続の簡素化	一定の流量や発電規模等の要件に該当する小規模な水力発電については、関係機関と調整し、水利使用区分を例え「準特定水利使用」として大規模な水力発電とは異なる取扱いとする方向で検討し、結論を得る。また、水利権取得申請について、以下のような手続の簡素化・円滑化に向けた対応を行う。 ①発電水利使用許可に係る添付書類及び添付図書について、審査の実態を調査の上、審査に最低限必要なものに簡素化する方向で検討し、整理を行う。 ②使用水量の算出の根拠について、取水地点で10年間の実測資料がない場合は、取水地点と近傍観測所等のデータとの相関関係等から算出されたデータを根拠とすることが可能であり、またやむを得ず近傍観測所等が保有しているデータが10年間に満たない場合には、その保有するデータを算出根拠とすることが可能である旨、周知徹底を行う。 あわせて、河川管理者が所有する河川の流量データ等については、申請者のニーズに応じ提供する。 ③小水力発電が、河川環境に与える影響度を合理的な根拠に基づいて判断できるよう、海外事例等各種データの収集や調査・研究を進め、維持流量の設定手法の簡素化について検討し、中間整理を行う。 ④動植物に係る調査を文献調査や聞き取り調査で代表魚種を選定することが可能である旨、周知徹底する。 ⑤休止していた小水力発電を再利用する際、河川の流況、環境等を踏まえた上で、新たな魚類等の環境調査は省略できる旨、周知徹底する。	平成24年度検討・結論、結論を得次第措置		●			国土交通省	19	取水管理の柔軟化による効率的な運用	許可取水量の管理方法に関しては、出力抑制運転の改善のため、小水力発電の実態を踏まえ、発電事業者と共同で、より効率的な取水ルールの策定を行う。 あわせて、従属発電の取水量報告は、発電出力からの換算による方法、あるいは従属元の取水量と発電使用水量が同量であれば、従属元の取水量をもって報告する方法など、実測以外の簡便な方法によることが可能である旨、周知徹底する。	平成24年度検討・結論、結論を得次第措置				●	国土交通省	20	小水力発電に係る従属発電に関する登録制の導入	農業用水の水路など既許可水利権の範囲内での従属発電については、河川の流量への新たな影響が少ないことから、従属発電における適正な水利使用を担保する措置、費用負担、従属元である農業用水等の利水者と発電事業者との関係等について整理を行い、手続の簡素化・合理化を図るため、登録制を導入する。	平成24年度検討、可能な限り速やかに措置	●				国土交通省	21	小水力発電設備の保安規制の見直し	小水力発電設備に係る保安規制について、一般電気工作物及び事業用電気工作物に関する基準の緩和に向けて、安全性の検証及び事業者からのデータ等の収集等を行い、結論を得る。	平成24年度検討、結論を得次第措置			●		経済産業省	22	ダム水路主任技術者の資格要件の見直し	ダム水路主任技術者免状の交付を受けていない者を主任技術者として選任することができる制度（許可選任）の対象範囲について、事業者の意見を踏まえ、安全性の検証が得られ次第、発電出力区分の上限値について見直しを行う。	平成24年度検討開始、結論を得次第措置				●	経済産業省
番号	事項名					規制・制度改革の内容	実施時期	法律事項・政令事項・省令事項				所管省庁																																															
		法律	政令	省令	その他（運用等）																																																						
18	小水力発電に係る河川法の許可手続の簡素化	一定の流量や発電規模等の要件に該当する小規模な水力発電については、関係機関と調整し、水利使用区分を例え「準特定水利使用」として大規模な水力発電とは異なる取扱いとする方向で検討し、結論を得る。また、水利権取得申請について、以下のような手続の簡素化・円滑化に向けた対応を行う。 ①発電水利使用許可に係る添付書類及び添付図書について、審査の実態を調査の上、審査に最低限必要なものに簡素化する方向で検討し、整理を行う。 ②使用水量の算出の根拠について、取水地点で10年間の実測資料がない場合は、取水地点と近傍観測所等のデータとの相関関係等から算出されたデータを根拠とすることが可能であり、またやむを得ず近傍観測所等が保有しているデータが10年間に満たない場合には、その保有するデータを算出根拠とすることが可能である旨、周知徹底を行う。 あわせて、河川管理者が所有する河川の流量データ等については、申請者のニーズに応じ提供する。 ③小水力発電が、河川環境に与える影響度を合理的な根拠に基づいて判断できるよう、海外事例等各種データの収集や調査・研究を進め、維持流量の設定手法の簡素化について検討し、中間整理を行う。 ④動植物に係る調査を文献調査や聞き取り調査で代表魚種を選定することが可能である旨、周知徹底する。 ⑤休止していた小水力発電を再利用する際、河川の流況、環境等を踏まえた上で、新たな魚類等の環境調査は省略できる旨、周知徹底する。	平成24年度検討・結論、結論を得次第措置		●			国土交通省																																																			
19	取水管理の柔軟化による効率的な運用	許可取水量の管理方法に関しては、出力抑制運転の改善のため、小水力発電の実態を踏まえ、発電事業者と共同で、より効率的な取水ルールの策定を行う。 あわせて、従属発電の取水量報告は、発電出力からの換算による方法、あるいは従属元の取水量と発電使用水量が同量であれば、従属元の取水量をもって報告する方法など、実測以外の簡便な方法によることが可能である旨、周知徹底する。	平成24年度検討・結論、結論を得次第措置				●	国土交通省																																																			
20	小水力発電に係る従属発電に関する登録制の導入	農業用水の水路など既許可水利権の範囲内での従属発電については、河川の流量への新たな影響が少ないことから、従属発電における適正な水利使用を担保する措置、費用負担、従属元である農業用水等の利水者と発電事業者との関係等について整理を行い、手続の簡素化・合理化を図るため、登録制を導入する。	平成24年度検討、可能な限り速やかに措置	●				国土交通省																																																			
21	小水力発電設備の保安規制の見直し	小水力発電設備に係る保安規制について、一般電気工作物及び事業用電気工作物に関する基準の緩和に向けて、安全性の検証及び事業者からのデータ等の収集等を行い、結論を得る。	平成24年度検討、結論を得次第措置			●		経済産業省																																																			
22	ダム水路主任技術者の資格要件の見直し	ダム水路主任技術者免状の交付を受けていない者を主任技術者として選任することができる制度（許可選任）の対象範囲について、事業者の意見を踏まえ、安全性の検証が得られ次第、発電出力区分の上限値について見直しを行う。	平成24年度検討開始、結論を得次第措置				●	経済産業省																																																			

