

第5章

環境教育向け小水力発電事業導入調査

～ 目 次 ～

第5章 環境教育向け小水力発電事業導入調査	1
1 調査概要	1
(1) 目的	1
(2) 調査フロー	2
2 小水力発電導入可能性調査	3
(1) 具体的設置場所の確定（十分な流量、落差の確保）	3
(2) 河川利用量の把握	24
(3) 水利権等の確認・調整	33
(4) エネルギー需給の検討	35
(5) 小水力発電事業の方向性	36
3 小水力発電設備計画	38
(1) 小水力設備の選定	38
(2) システムフロー（附属設備の選定、事業規模）の検討	41
(3) 土木事業等の検討（簡易設計実施、その他必要となる土木工事等）	43
(4) 概算工事費の積算	45
4 エネルギー利用計画	48
(1) 農業用水路の小水力発電のエネルギー利用検討	48
(2) 河川区域内の小水力発電のエネルギー利用検討	50
(3) 環境学習プログラムの検討	50
5 事業性の検討	52
(1) ステップ①短期（来年度から）：小水力発電の環境教育プログラムの横展開	52
(2) ステップ②中期（概ね3年後）：農業用水路での小水力発電	55
(3) ステップ③長期（概ね5年後）：河川区域内での小水力発電	56
(4) 売電事業の検討	57

第5章 環境教育向け小水力発電事業導入調査

1 調査概要

(1) 目的

本調査は、市内の河川等を活用し、数W～1kW程度の小水力発電機を設置し、小学校周辺の防犯灯として利用することで、小学生等の学習教材としての活用の実現へ向けてFS調査を行うものである。



図 5-1 環境教育向け小水力発電プロジェクトの事業イメージ

(2) 調査フロー

阿久根市における水力発電の需要と供給及びその事業性検証に加え、水力発電をはじめとした再生可能エネルギーと環境教育との連携可能性について検討を行う業務フローとする。

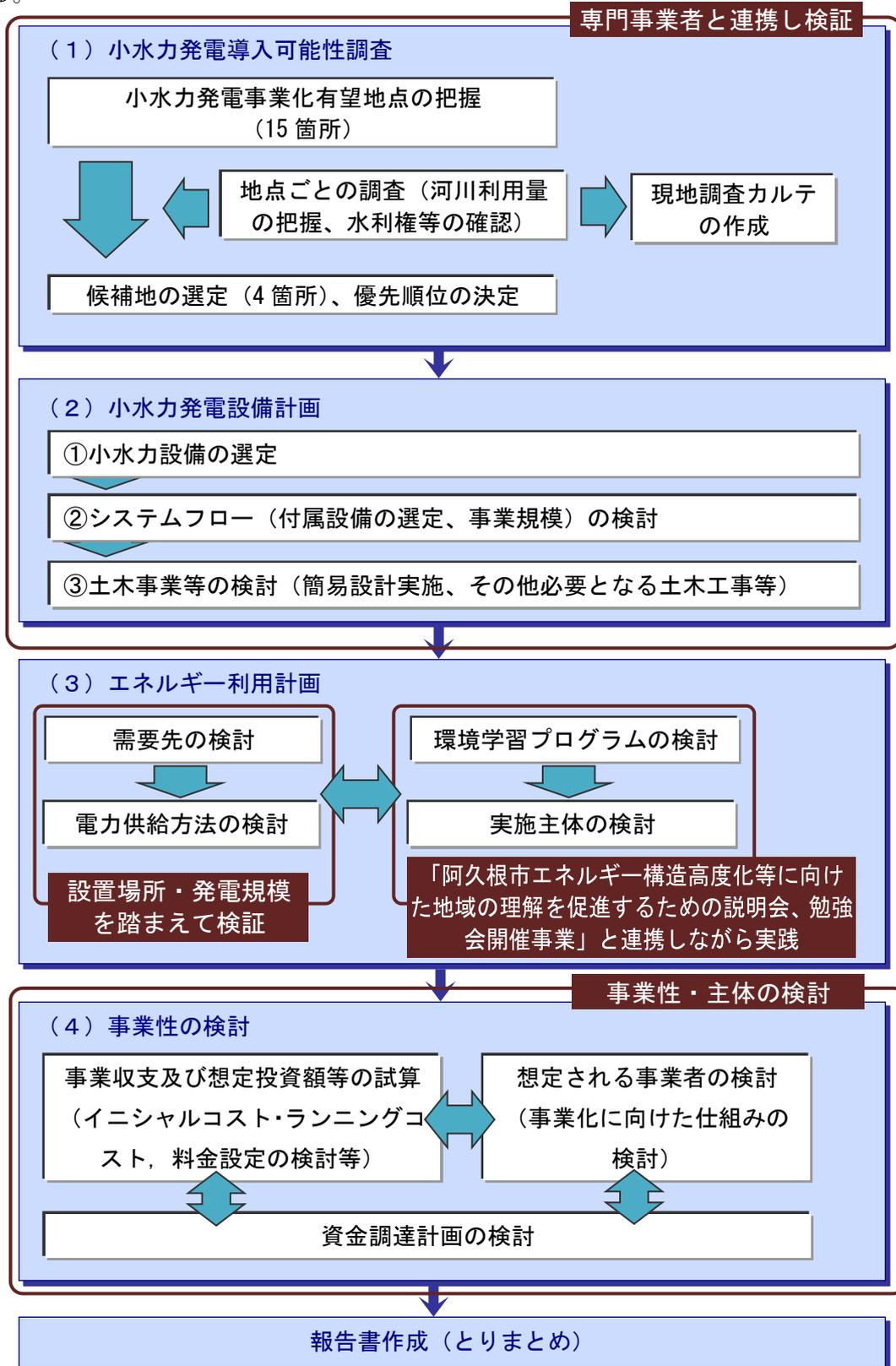


図 5-2 調査フロー

2 小水力発電導入可能性調査

(1) 具体的設置場所の確定（十分な流量、落差の確保）

1) 小水力発電事業化有望地点の調査

本調査の実施にあたっては既に2つの候補地（尾崎公民館、鶴川内小学校付近）が挙げられているが、いずれも商用水力発電の規模ではなく、昨年度実施した地区別のワークショップの結果やその後の検討を通して環境教育の観点から抽出されたものである。

そのため、本調査においては、阿久根市内において小水力発電事業として商用での事業性のある地点がないか、改めて調査を行った。

調査地点の選定にあたっては、昨年度実施されたワークショップ等で挙げられた候補地情報等を元に、新規候補地についても関係機関等から情報を収集し、阿久根市内で小水力発電の可能性のある15箇所について現地調査を実施した。

調査は以下のフローに沿って実施し、現地調査結果はカルテとしてとりまとめた。

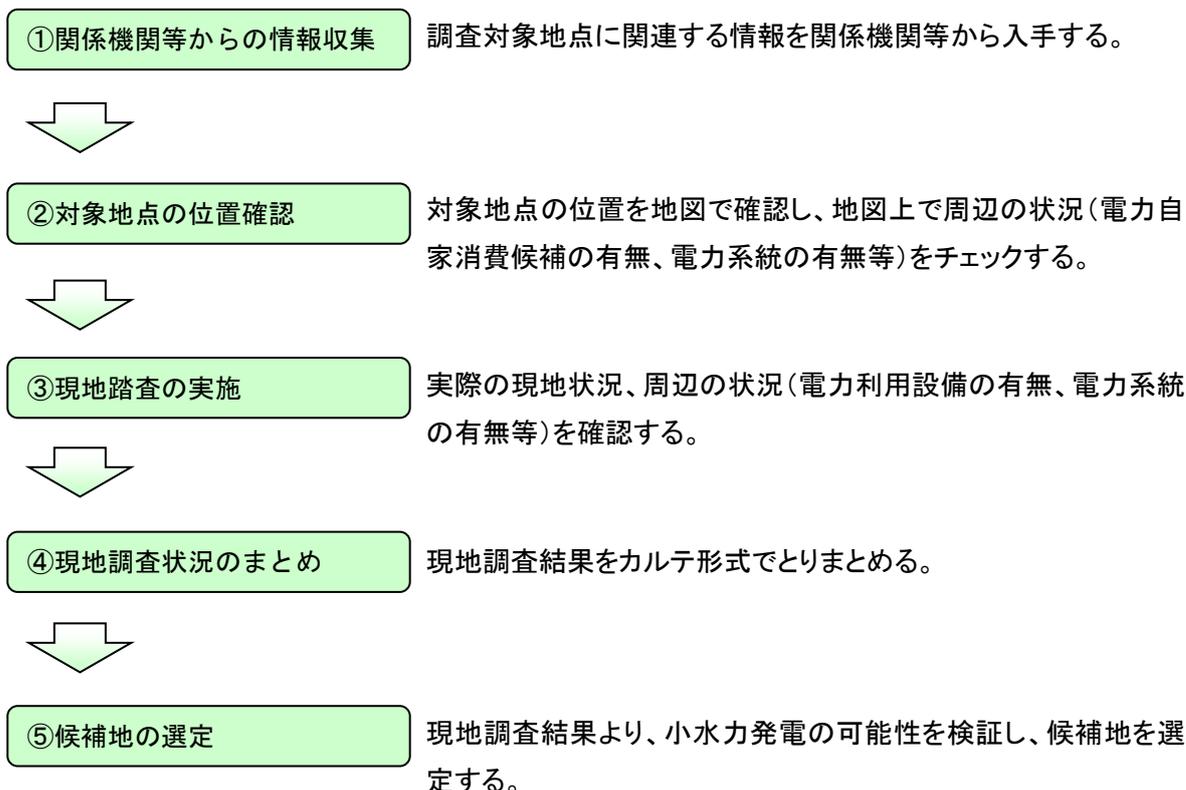


図 5-3 小水力発電事業化有望地点調査の実施フロー

表 5-1 昨年度実施されたワークショップ等であげられた候補地

No.	地区	案件候補	内容・課題	主体	発案者
1	阿久根	水力発電	中学校に水車を設置する		中学校
2	鶴川内	高松ダム水力発電	高松ダムで小水力発電に取り組む		中学校
3	尾崎	尾崎公民館小水力	尾崎の公民館での「ピコ水力」 小学校周辺の防犯灯を検討 小学生の学習教材として活用	市	WS
4	山下	おとんぼの滝小水力	活用方法の検討が必要	民間	WS
5	山下	田代水源小水力	活用方法の検討が必要	民間	WS
6	山下	横座トンネル小水力	活用方法の検討が必要	民間	WS
7	鶴川内	高松川小水力	鶴川内小付近での 1kW 以下の小水力 小学校周辺の防犯灯 小学生の学習教材	市	WS
8	鶴川内	山村開発センター小水力	山村開発センターでの 1kW 以下の小水力 指定避難所としての電力供給, 屋外トイレの電力供給	市	WS
9	鶴川内	鶴川内地区小水力	FIT売電		委員会
10	脇本	小水力発電	プールで小水力発電をする		中学校

【尾崎地区（尾崎公民館水車）】



【鶴川内地区（高松川）】



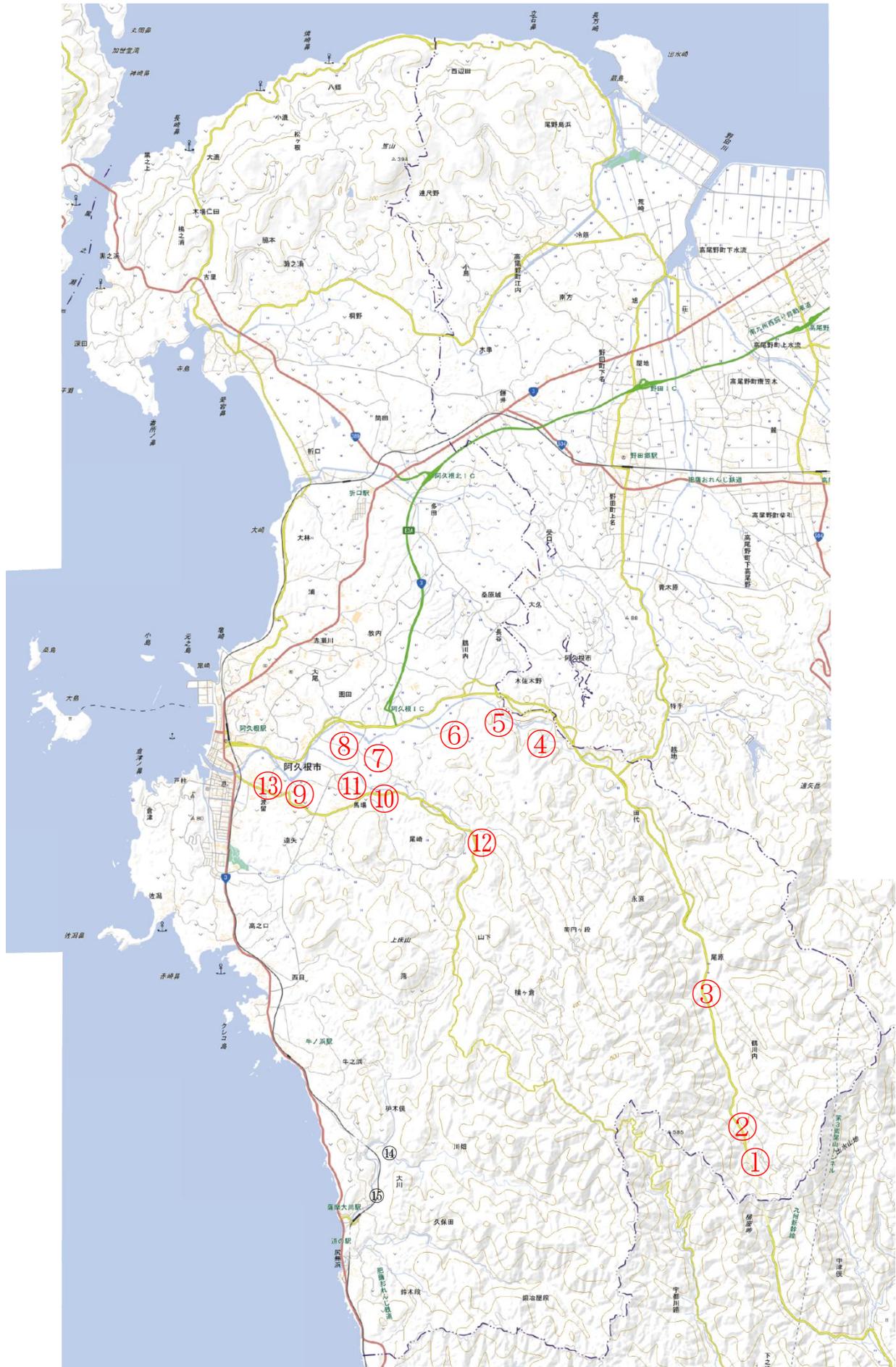


図 5-5 現地調査地点の位置

表 5-2 現地調査カルテ

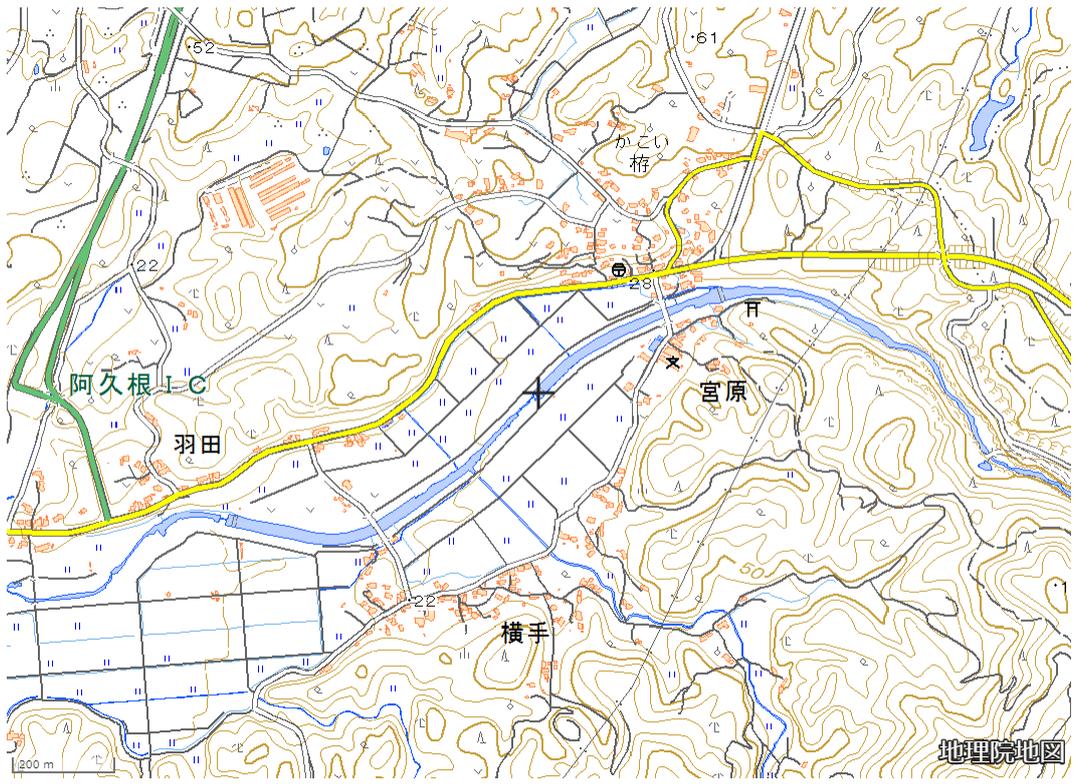
調査地点 No.	①横座トンネル付近（高松川）
位置図	
現地写真	
調査所見	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 落差なし、流量は少ない（年間流量不明） ◇ トンネル工事により発生した水であり、管理者と要協議 ◇ トイレのポンプやブローヤや照明の電力として利用可能

調査地点 No.	②尾原地区（高松川）
位置図	
現地写真	
調査所見	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 流量は少ないが、落差は確保しやすい ◇ 集落内であるが、周辺に大きな需要先がない

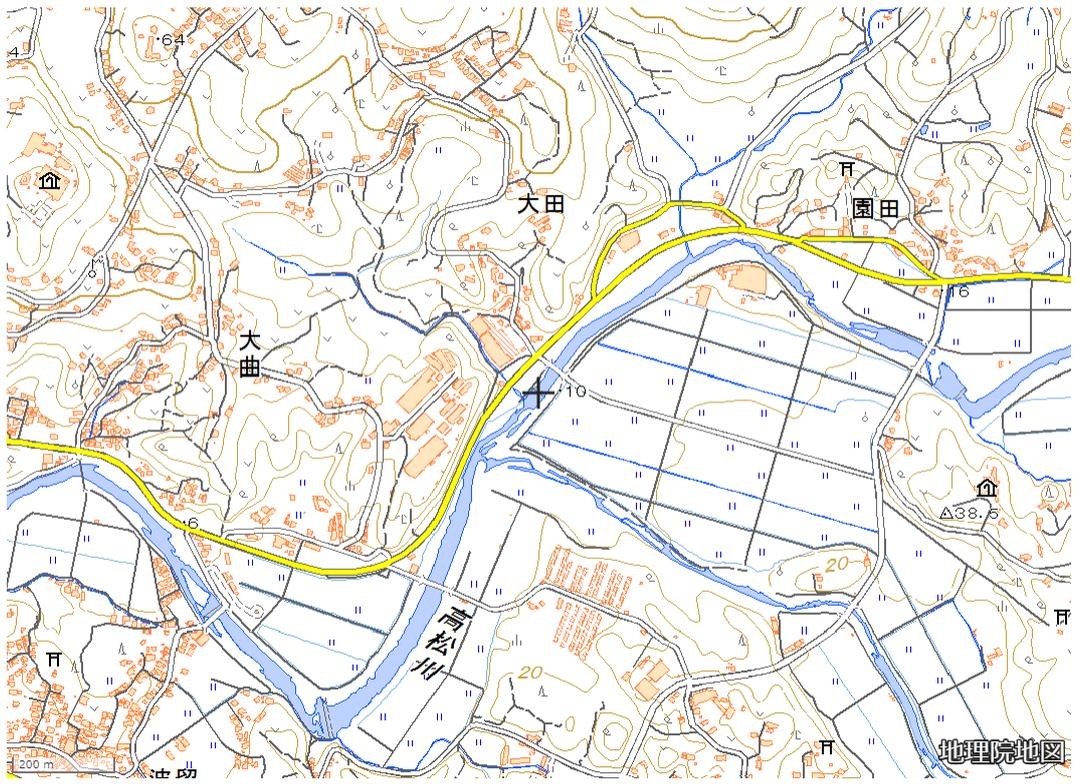
調査地点 No.	③山村開発センター付近（高松川）
位置図	
現地写真	
調査所見	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 流量が少ない、発電に必要な落差を確保できない ◇ 近くに山村開発センター、トイレ、あじさいの里（農産物直売所）があり、電力需要はある

調査地点 No.	④高松ダム（高松川）
位置図	
現地写真	
調査所見	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 貯水量は季節に応じて大きく変動するが、常時放水はある。 ◇ 過去（H24）に県の要望に対し提案したが、防災ダムであることから検討無く却下された経緯があるが、県の許可を得て（窓口：農村整備課保全係）阿久根市が検討することは可能。

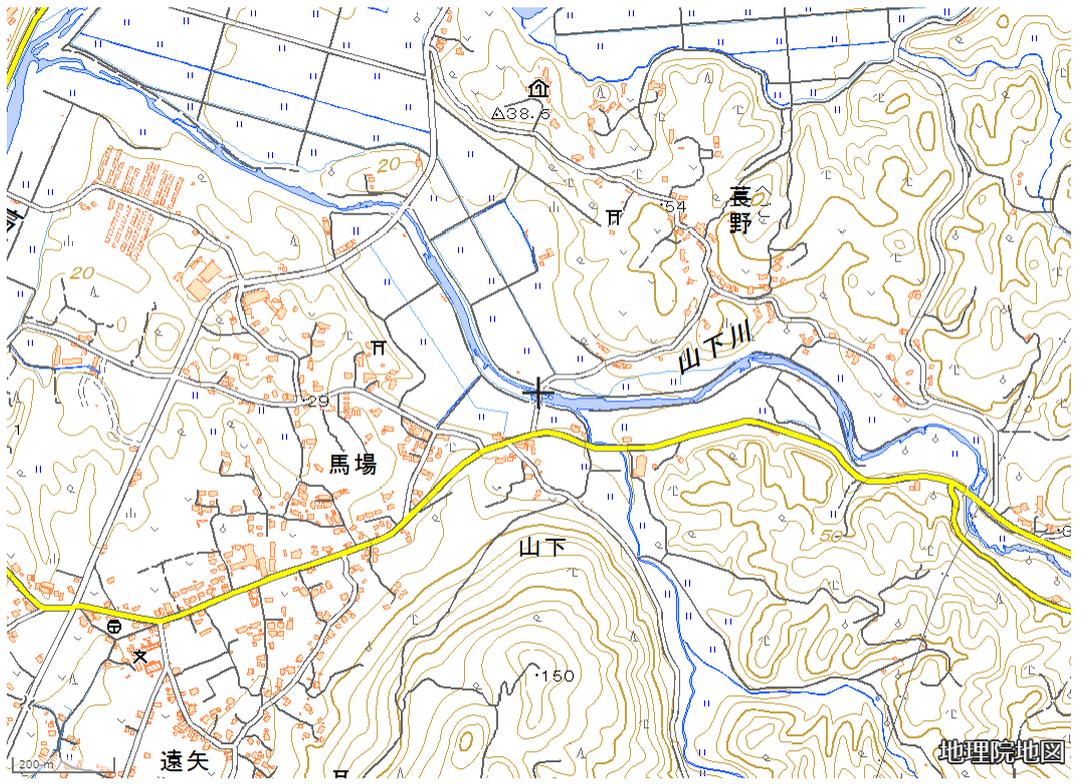
調査地点 No.	⑤楠本橋付近（高松川）
位置図	
現地写真	
調査所見	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 河川、農業用水路ともに年間を通して流量がある、河川内は大きくはないが落差もある ◇ 鶴川内小学校が近接しており、電力需要はある。 ◇ 通学路であり、周辺の防犯灯としての需要もあり、子どもたちの環境教育の場としても向いている。

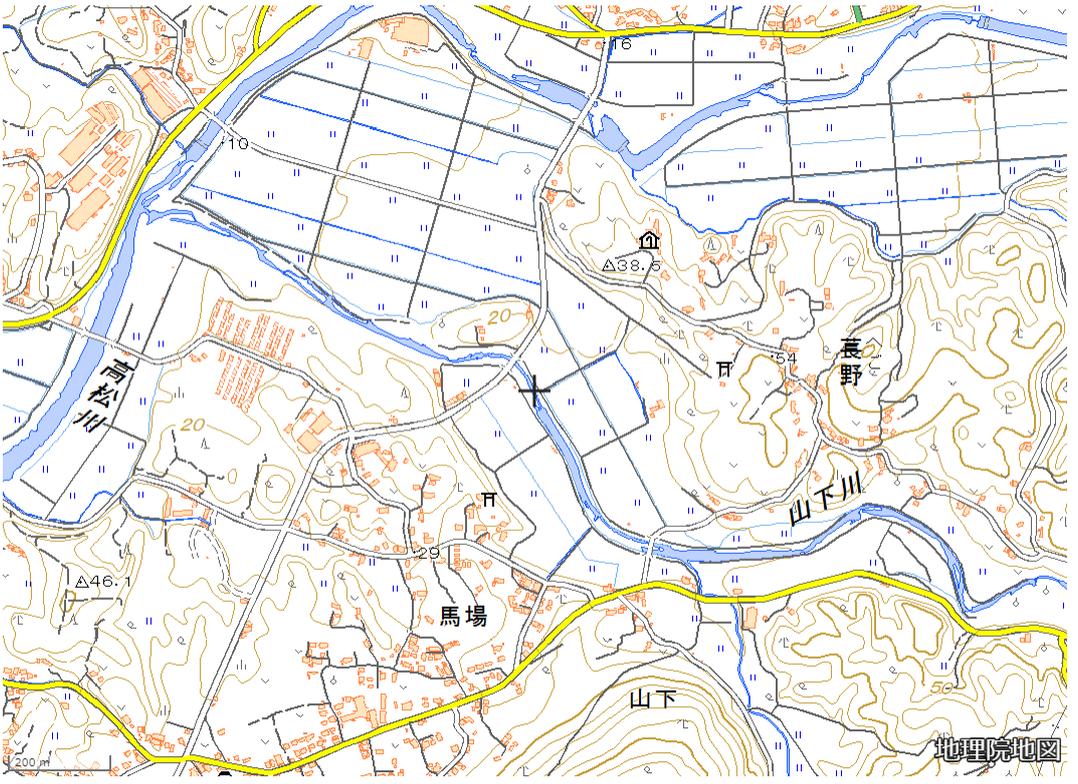
調査地点 No.	⑥横手地区（高松川）
位置図	
現地写真	
調査所見	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 勾配が緩やかで落差がない ◇ 周辺に需要施設がない