参考：国土交通省ホームページ（<http://www.mlit.go.jp/river/riyou/syosuiryoku/index.html>）

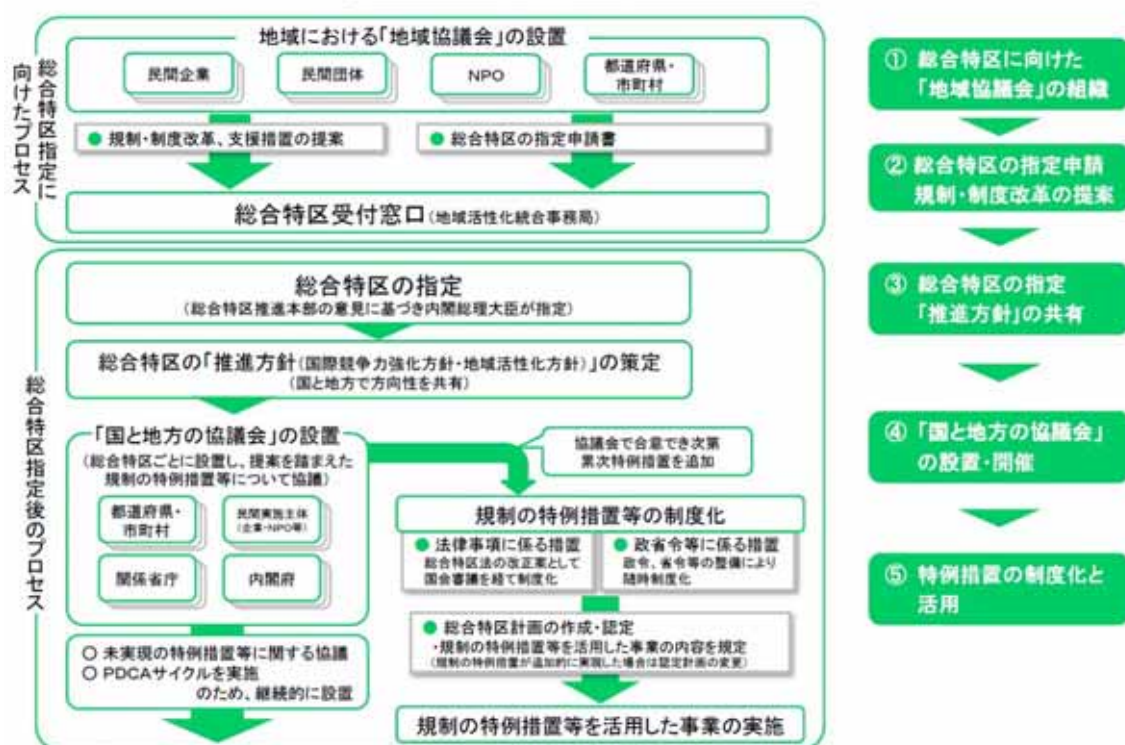
出典：「規制・制度改革に関する分科会報告書（エネルギー）（平成24年3月、内閣府）」