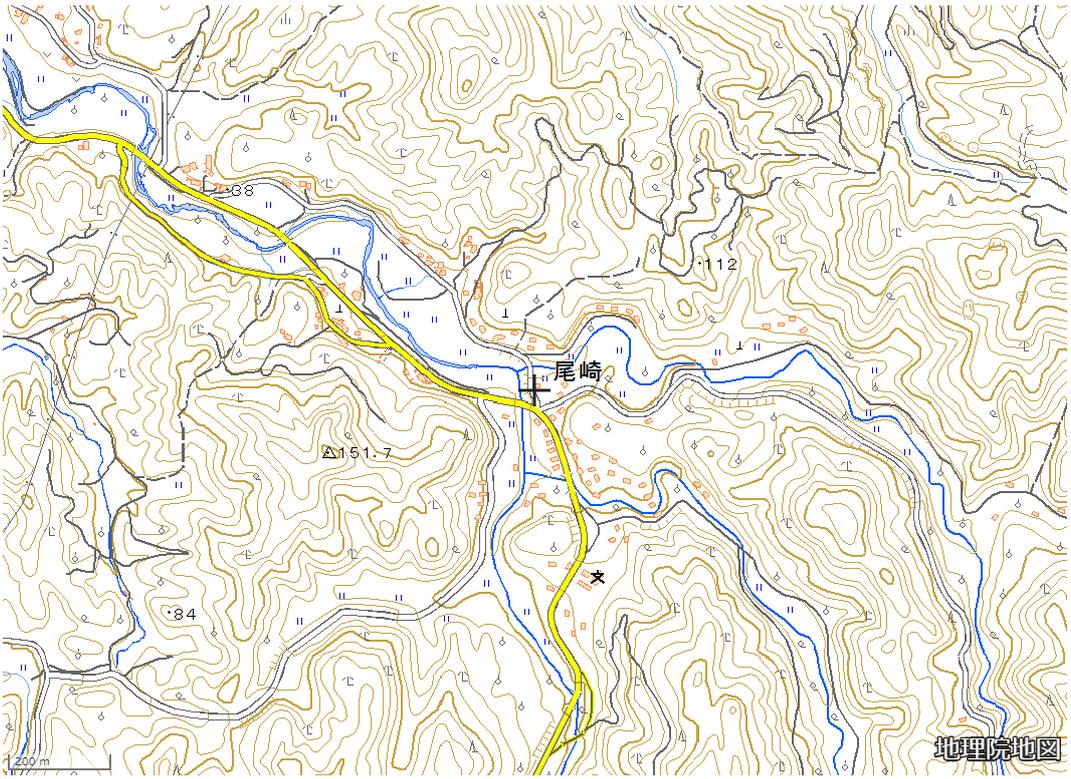
調査地点 No.	⑦園田橋付近（高松川）
位置図	
現地写真	
調査所見	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 河川、農業用水路の流量が調査地点の中で最も多い、河川内の落差も大きい ◇ 周辺に需要施設がなく、集落までも距離がある ◇ 発電を想定した検討も可能

調査地点 No.	⑧大田橋付近（高松川）
位置図	
現地写真	
調査所見	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 河川の流量はあるが、勾配がゆるく落差を確保しづらい ◇ 農業用水路は年間を通して流量がない（冬場はほとんどない） ◇ 周辺に民間の施設、工場等の電力需要はある

調査地点 No.	⑨波留地区（高松川）
位置図	
現地写真	
調査所見	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 河川内は勾配が緩く落差が確保できない ◇ 農業用水路への引き込みがあるが、詳細は不明 ◇ 集落に近接している

調査地点 No.	⑩前川原橋付近（山下川）
位置図	
現地写真	
調査所見	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 高松川に比べ流量は少ない、大きくはないが落差はある ◇ 河川側面に農業用水路への導水路があり、流量はあるが、詳細は不明 ◇ 集落に近接している

調査地点 No.	⑪文殊院橋付近（山下川）
位置図	
現地写真	
調査所見	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 高松川に比べ流量は少ない、大きくはないが落差はある ◇ 河川側面に農業用水路への導水路があり、流量はあるが、詳細は不明 ◇ 集落に近接している

調査地点 No.	⑫尾崎公民館水車
位置図	
現地写真	
調査所見	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 水量がわずかで、木製水車を回すのが限界、水車に発電機をつけるのは難しい ◇ 現在の木製水車は、上流の河川からパイプを使って水を引いており、高低差による自然流水の圧力で水車の高さまで水を汲み上げる仕組み

調査地点 No.	⑬波留地区農業・生活用水路
位置図	
現地写真	
調査所見	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 流量が少ない、落差がない ◇ 集落内であるため、電力需要はある

調査地点 No.	⑭川畑地区 (大川川)
位置図	<p>The topographic map shows the Kawahata area with the Oogawa River (大川川) flowing through it. Key features include contour lines, a railway line (鉄道), and several elevation points such as 118.9, 107.0, 198.2, and 180. Landmarks like '長道' (Nagami), '仲仁田' (Nakajima), and '中屋敷' (Nakayashiki) are labeled. A scale bar indicates 200 meters. The map is sourced from '地理院地図' (Geographical Institute Map).</p>
現地写真	<p>The left photograph shows a small concrete dam or weir with water cascading over it. The right photograph shows a rocky riverbed with a bridge in the background, surrounded by lush greenery.</p>
調査所見	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 高松川と比べると流量が少なく、勾配も緩いため落差が確保しづらい ◇ 周辺に集落はあるが、大きな電力需要はない

調査地点 No.	⑮中屋敷地区 (大川川)
位置図	
現地写真	
調査所見	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 高松川と比べると流量が少なく、勾配も緩いため落差が確保しづらい ◇ 大川のまちなかであり、電力需要はある

2) 候補地の選定

現地調査により流量、落差の状況を目視で確認し、関係機関や地域へのヒアリング等により流量の特性（年間変動等）について状況確認を行った結果、小水力発電を実施する場所としては、高松川が有力であり、とくに高松ダムより下流に有力な地点が集中していた。その中でも高松ダムを含む4地点が有望であり、詳細検討の候補地として選定した。

また、高松ダムより上流の高松川や尾崎公民館の水車の取水口がある藤ヶ段川については、候補地とはならなかったが、普通河川であるため法規制上の制約が少なく、高低差を利用したクロスフロー水車による発電が可能である。ただ、既存の施設（取水堰等）がないため、新規で施設を建設する必要がある上、流量に対して高低差を確保するための水圧管路の延長が長く、発電出力に比べて工事費がかかるため、事業性を考えると極めて厳しいといえる。

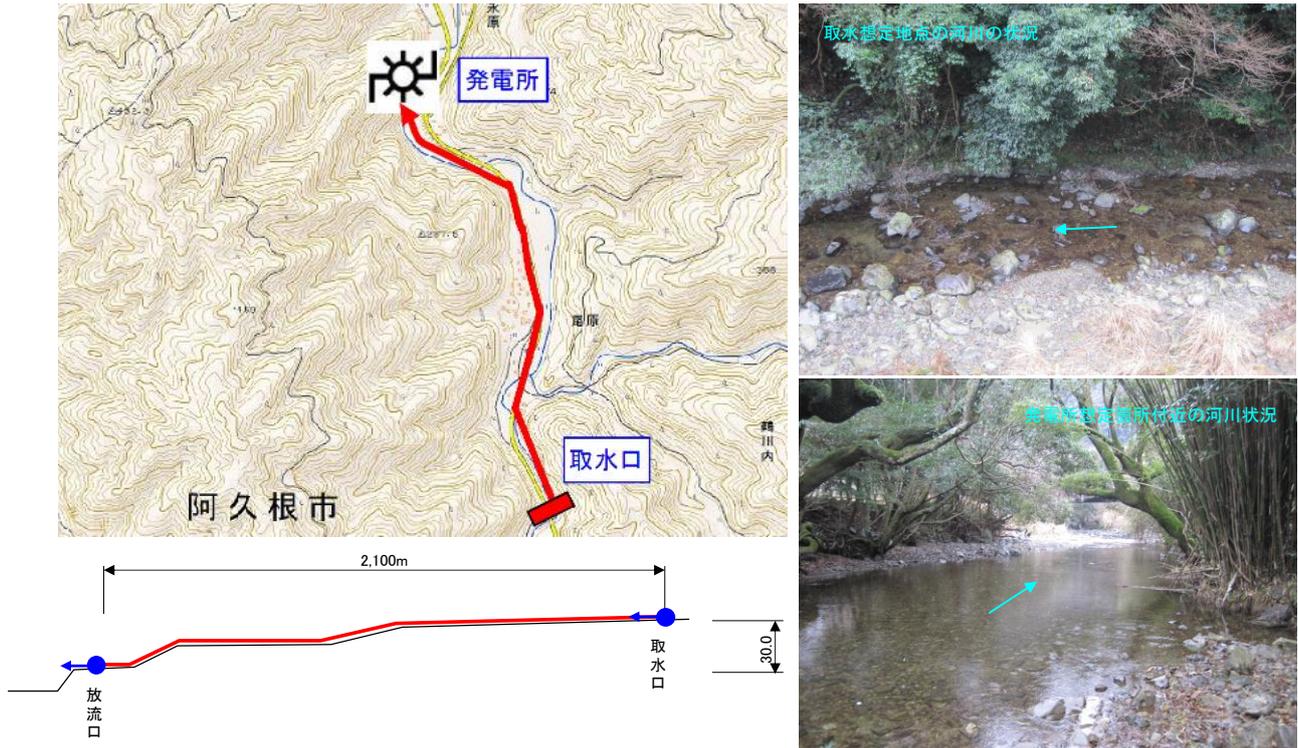
表 5-3 有望地点の評価

	流量	落差	年間変動	需要施設	評価
①横座トンネル付近(高松川)	△	△	△	○	継続検討
②尾原地区(高松川)	×	△	△	×	
③山村開発センター付近(高松川)	×	×	△	○	
④高松ダム(高松川)	○	○	○	○	候補地として選定
⑤宮原地区 楠本橋付近(高松川)	○	○	○	○	候補地として選定
⑥横手地区(高松川)	○	×	○	△	
⑦園田地区 園田橋付近(高松川)	○	○	○	△	候補地として選定
⑧大田地区 大田橋付近(高松川)	○	○	○	△	候補地として選定
⑨波留地区(高松川)	○	×	○	△	
⑩前川原橋付近(山下川)	△	△	△	△	
⑪文殊院橋付近(山下川)	△	△	△	△	
⑫尾崎公民館水車	×	×	△	○	
⑬波留地区農業・生活用水路	×	×	○	○	
⑭川畑地区(大川川)	×	△	△	△	
⑮中屋敷地区(大川川)	×	△	△	○	

○：小水力発電として有望 △：検討の余地あり ×：困難

※高松川水系については、添付資料1「高松川水系小水力発電導入可能性調査結果」を参照

【1. 高松ダムより上流の高松川（普通河川）で小水力発電を実施した場合】



【2. 尾崎公民館付近（藤ヶ段川）で小水力発電を実施した場合】



地点	流域面積 (km ²)	取水流量 (m ³ /s)	有効落差 (m)	発電効率	発電出力 (kW)	年間発電量 (kWh/年)	概算工事費 (千円)
1. 高松川上流	5.12	0.40	30.00	0.75	88.20	618,106	440,000
2. 藤ヶ段川	3.57	0.30	40.00	0.75	88.20	618,106	340,000

図 5-6 普通河川で小水力発電を実施する場合の想定（参考）

(2) 河川利用量の把握

1) 流量、落差の把握

詳細検討を行う候補地として選定した4箇所について、流量を計算した。なお、各地点における流量は「高松川園田橋観測所」の観測結果をもとに流域比で算出している。

候補地4の高松ダムについては、防災ダムとしての役割があり、県、市を交えた協議の結果、発電候補としては取り下げることとした。

表 5-4 候補地の概要

候補地	概要
1. 大田地区 (大田橋付近)	高松川河口より 3.6km の地点にある農業用取水堰。河川流量 (豊水流量) は $Q=2.50\text{m}^3/\text{s}$ であり、 $H=2.30\text{m}$ の落差がある。また、堰から取水した農業用水路があるが、水量が少ないため、小水力発電を行うのは難しい。
2. 園田地区 (園田橋付近)	高松川河口より 3.6km の地点にある農業用取水堰。河川流量 (豊水流量) は $Q=2.22\text{m}^3/\text{s}$ であり、 $H=3.28\text{m}$ の落差がある。また、堰から取水した農業用水路の流量は $Q=0.67\text{m}^3/\text{s}$ であり、落差はない。
3. 宮原地区 (楠本橋付近)	高松川河口より 5.6km の地点にある農業用取水堰。河川流量 (豊水流量) は $Q=1.95\text{m}^3/\text{s}$ であり、 $H=1.8\text{m}$ の落差がある。また、堰から取水した農業用水路の流量は $Q=0.19\text{m}^3/\text{s}$ であり、落差はない。
4. 高松ダム	高松川河口より 6.6km の地点にある治水を目的とした防災ダムである。河川流量 (豊水流量) は $Q=1.98\text{m}^3/\text{s}$ である。 防災ダムであるため、通常時は調整容量を確保する必要があり、発電のための貯水は不可能である。また、放流部には調整用のゲートが設けられているため、発電のための水圧管路を設置しての小水力発電は不可能である。

※豊水流量：1年を通じ95日はこれを下回らない流量であり発電設計流量の目安となる



図 5-7 候補地の位置

【1. 大田地区（大田橋付近）】

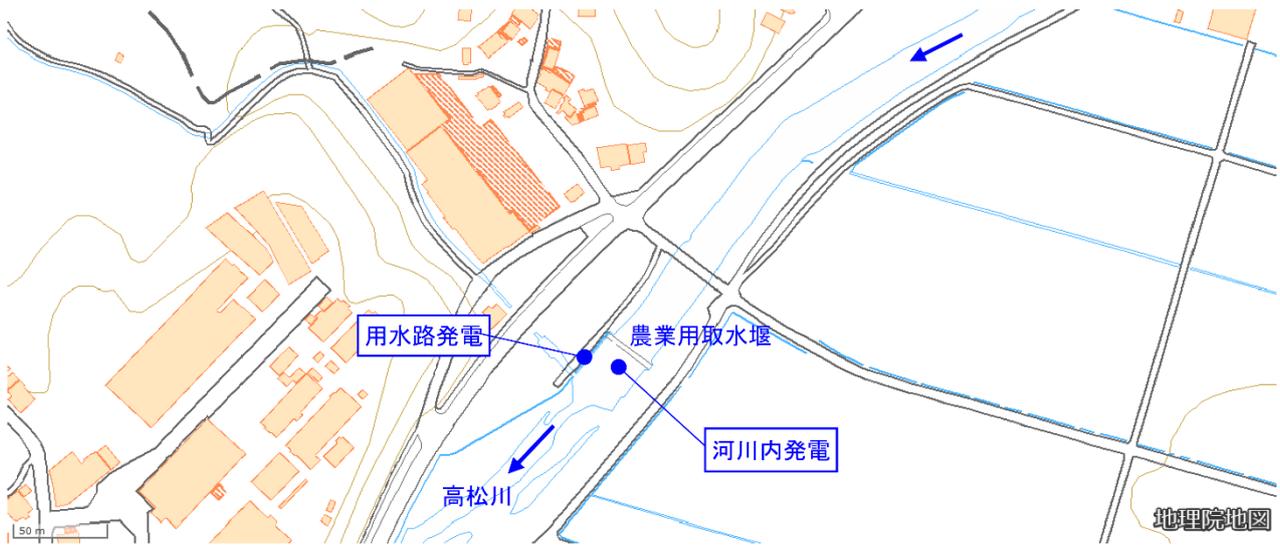


図 5-8 大田地区（大田橋付近）の詳細位置及び写真

【2. 園田地区（園田橋付近）】



図 5-9 園田地区（園田橋付近）の詳細位置及び写真

【3. 宮原地区（楠本橋付近）】



図 5-10 宮原地区（楠本橋付近）の詳細位置及び写真

【4. 高松ダム】

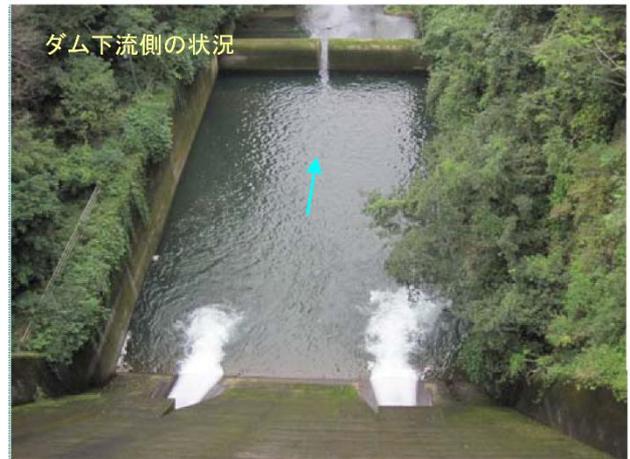
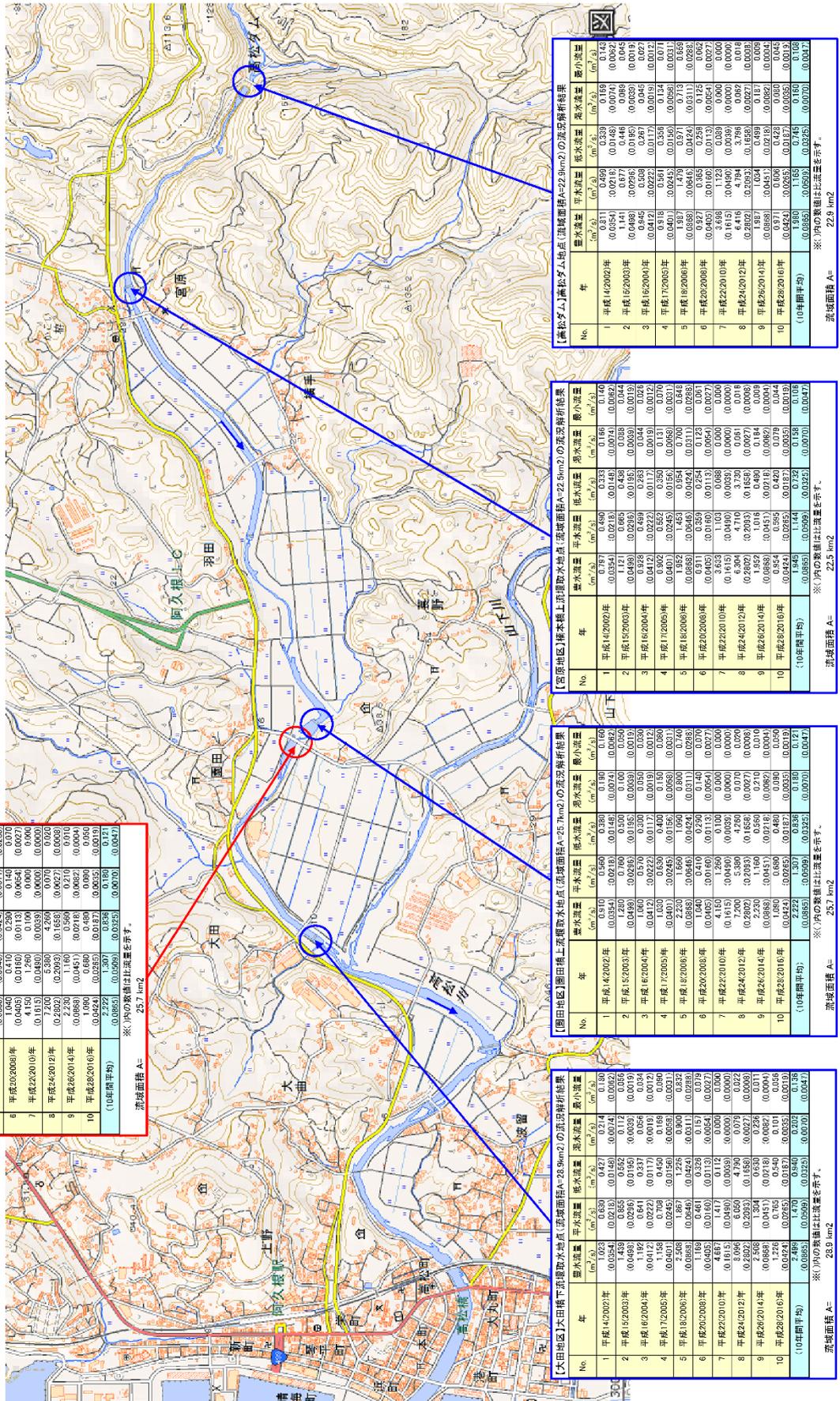


図 5-11 高松ダムの詳細位置及び写真

高松川 園田橋観測所
流量観測解析結果
※鹿野島川河川課提供
※平成19.21.23.25.27年
は観測無し

No.	年	豊水流量 (m^3/s)	平水流量 (m^3/s)	低水流量 (m^3/s)	洪水流量 (m^3/s)	最小流量 (m^3/s)
1	平成14(2002)年	0.910	0.580	0.380	0.190	0.160
2	平成15(2003)年	1.280	0.760	0.500	0.100	0.050
3	平成16(2004)年	1.060	0.570	0.300	0.050	0.030
4	平成17(2005)年	0.970	0.650	0.400	0.150	0.040
5	平成18(2006)年	2.220	1.660	1.090	0.300	0.740
6	平成20(2008)年	0.690	0.410	0.240	0.140	0.050
7	平成22(2010)年	4.150	1.260	0.100	0.060	0.000
8	平成24(2012)年	0.110	0.490	0.030	0.000	0.000
9	平成26(2014)年	2.230	1.160	0.560	0.210	0.010
10	平成28(2016)年	0.060	0.440	0.070	0.080	0.000
10年平均		2.222	1.307	0.638	0.181	0.117
		(0.0851)	(0.0959)	(0.0325)	(0.0070)	(0.0047)

※: 内の数値は比流量を示す。
流域面積 A = 25.7 km²



【大田地区大田橋下流取水地点(流域面積A=28.9km²)の流量解析結果】

No.	年	豊水流量 (m^3/s)	平水流量 (m^3/s)	低水流量 (m^3/s)	洪水流量 (m^3/s)	最小流量 (m^3/s)
1	平成14(2002)年	1.439	0.855	0.562	0.112	0.056
2	平成16(2004)年	0.0469	0.0296	0.0195	0.0019	0.0019
3	平成18(2006)年	0.0412	0.0223	0.0117	0.0019	0.0012
4	平成17(2005)年	1.150	0.709	0.450	0.166	0.060
5	平成18(2006)年	0.0461	0.0245	0.0156	0.0059	0.0031
6	平成20(2008)年	0.0888	0.0444	0.0244	0.0111	0.0063
7	平成22(2010)年	0.0465	0.0160	0.113	0.0054	0.00272
8	平成24(2012)年	0.0151	0.0460	0.033	0.0000	0.0000
9	平成26(2014)年	0.0466	0.050	0.050	0.027	0.022
10	平成28(2016)年	0.0368	0.034	0.030	0.026	0.011
10年平均		0.924	0.765	0.540	0.101	0.056
		(0.0474)	(0.0265)	(0.0187)	(0.0035)	(0.0019)
		2.869	1.470	0.940	0.202	0.138
		(0.0851)	(0.0959)	(0.0325)	(0.0070)	(0.0047)

※: 内の数値は比流量を示す。
流域面積 A = 28.9 km²

【園田地区園田橋上流取水地点(流域面積A=25.7km²)の流量解析結果】

No.	年	豊水流量 (m^3/s)	平水流量 (m^3/s)	低水流量 (m^3/s)	洪水流量 (m^3/s)	最小流量 (m^3/s)
1	平成14(2002)年	1.430	0.760	0.500	0.100	0.050
2	平成15(2003)年	0.0498	0.0295	0.0195	0.0019	0.0019
3	平成16(2004)年	0.0412	0.0223	0.0117	0.0019	0.0012
4	平成17(2005)年	1.030	0.630	0.400	0.150	0.060
5	平成18(2006)年	0.0461	0.0245	0.0156	0.0059	0.0031
6	平成20(2008)年	0.0888	0.0444	0.0244	0.0111	0.0063
7	平成22(2010)年	0.0465	0.0160	0.113	0.0054	0.00272
8	平成24(2012)年	0.0151	0.0460	0.033	0.0000	0.0000
9	平成26(2014)年	0.0466	0.050	0.050	0.027	0.022
10	平成28(2016)年	0.0368	0.034	0.030	0.026	0.011
10年平均		0.924	0.765	0.540	0.101	0.056
		(0.0474)	(0.0265)	(0.0187)	(0.0035)	(0.0019)
		2.869	1.470	0.940	0.202	0.138
		(0.0851)	(0.0959)	(0.0325)	(0.0070)	(0.0047)

※: 内の数値は比流量を示す。
流域面積 A = 25.7 km²

【高松川大松谷大松点(流域面積A=22.9km²)の流量解析結果】

No.	年	豊水流量 (m^3/s)	平水流量 (m^3/s)	低水流量 (m^3/s)	洪水流量 (m^3/s)	最小流量 (m^3/s)
1	平成14(2002)年	0.0584	0.0218	0.0148	0.0074	0.0044
2	平成15(2003)年	0.0489	0.0295	0.0195	0.0039	0.0019
3	平成16(2004)年	0.0412	0.0223	0.0117	0.0019	0.0012
4	平成17(2005)年	0.902	0.552	0.350	0.131	0.070
5	平成18(2006)年	0.0461	0.0245	0.0156	0.0059	0.0031
6	平成20(2008)年	0.0888	0.0444	0.0244	0.0111	0.0063
7	平成22(2010)年	0.0465	0.0160	0.113	0.0054	0.00272
8	平成24(2012)年	0.0151	0.0460	0.033	0.0000	0.0000
9	平成26(2014)年	0.0466	0.050	0.050	0.027	0.022
10	平成28(2016)年	0.0368	0.034	0.030	0.026	0.011
10年平均		0.924	0.765	0.540	0.101	0.056
		(0.0474)	(0.0265)	(0.0187)	(0.0035)	(0.0019)
		1.960	1.144	0.722	0.158	0.108
		(0.0851)	(0.0959)	(0.0325)	(0.0070)	(0.0047)