5.3.2 総合特区

総合特区制度は、地域の責任ある戦略、民間の知恵と資金、国の施策の「選択と集中」の観点を最大限活かし、規制の特例措置や税制・財政・金融上の支援措置等をパッケージ化して実施する制度で、「国際戦略総合特区」や「地域活性化総合特区」が検討されている。

地域資源を最大限活用した地域活性化の取組による地域力の向上を目的とした「地域活性化総合特区」は、平成23年12月の第1次指定で26地域が指定されている。法律で規定している規制の特例措置のうち、「地域活性化総合特区」のみの特例措置として、「他の水利使用に従属する小水力発電の許可手続きの簡略化（河川法及び電気事業法の特例）」が例として挙げられている。

総合特区は小水力発電に限らず、地域の包括的・戦略的なチャレンジを総合的に支援する制度であり、様々な地域資源の掘り起こしにも期待できる。総合特区が実現するまでのプロセスを下記に示す。



出典：内閣府ホームページ

(http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/pdf/101224tokku_seido.pdf)

図 5.4 総合特区が実現するまでのプロセス

平成 23 年に採択された地域活性化総合特区対象区域一覧と、その中でも小水力発電事業を提案している栃木県の例を紹介する。

表 5.3.2 地域活性化総合特区第 1 次指定対象区域一覧 (平成 23 年 12 月 22 日発表)