※: 内の数値は比流量を示す。
流域面積 A = 22.9 km²

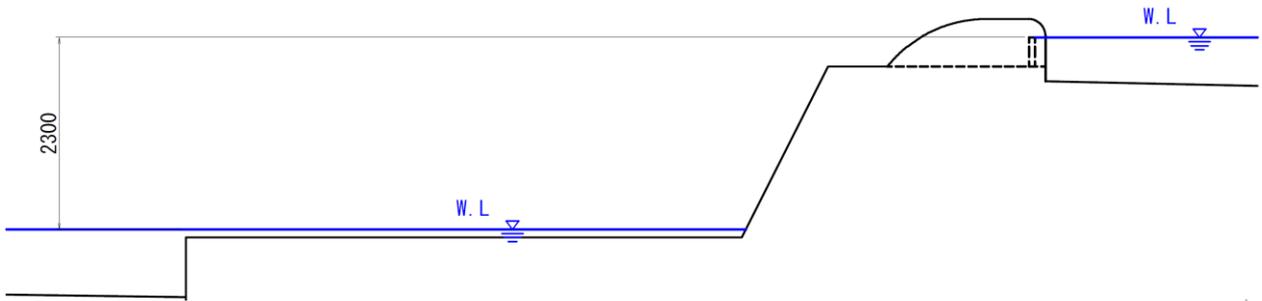
【高松川大松谷大松点(流域面積A=22.9km²)の流量解析結果】

No.	年	豊水流量 (m^3/s)	平水流量 (m^3/s)	低水流量 (m^3/s)	洪水流量 (m^3/s)	最小流量 (m^3/s)
1	平成14(2002)年	0.0584	0.0218	0.0148	0.0074	0.0044
2	平成15(2003)年	0.0489	0.0295	0.0195	0.0039	0.0019
3	平成16(2004)年	0.0412	0.0223	0.0117	0.0019	0.0012
4	平成17(2005)年	0.916	0.561	0.354	0.134	0.071
5	平成18(2006)年	0.0461	0.0245	0.0156	0.0059	0.0031
6	平成20(2008)年	0.0888	0.0444	0.0244	0.0111	0.0063
7	平成22(2010)年	0.0465	0.0160	0.113	0.0054	0.00272
8	平成24(2012)年	0.0151	0.0460	0.033	0.0000	0.0000
9	平成26(2014)年	0.0466	0.050	0.050	0.027	0.022
10	平成28(2016)年	0.0368	0.034	0.030	0.026	0.011
10年平均		0.924	0.765	0.540	0.101	0.056
		(0.0474)	(0.0265)	(0.0187)	(0.0035)	(0.0019)
		1.960	1.165	0.745	0.160	0.108
		(0.0851)	(0.0959)	(0.0325)	(0.0070)	(0.0047)

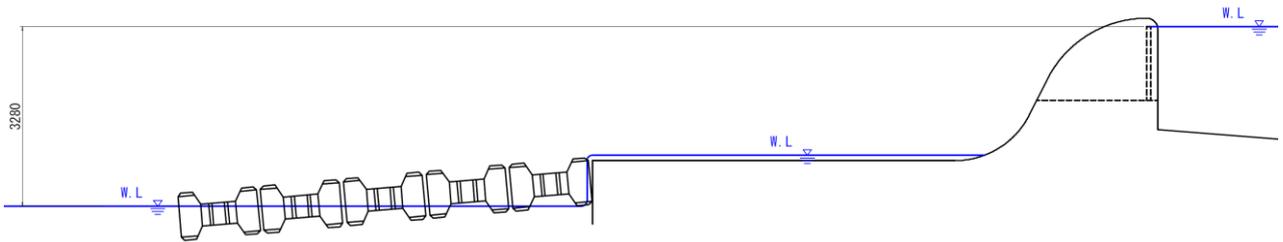
※: 内の数値は比流量を示す。
流域面積 A = 22.9 km²

図 5-12 候補地の流量計算 (河川区域内)

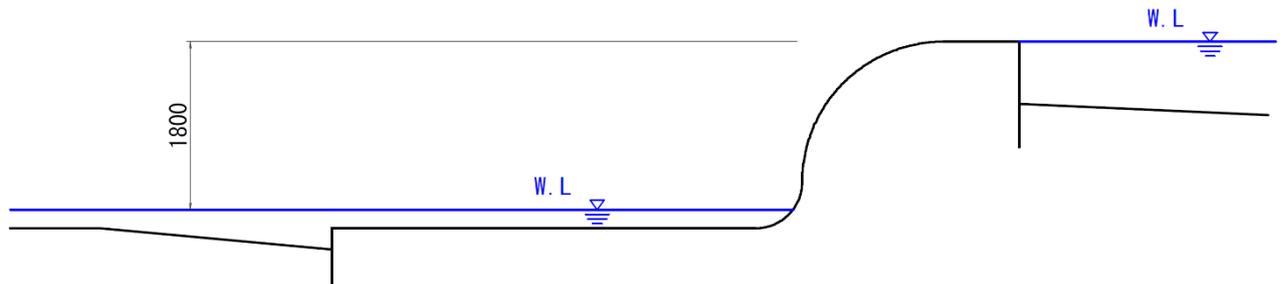
【1. 大田地区（大田橋付近）】



【2. 園田地区（園田橋付近）】



【3. 宮原地区（楠本橋付近）】



【4. 高松ダム】

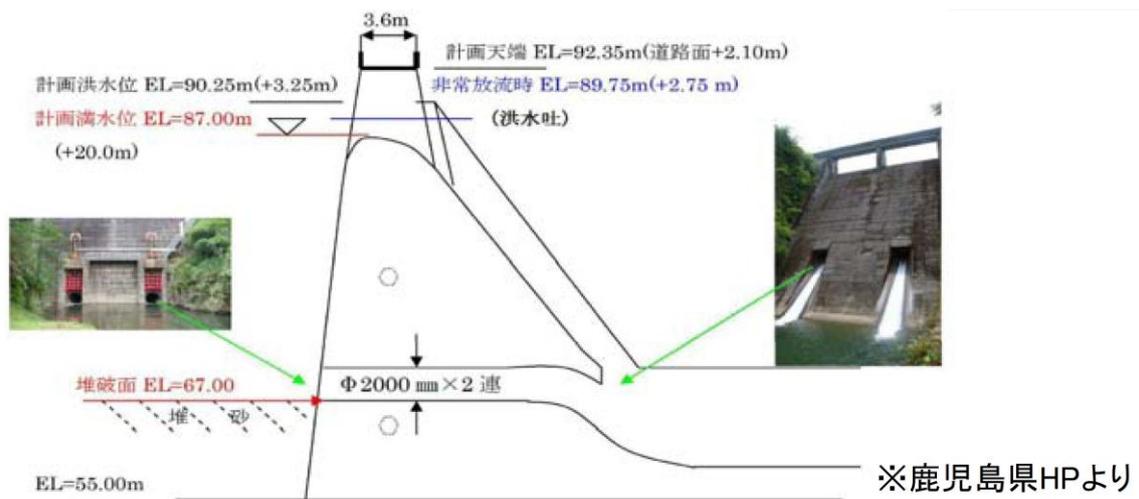
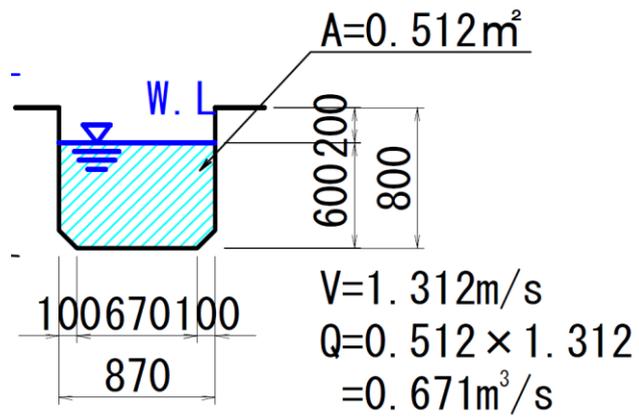


図 5-13 農業用取水堰の落差（縦断図）

【2. 園田地区（園田橋付近）】



【3. 宮原地区（楠本橋付近）】

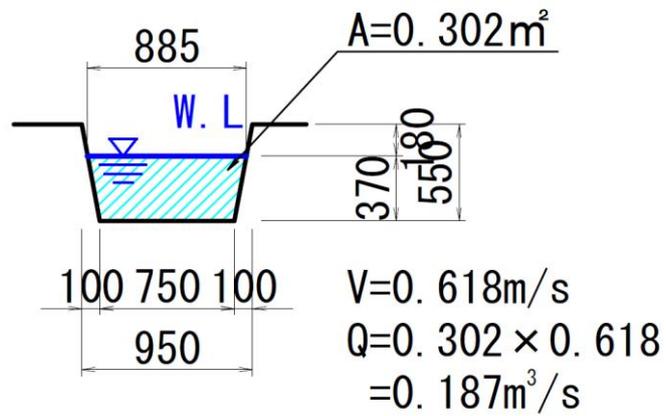


図 5-14 農業用水路の流量計算

2) 発電量の概算

候補地として選定した高松ダムを除く3箇所について、河川区域内、農業用水路でそれぞれ小水力発電設備を設置した場合の発電量を計算した。

発電量の計算にあたっては、候補地の状況を踏まえ、河川区域内はサイフォン式プロペラ水車、農業用水路は縦軸クロスフロー水車で発電した場合の設計流量を採用した。

表 5-5 河川区域内の小水力発電の発電出力及び年間発電量の試算

	設計流量 (m ³ /s)	有効落差 (m)	発電効率	発電出力 (kW)	年間発電量 (kWh/年)
1. 大田地区 (大田橋付近)	0.90	2.30	0.57	11.56	81,034
2. 園田地区 (園田橋付近)	1.06	3.00	0.53	16.52	115,751
3. 宮原地区 (楠本橋付近)	0.90	1.80	0.57	9.05	63,418

表 5-6 農業用水路の小水力発電の発電出力及び年間発電量の試算

	設計流量 (m ³ /s)	有効落差 (m)	発電効率	発電出力 (kW)	年間発電量 (kWh/年)
1. 大田地区 (大田橋付近)					
2. 園田地区 (園田橋付近)	0.05	0.20	0.60	0.06	387
3. 宮原地区 (楠本橋付近)	0.05	0.20	0.60	0.06	387

(3) 水利権等の確認・調整

小水力発電設備の設置検討にあたり、河川管理者である鹿児島県土木部河川課との協議を行った（平成 29 年 12 月 4 日）。その結果を踏まえ、以下の通り整理する。

1) 河川区域内での小水力発電

河川区域内への小水力発電設備の設置にあたっては、新規の取水と河川内の工作物設置となるため、河川法第 23 条、第 24 条、26 条に関する許可申請が必要となり、必要水量を算出するために、現行の農業用水の慣行水利権を許可水利権に切り替える必要がある。許可水利権を申請する際の取水量は、現行の受益面積相当の水量しか認められないため、慣行水利権より低くなる可能性がある。そのため、農業用水の受益者及び水利組合の合意を得ることが必要となる。また、河川区域内の利用にあたっては、高松川内水面漁協との調整が必要となる。

また、構造上の制約もあり、既設固定堰に発電施設を設置する場合、現況工作物の支配断面内（固定堰天端より上に工作物を設けない）に収めることが望ましいが、改修済区間であれば、河積阻害率（対象工作物の総幅が川幅に対して占める割合）を 5%以内に収める必要がある。固定堰に魚道がない場合は、上流側の固定堰に魚道が設置されていれば、魚道の設置について検討が必要（許可条件となるため）となる。

さらに、高松川は夏場に増水する危険があるため、高松ダムの放水時など、一時的な流水に対応できる設備構造にするとともに、万が一のリスク管理や緊急時対応については、事前にその方策を決定する必要がある。

表 5-7 河川区域内に水力発電設備を設置する際の配慮すべき基本事項

① 洪水流に対して安全な構造	<ul style="list-style-type: none">▶ 計画高水位以下の水位の流水の作用に対して安全な構造とする▶ 計画高水位以下の水位の洪水の流下を妨げない構造とする
② 他の利水者に悪影響を与えない構造	<ul style="list-style-type: none">▶ 小水力発電施設を設置することにより、当該施設周辺の既得利水者の取水に対して、支障を与えない構造とするものとする
③ 河川環境に悪影響を与えない構造	<ul style="list-style-type: none">▶ 小水力発電施設は、堰や床止め等の上下流の魚類の生息・生育等に大きな影響を与えない構造とする
④ 河川利用者への安全性の配慮	<ul style="list-style-type: none">▶ 小水力発電施設の設置においては、河川利用者への安全な施設とする

※「小水力発電を河川区域に設置する場合のガイドブック(案)H25.3」より

2) 農業用水路での小水力発電

候補地の3ヶ所の農業用水路の既存の水利権を確認したところ、いずれも慣行水利権であり、非かんがい期の取水量の設定がされていなかった。慣行水利権で非かんがい期に取水量の設定がない場合は、基本的に小水力発電設備の設置が認められないため、発電用水量が必要な場合は、新規に水利権を取得する必要がある。

そのため、農業用水路への小水力発電設備を設置にあたっては、まず、慣行水利権から許可水利権への切り替える手続きが必要であり、それによって通年での農業用水路の利用が可能になる。その上で、農業用水路を小水力発電の場所として利用するために、「従属発電」の登録が必要となる。

許可水利権を申請する際の取水量は、現行の受益面積相当の水量しか認められないため、慣行水利量より低くなる可能性がある。そのため、農業用水の受益者及び水利組合の合意を得ることが必要となる。さらに、許可水利権とした場合、取水量及び余水量の2点管理により許可水利量の管理を行う必要があり、取水口及び余水口の改良に加え、その管理をどのように行うのかについて、水利組合と事前に協議を行う必要がある。

また、構造上の制約もあり、現行の農業用水路には利用できる落差がないことから、発電設備設置ポイントで嵩上げを行う必要があり水路側壁の改良工事が必要となる。そのため、工事内容についての水利組合への説明、理解が必要となる。

表 5-8 現在の慣行水利権の設定

	しろかき期 5月20日～6月10日	かんがい期 6月11日～9月30日	かんがい面積
1. 大田地区 (大田橋付近)	—	0.055 m ³ /s (調査水量)	8.76ha
2. 園田地区 (園田橋付近)	—	0.075 m ³ /s (調査水量)	14.87ha
3. 宮原地区 (楠本橋付近)	0.101 m ³ /s	0.067 m ³ /s (届出水量) 0.099 m ³ /s (調査水量)	10.0ha

(4) エネルギー需給の検討

候補地である3箇所について、①発電量、②需要施設、③環境教育効果の3点で以下の通り比較検討を行った。いずれも大きな発電量はなく、単独事業として採算性を含め成立させることは難しいため、通学路の照明や鶴川内小学校の電力などの公共の需要があり、環境教育を含めた副次的な効果が見込まれる楠本橋上流の河川区域内及び梶地区農業用水路への設置を第1優先に検討する。

表 5-9 候補地の比較評価表

	1. 大田地区 (大田橋付近)		2. 園田地区 (園田橋付近)		3. 宮原地区 (楠本橋付近)	
発電量	河川内区域：81,034kWh/年 ○		河川内区域：115,751kWh/年 農業用水路：387kWh/年 ◎		河川内区域：63,418kWh/年 農業用水路：387kWh/年 ○	
需要施設	<隣接> ▶ 大田橋周辺の照明として利用（人通りは少ない） <周辺> ▶ 電力需要の多い民間施設（食品工場、特別養護老人ホーム）での利用 ▶ 周辺の地区の電力として利用（大田地区の店舗や住宅等） △		<隣接> ▶ 園田橋周辺の照明として利用（人通りは少ない） <周辺> ▶ 電力需要の多い民間施設（食品工場）での利用 ▶ 周辺の地区の電力として利用（園田地区や菺野地区の店舗や住宅等） <その他> ▶ 阿久根 IC 周辺に観光（物販）等の施設が整備されれば、その電力等として活用可能 △		<隣接> ▶ 楠本橋周辺の照明として利用（通学路であるため、防犯灯としても良い） ▶ 鶴川内小学校の電力として利用（蓄電池の設置、災害時利用） ▶ 河川沿いの住宅の電力として利用（例えば、水力発電利用モデル地区として設定し、再エネのまちをPR） <周辺> ▶ 鶴川内地区集会施設で利用（指定避難所、太陽光発電と連動） ▶ 周辺の地区の電力として利用（梶公民館、鶴川内郵便局、店舗等＋住宅等） ○	
環境教育効果	▶ 市の中心部に最も近接 ▶ 道路沿いを歩く人はほとんどいない、車両通行も少ない △		▶ 阿久根 IC に近く、広域農道沿い（高速道路から西目方面への主要道路）であるため、車両通行は多い（PR効果） △		▶ 鶴川内小学校の通学路であるため、子どもたちの目に触れやすい、照明として果たす役割も大きい ◎	
その他			▶ 最も発電量が大きいため、地域エネルギー会社でのFITでの売電も考えられる		▶ 他の地点での横展開が可能（環境教育効果の広がり）	
評価	第3優先		第2優先		第1優先	

(5) 小水力発電事業の方向性

1) 小水力発電の導入にあたっての懸念事項

小水力発電設備の設置にあたっては、高松川の河川管理者である県と協議をさらに重ねる必要がある、その過程の中で、河川の受益者、水利権者等との調整を行う必要がある。これにはかなりの時間を有することが予測される。

前述の通り、河川区域内、農業用水路どちらで小水力発電を行うにしても、慣行水利権から許可水利権に切り替える必要があるため、許可水利権で認められた水量が水利組合として問題ないかどうか、非かんがい期も同様の流量となることに問題がないかどうか、そもそもその水量で発電に必要な流量が確保できるかどうかなど、水利組合等との協議、調整の中で明確にする必要がある。発電設備を設置する農業用取水堰や農業用水路の老朽状況等に応じて、改良、改修が必要になることも考えられるため、設備導入前にその調査、ヒアリングも必要である。

さらに、設置後の維持管理や緊急時対応等のリスク管理を設置前に明確にしておく必要がある。特に農業用水路の設備は、単なる発電設備とするのではなく、地域との関わりの中で小水力発電が地域に根づくことが望ましく、地元側と連携した日常的な維持管理体制の構築を念頭に進めることが必要である。

また、河川区域内、農業用水路両方に共通することとして、高松川周辺には需要先となるような施設が少なく、新規の施設整備の予定も現在のところ無いため、エネルギーの需要先の想定としては課題が残る。

2) 小水力発電の導入の方向性

小水力発電設備の導入にあたっては、地域側の受入れと発電規模（需給のバランス）に応じて、段階的に進めることが阿久根市としては適切であると考ええる。

短期的には、本格的に設備を導入する前に、設備導入後の維持管理、利用を見据え、小水力発電のことを地域に浸透させる必要がある。そのため、まずは、ピコピカ水車等での発電試行、体験を様々な場所で行うことが望ましい。

中長期的には、農業用水路及び河川区域内への小水力発電設備の本格導入を検討し、公共の需要として、まず道路照明を想定し、その後、鶴川内小学校の電力利用を想定するなど、公共の需要に見合った規模の発電設備を段階的に導入することが望ましい。

表 5-10 エネルギーの需給パターン

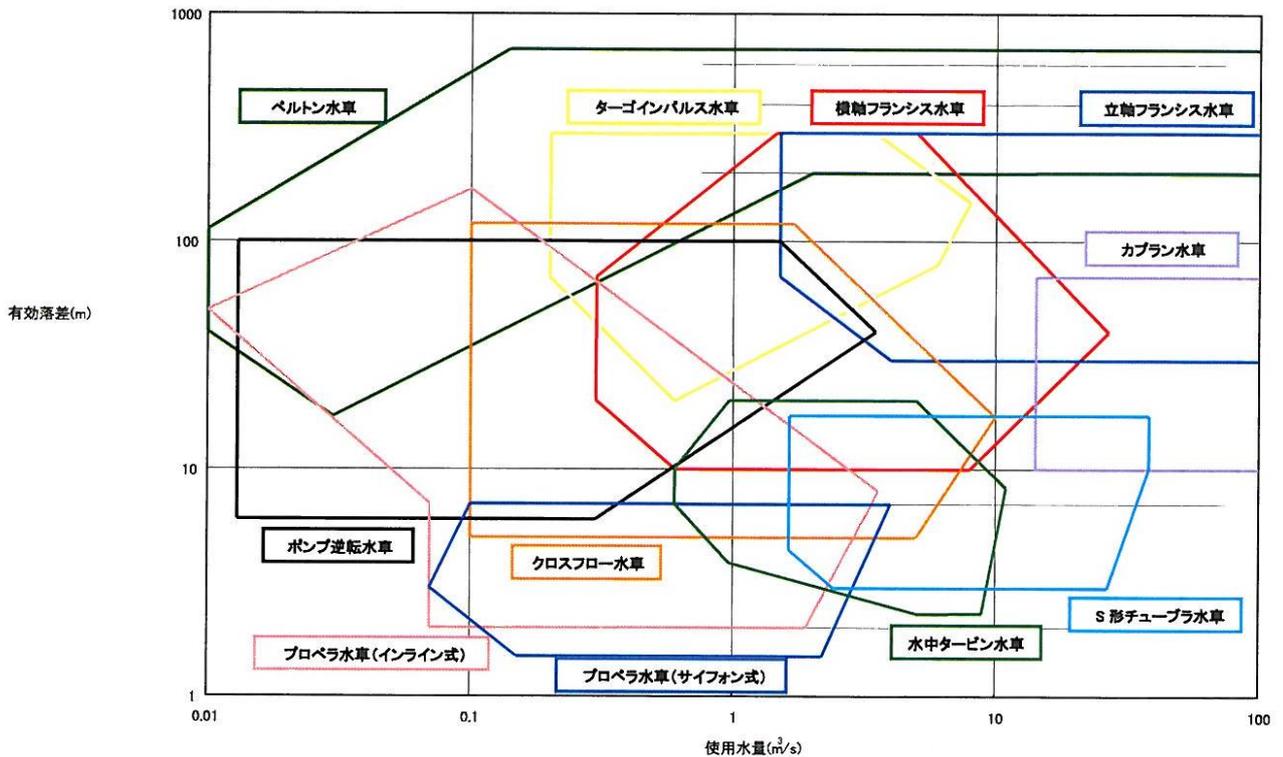
		小水力発電設備	エネルギー需要先		
高	パターン①	河川+農業用水路の組み合わせで小水力発電設備（10kW以上）を整備 ※ エネルギー構造高度化・転換理解促進事業補助（資源エネルギー庁）活用 ※ 需要施設付近に整備（施設までの電線、蓄電池等を同時に整備）	公共施設（鶴川内小学校等）の電力として利用 【事業主体：市】	地域PPS等経由で周辺施設、民家へ売電 【事業主体：民間】	ステップ③ 長期
	パターン②	河川に小水力発電設備（10kW以上）を整備 ※ エネルギー構造高度化・転換理解促進事業補助（資源エネルギー庁）活用 ※ 需要施設付近に整備（施設までの電線、蓄電池等を同時に整備）			
ハードル	パターン③	河川に小水力発電設備（10kW以上）を整備 ※ エネルギー構造高度化・転換理解促進事業補助（資源エネルギー庁）を活用せず、民間の投資事業として実施 ※ 発電規模の大きい場所に整備	FITでの売電 【事業主体：民間】		
	パターン④	農業用水路に小水力発電設備（60W程度）を整備 ※ 農業用水路での発電単独ではエネルギー構造高度化・転換理解促進事業補助（資源エネルギー庁）の要件を満たさないため、他の補助事業や単費での事業実施 ※ 環境教育効果が高く、道路照明が必要な場所に整備	道路のLED照明+環境教育用として利用 【事業主体：市】	ステップ② 中期	
	パターン⑤	環境教育とあわせて、農業用水路にピコピカ水車等の簡易な発電設備を複数箇所に設置（今年度のFS調査の継続実施及び横展開）			ステップ① 短期

3 小水力発電設備計画

(1) 小水力設備の選定

1) 水車発電機型式の概略検討

水車は使用水量や落差により適応機種が異なるため、以下の選定図を使用し、第1優先の候補地である「宮原地区（楠本橋付近）」に最適な水車を検討し、河川区域内、農業用水路それぞれ選定した。



出典：ハイドロバレー計画ガイドブック

図 5-15 水車選定図

2) 河川区域内の小水力発電設備の選定

楠本橋上流の農業用水取水堰は、昭和 30 年代に築造（或いは改築）されたコンクリート造固定堰であり、この固定堰を利用して小水力発電を実施するには、「サイフォン式プロペラ水車」もしくは「らせん式水車」が考えられる。洪水時のリスクやこれまでの実績から当該箇所には「サイフォン式プロペラ水車」が適していると考えられる。

サイフォン式水車

■ 標準化された低落差向けの簡易型水車発電機です。

■ 一定流量タイプのプロペラ水車です。(流量に合わせて3機種ラインナップ)

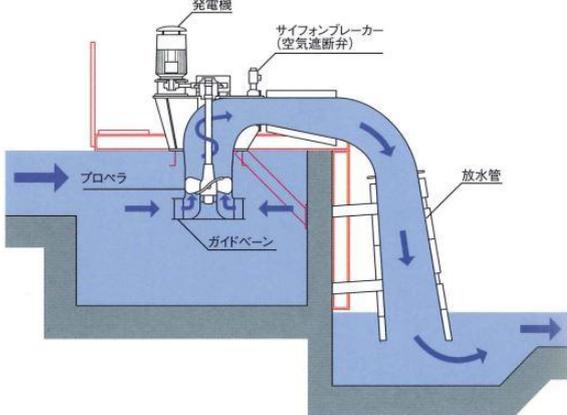
■ 計画地点の流量に合わせて、ランナベーンの角度を調整/固定して納入します。

■ 単独運転はできません。必ず系統連系して使用する必要があります。

■ 流量変化のある地点では、複数台設置して運転台数を切替える高效率運転も可能です。

出力: 0.7~50kW
 落差: 1.5~6.0m
 流量: 0.15~1.4m³/s



サイフォン式水車の仕組み

出典：日本小水力発電株式会社 パンフレットより

図 5-16 サイフォン式プロペラ水車の概要（サイフォン TM5 型：チェコスロバキア マーベル社）



- 嵐山・渡月橋は景観への配慮から照明がなく、交通事故や防犯への不安が住民から寄せられていた。
- 嵐山保全保勝会は、その声を受け、照明設備の申請を行い、小水力発電を利用した照明の設置許可を受けて小水力による照明の設置が実現した。

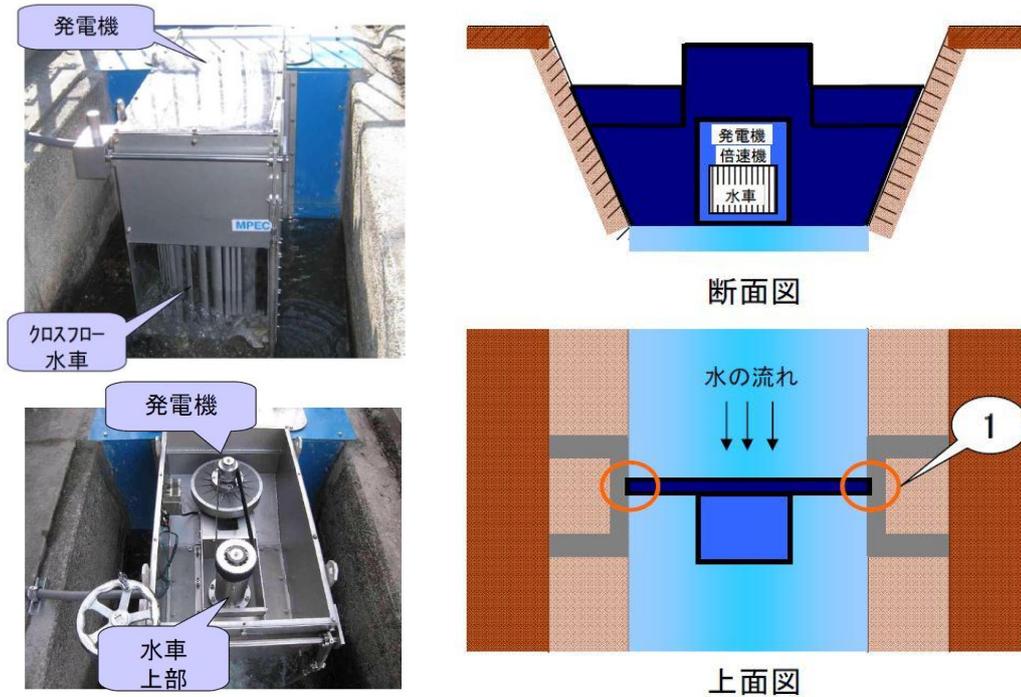
発電所名	嵐山保全保勝会水力発電所
河川・用水名	一級河川 桂川
発電出力	5.5kW
有効落差	1.74m
使用水量	0.55m ³ /s
水車型式	サイフォン式プロペラ水車
発電機	三相誘導発電機
発電開始年月	2005年12月8日