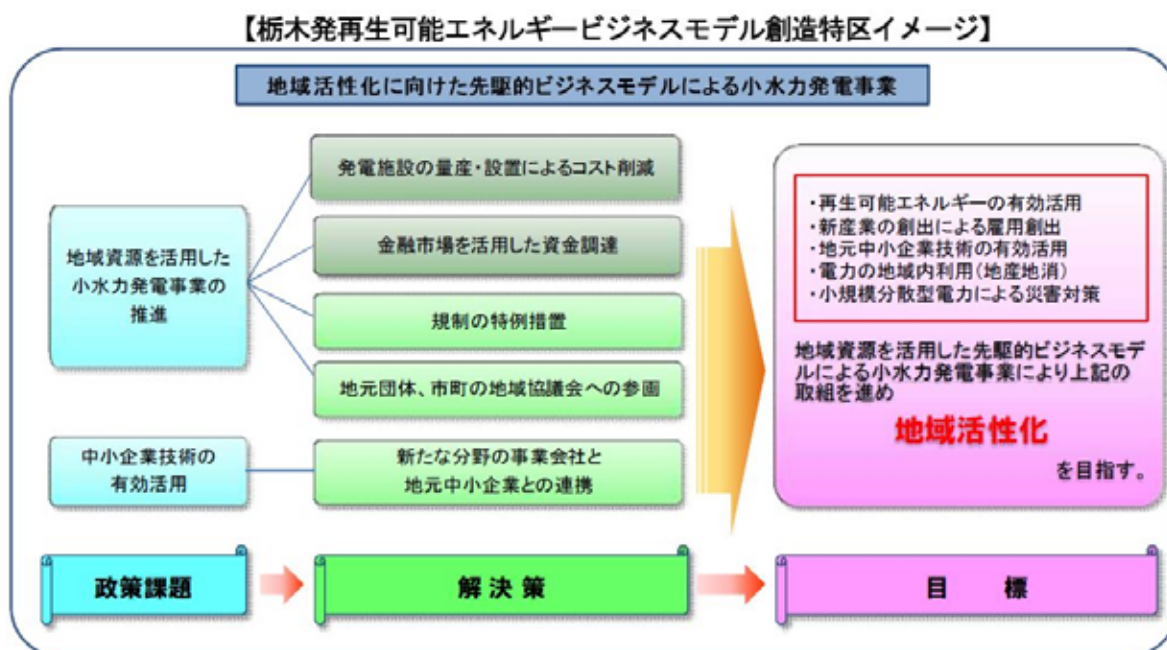
指定番号	地方公共団体の名称※	地域活性化総合特別区域の名称
地域 1	札幌市	札幌コンテンツ特区
地域 2	北海道上川郡下川町	森林総合産業特区
地域 3	秋田県	レアメタル等リサイクル資源特区
地域 4	栃木県	栃木県再生可能エネルギービジネスモデル創造特区
地域 5	群馬県	畜産バイオマスの高効率エネルギー利用、炭化・灰化利用による環境調和型畜産振興特区
地域 6	さいたま市	次世代自動車・スマートエネルギー特区
地域 7	柏市	柏の葉キャンパス「公民学連携による自律した都市経営」特区
地域 8	長岡市	持続可能な中山間地域を目指す自立的地域コミュニティ創造特区
地域 9	伊達市、新潟市、三条市、見附市、岐阜市、高石市及び豊岡市	健康長寿社会を創造するスマートウェルネスシティ総合特区
地域 10	富山県	とやま地域共生型福祉推進特区
地域 11	静岡県	ふじのくに先端医療総合特区
地域 12	浜松市	未来創造「新・ものづくり」特区
地域 13	豊田市	次世代エネルギー・モビリティ創造特区
地域 14	京都府及び京都市	京都市地域活性化総合特区 豊かな文化と自然のもと、世界中から人々が集う、「ほんもの」に出会う京都～5000万人感動都市へ～
地域 15	大阪府及び泉佐野市	国際医療交流の拠点づくり「りんくうタウン・泉佐野市域」地域活性化総合特区
地域 16	兵庫県、洲本市、南あわじ市及び淡路市	あわじ環境未来島特区
地域 17	和歌山県	和歌山県「高野・熊野」文化・地域振興総合特区
地域 18	島根県益田地区広域市町村圏事務組合	「森里海連携 高津川流域ふるさと構想」特区
地域 19	雲南市	たたらの里山再生特区(中山間地域における里山を活用した市民による地域再生の挑戦)
地域 20	岡山県	ハイパー＆グリーンイノベーション水島コンビナート総合特区
地域 21	広島県	環境観光モデル都市づくり推進特区
地域 22	広島県	尾道地域医療連携推進特区
地域 23	山口県、光市及び柳井市並びに熊毛郡田布施町	次世代型農業生産構造確立特区
地域 24	香川県	かがわ医療福祉総合特区
地域 25	西条市	西条農業革新都市総合特区
地域 26	大分県、宮崎県	東九州メディカルバレー構想特区(血液・血管医療を中心とした医療産業拠点づくり特区)

出典：首相官邸 地域活性化統合方部会ホームページ
(<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/sesaku.html>)

【栃木県 栃木発再生可能エネルギービジネスモデル創造特区】

事業名：「地域活性化に向けた先駆的ビジネスモデルによる小水力発電事業」

内容：約 10 億円の投資を行い、規格化された十～数十 kW の小水力発電施設を多数設置。出力合計は 1,000kW を予定する。事業主体は栃木県経済同友会、株式会社スマートエナジー等の企業が共同出資した新会社（SPC）



出典：栃木県ホームページ

(http://www.pref.tochigi.lg.jp/a03/town/shinkou/shien/documents/sougoutokkutotigihatu.pdf)

図 5.5 栃木県の特区申請概要