出典：全国小水力利用推進協議会 HP より

図 5-17 サイフォン式プロペラ水車の事例（京都府京都市）

3) 農業用水路の小水力発電設備の選定

楠本橋上流の農業用水取水堰の脇にある梶地区農業用水路は、幅約 0.9m のコンクリート製用水路であり、この用水路を利用して小水力発電を実施するには、「縦軸クロスフロー水車」もしくは「らせん式水車」が考えられる。現行の農業水量やこれまでの実績から当該箇所には「縦軸クロスフロー水車」が適していると考える。



出典：三菱電機プラントエンジニアリング株式会社 資料より

図 5-18 縦軸クロスフロー水車の概要 (BESTAQUA MFV200 型：三菱電機プラントエンジニアリング(株))



- 矢田川 (普通河川) は、川幅が 70～80 cm ほどの小さな川。桃井小学校の正門脇に EV 充電器用に発電機が設置されている。
- 発電機のすぐ近くには計量表示板があり、発電量と累積発電量が一目で分かる。
- 前橋市では河川へのゴミのポイ捨てが激減 (環境学習効果)

発電所名	矢田川電気自動車充電用
河川・用水名	矢田川 (普通河川)
発電出力	500W
有効落差	-
使用水量	0.10m ³ /s
水車型式	縦軸クロスフロー水車
発電機	三相誘導発電機
発電開始年	2010年

出典：前橋市、三菱電機プラントエンジニアリング(株) 資料より

図 5-19 縦軸クロスフロー水車の事例 (群馬県前橋市)

(2) システムフロー（付属設備の選定、事業規模）の検討

楠本橋上流の農業用水取水堰及び柵地区農業用水路でそれぞれ小水力発電を行った場合のシステムフローは以下の通りである。なお、エネルギーの利用先としては、農業用水路の発電は通学路の防犯灯、河川区域内の発電は鶴川内小学校の電力としての利用を想定している。

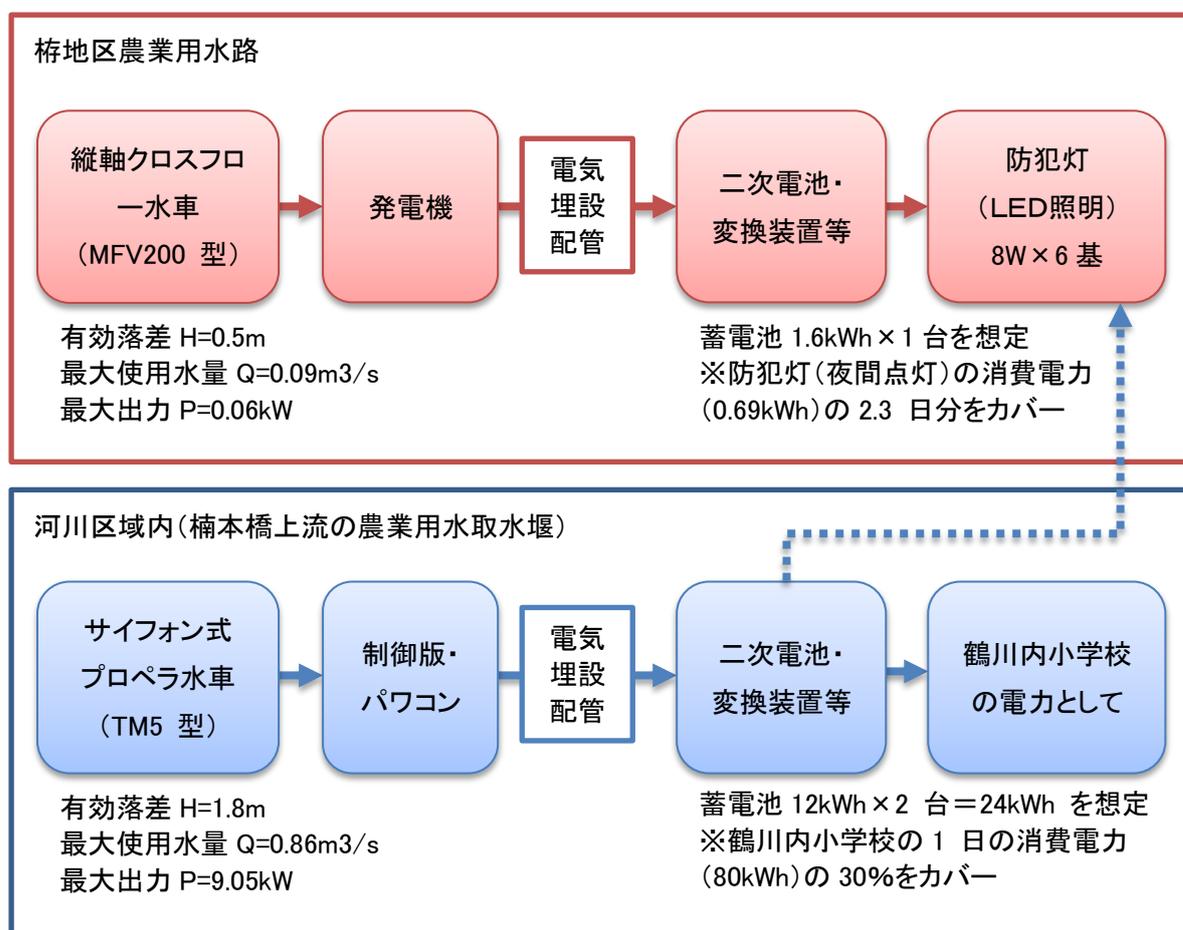


図 5-20 システムフロー図

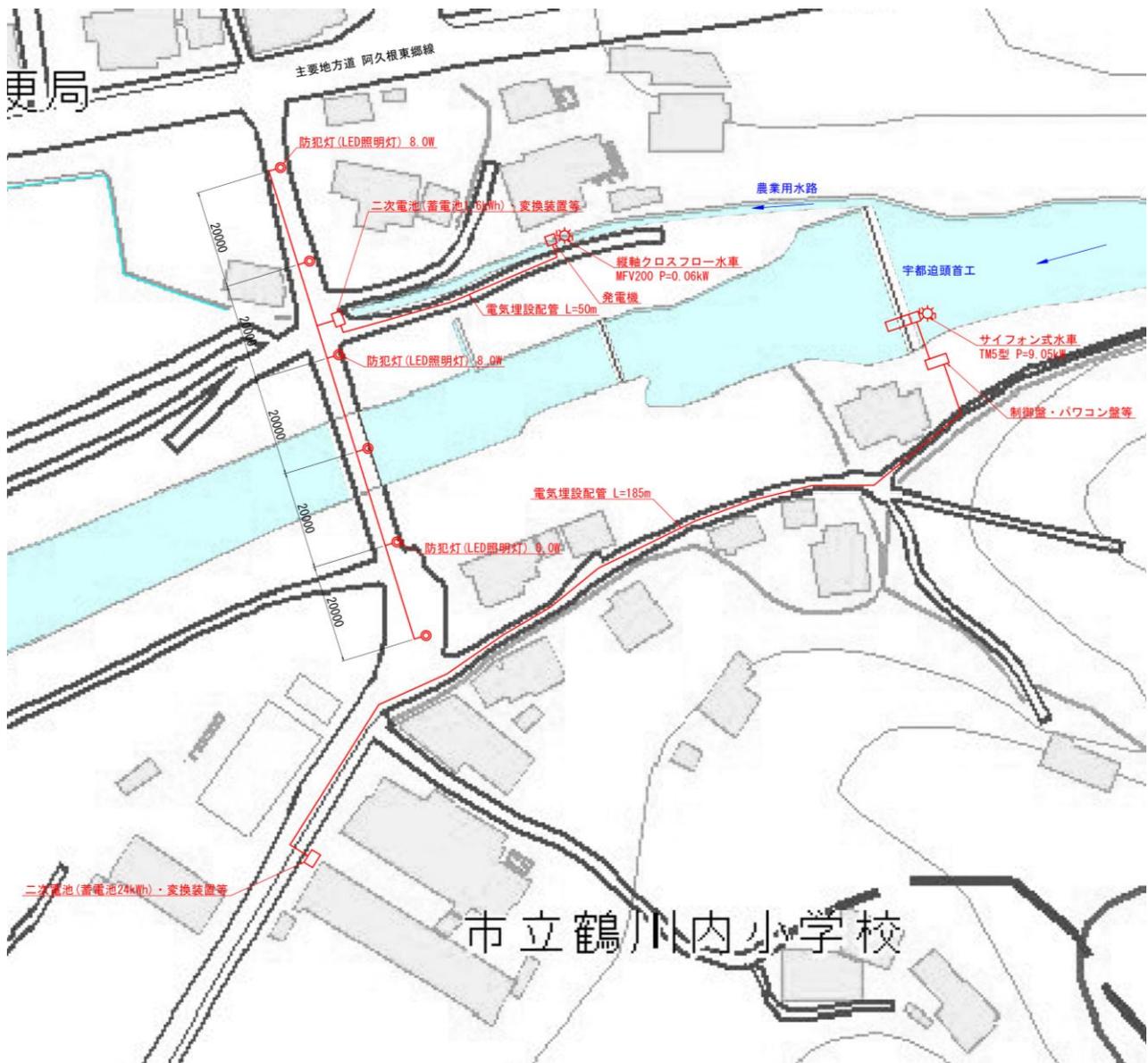
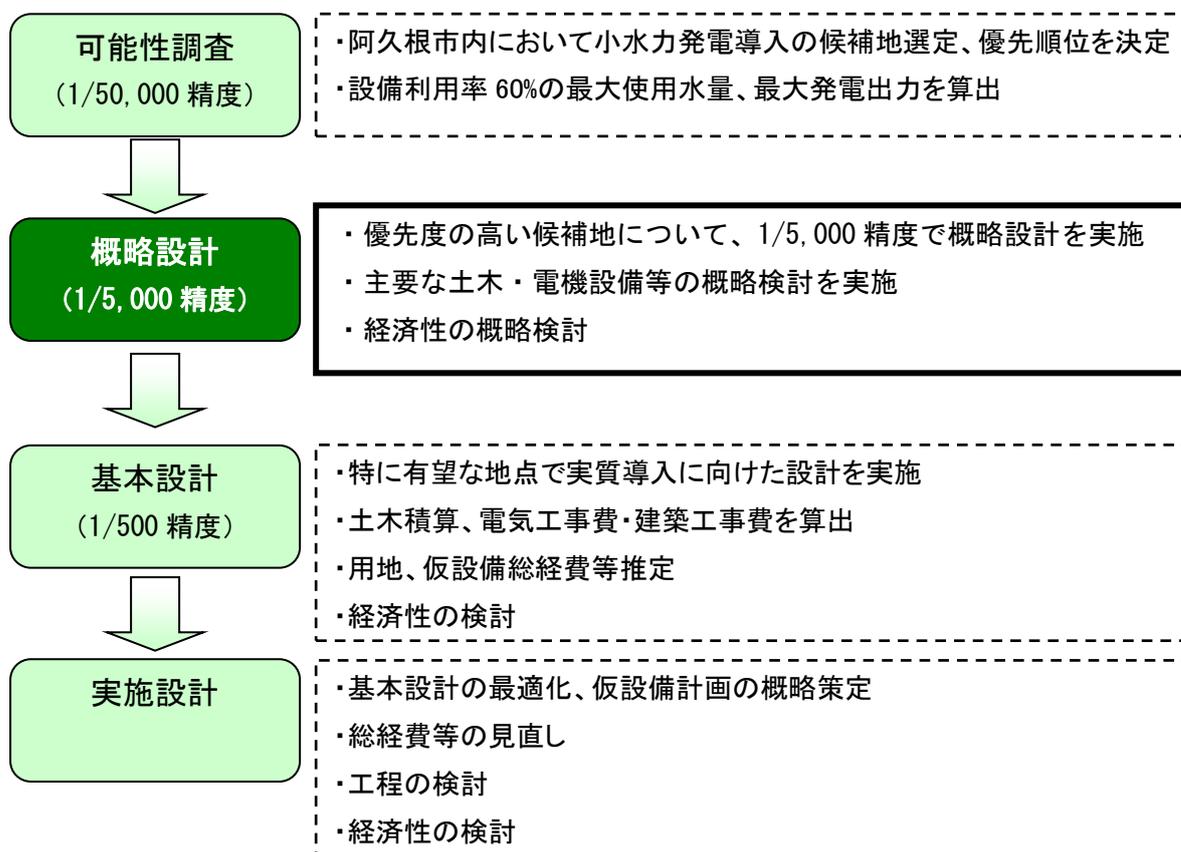


図 5-21 宮原地区（楠本橋付近）の小水力発電 平面図

(3) 土木事業等の検討（簡易設計実施、その他必要となる土木工事等）

1) 土木施設の概略検討

第1優先の候補地である「宮原地区（楠本橋付近）」における小水力発電の土木施設の概略設計を行った。概略設計の位置づけは以下の通りである。



出典：中小水力発電ガイドブック（新訂5版）発電計画策定手順の一例より作成

図 5-22 概略設計の位置づけ

2) 河川区域内の小水力発電設備の概略設計

楠本橋上流の農業用水取水堰で想定可能な落差を踏まえ、以下の通り、河川区域内の小水力発電設備の構造図を作成した。なお、発電機器はサイフォン式プロペラ水車 TM5 型(チェコスロバキア：マーベル社)を想定して、検討を行った。

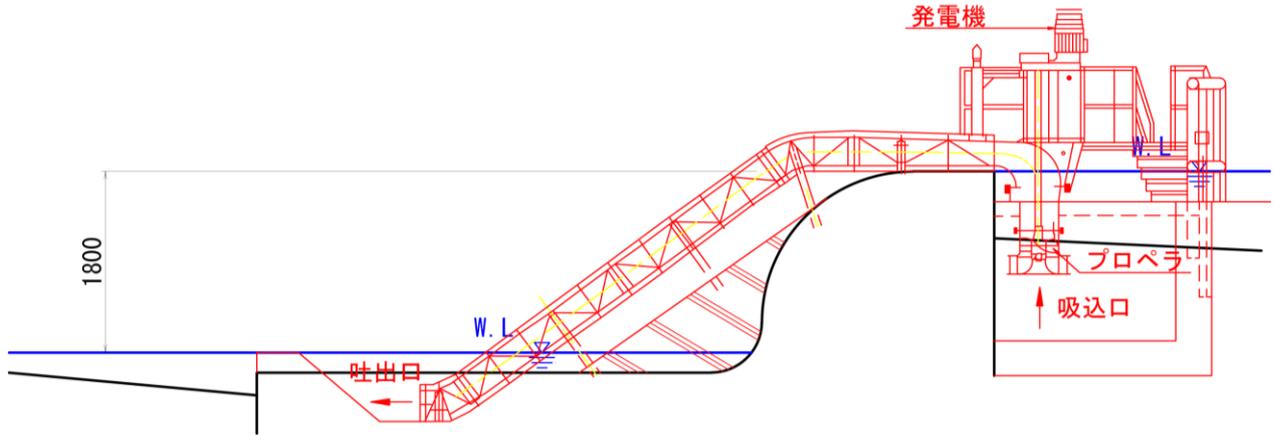


図 5-23 河川区域内の小水力発電設備（サイフォン式プロペラ水車 TM5 型） 構造図

3) 農業用水路の小水力発電設備の概略設計

樽地区農業用水路は利用できる落差がないことから、発電設備設置ポイントの水路側壁の改良工事を行い、0.5mの落差を確保するための嵩上げ工事を行うことを想定し、以下の通り、農業用水路の小水力発電設備の構造図を作成した。なお、発電機器は縦軸クロスフロー水車 BESTAQUA MFV200 型(三菱電機プラントエンジニアリング(株))を想定して、検討を行った。

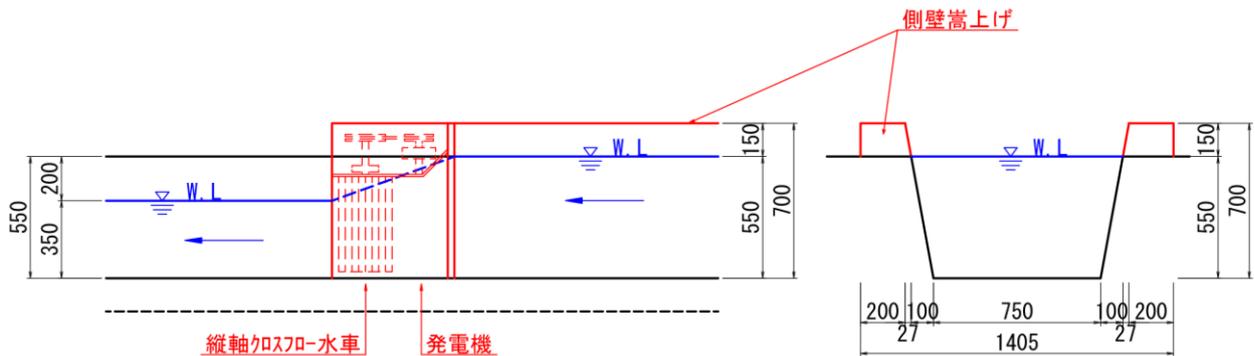


図 5-24 農業用水路の小水力発電設備（縦軸クロスフロー水車 MFV200 型） 構造図

(4) 概算工事費の積算

選定した小水力発電設備、システムフロー、土木施設等を踏まえ、第1優先の候補地である「宮原地区（楠本橋付近）」において小水力発電を実施する際の概算工事費の積算を行った。あくまで概算であり、事業費算出に当たっては詳細の測量調査、設計が必要となる。なお、農業用水取水堰や農業用水路そのものの改修費用は含まれていない。

表 5-11 小水力発電の概算工事費

	河川区域内の小水力発電	農業用水路の小水力発電
水車機器費	50,000 千円	15,000 千円
電気機器費	11,000 千円	6,800 千円
土木費	12,500 千円	5,000 千円
合計	73,500 千円	26,800 千円

※詳細は次ページ以降を参照

表 5-12 河川区域内の小水力発電の概算工事費（詳細）

工種	種別	数量	単位	単価	金額	備考
河川内の小水力発電事業						
○小水力発電設備工事						
水車・発電機及び付属機器	サイフォンTM5型、P=10.0kW	1.0	式	15,000,000	15,000,000	
発電機盤(統括制御盤)		1.0	式	8,000,000	8,000,000	
パワコン盤(抵抗器含む)		1.0	式	9,000,000	9,000,000	
簡易式遠方監視装置		1.0	式	2,000,000	2,000,000	
機器輸送費		1.0	式	1,500,000	1,500,000	
電気工事・据付調整費	試験費含む	1.0	式	8,000,000	8,000,000	
上記仮設経費	共通仮設費・現場管理費・一般管理費	1.0	式	6,500,000	6,500,000	
(小計)					50,000,000	
○土木工事						
発電施設基礎工事		1.0	式	5,000,000	5,000,000	
スクリーン		1.0	式	1,500,000	1,500,000	
管理橋		1.0	式	2,500,000	2,500,000	
上記仮設経費	共通仮設費・現場管理費・一般管理費	1.0	式	3,500,000	3,500,000	
(小計)					12,500,000	
○電気供給工事						
	鶴川内小学校へ					
電気配管工事	埋設配管	1.0	式	1,500,000	1,500,000	
二次電池	蓄電池 24kWh	1.0	式	5,000,000	5,000,000	
変換装置		1.0	式	2,000,000	2,000,000	
上記仮設経費	共通仮設費・現場管理費・一般管理費	1.0	式	2,500,000	2,500,000	
(小計)					11,000,000	
(合計)					73,500,000	

4 エネルギー利用計画

(1) 農業用水路の小水力発電のエネルギー利用検討

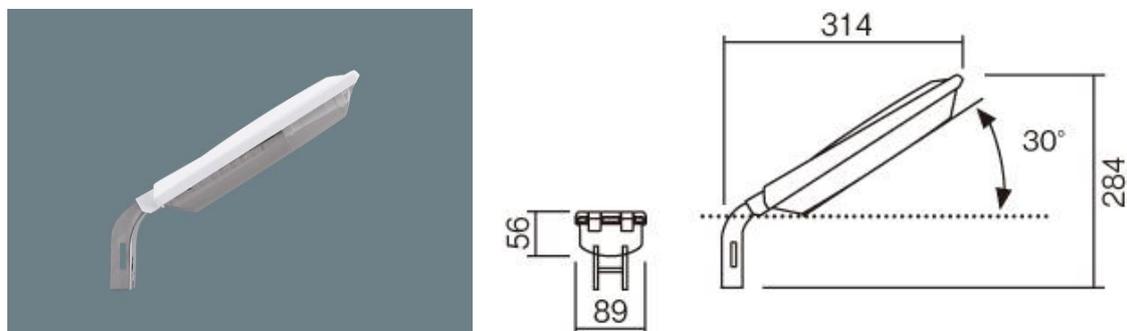
梶地区農業用水路の小水力発電の電力の利用先としては、鶴川内小学校の通学路上の防犯灯（外灯）6基設置することを検討した。照明機器はLED防犯灯（8.0W、95.6lm/W）、照明ポールは直径89.1mm、高さ4.5mのものを想定している。

発電出力60Wの縦軸クロスフロー水車を設置すると、1日あたりの発電量は1.15kWh/日（60W×24時間×0.8）、年間発電量は387kWh/年となるが、LED防犯灯（8.0W）の1日あたりの電力消費量は0.69kWh/日（8W×6基×12時間※17時～5時の点灯を想定×1.2）、年間電力消費量は252kWh/年となる。これらを比較すると、電力の利用割合は約65%となり、残りは余剰電力となるため、その電力の利用先、利用方法について検討する必要がある。発電設備とあわせて蓄電池（1.6kWh×1台）の設置を検討しているが、防犯灯（夜間点灯）の消費電力（0.69kWh）の2.3日分をカバーする能力があり、非常時の電力としても使用可能である。

前述の通り、縦軸クロスフロー水車設置のインシヤルコストが2,680万円かかるとすると、防犯灯としての電力として活用する1基あたり約450万円となり、蓄電池付きの防犯灯の設置のための小水力発電とだけとらえると、自立型のソーラー照明の価格と比較しても1基あたりの費用は非常に高価なものとなる。小水力発電設備自体を多様な利用価値があるものにとらえ、単なる電力供給のための設備とせず、発電状況がわかるパネルを設置してエネルギーの見える化を行うなど、小水力発電設備周辺を環境教育の拠点として位置付け、市内及び周辺の小中学生の環境学習や視察の受入れ等の効果を見据える必要がある。

また、小水力発電は、地域の自然資源とリンクした設備であることから、再生可能エネルギーを市内各地域に浸透させる手段として非常にわかりやすく、協働の中で再生可能エネルギー設備の管理や、地域の資源として発信を行う上で、非常に効果的であると考えられる。

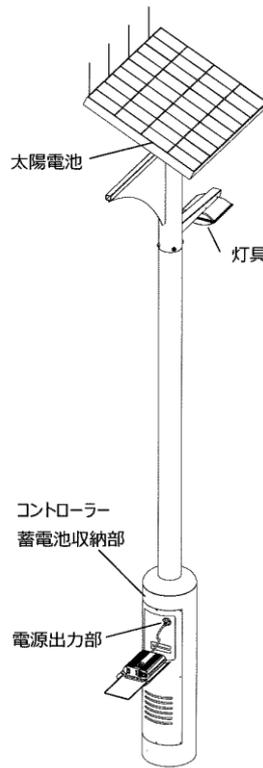
さらに、再生可能エネルギーを使用した防犯灯については、小水力発電だけで考えるのではなく、太陽光発電と風力発電のハイブリット照明や、ICT連携による子どもや高齢者等の見守り機能を兼ね備えた太陽光発電照明もあり、阿久根市全体で、地域の安心安全を踏まえた防犯灯のあり方を検討し、計画的に設置、更新を進めていく必要があると考える。



- ◆器具光束：765 lm
- ◆電圧：100 V
- ◆消費電力：8 W
- ◆消費効率：95.6 lm/W
- ◆明るさ：蛍光灯 FL20 形相当
- ◆光色：アカルミナホワイト色（8000K）
- ◆明るさセンサ内蔵
- ◆照明ポール：φ89.1、H=4500

出典：パナソニック株式会社 HP より

図 5-25 LED防犯灯の概要（NNY20482KLE1：パナソニック株式会社）



- ①外灯としての機能
- ②通過者の見守り機能
子ども等の通過をビーコン（発信機）で確認、クラウドに蓄積、緊急時等はメールや電話で案内
- ③災害時用の気象情報収集機能
気象センサーで得た気温や風速、雨量などのデータをクラウドに蓄積
- ④給電能力の見える化機能
発電量や電気消費量等を測定しクラウドに蓄積
- ⑤災害時の給電機能
蓄電地の電力を 100V 電源や USB 充電口から提供

<仕様>

太陽電池	公称最大出力 70W 京セラ製
照明消費電力	11.8W
全光束	1200 lm
色温度	6000K
光源寿命	約 40,000 時間
高さ	照明高さ 3m 総高さ 4.2m
灯具	ボディ (アルミ) カバー (アクリル樹脂)
支柱	溶融亜鉛メッキ処理鉄鋼管
パネル取付け部 照明アーム支柱下部フタ	ステンレス
塗装	ダークグレー マンセル値 N4
電池ボックス	ポール内収納 ステンレス 結露防止特殊断熱塗料
重量	約 205Kg
耐風速	60m/s 照明用ポール強度計算基準 JIL1003 準拠
蓄電池	小型制御弁式鉛蓄電池 12V-38Ah 3個並列 補水不要
無日照日数	満充電より 約 6日 日没～日出 調光制御なし 100%出力
基礎	基礎ブロックの事前工事が必要 標準ブロック基礎 800mm × 800mm × 1200mm

出典：株式会社岡本エレクトロニクス パンフレット及びHPより

図 5-26 通過者の見守り機能を兼ね備えた太陽光発電照明の事例（スマコミライト）

(2) 河川区域内の小水力発電のエネルギー利用検討

楠本橋上流の農業用水取水堰で小水力発電の電力の利用先としては、鶴川内小学校における電力利用を検討した。

発電出力 9.05kW のサイフォン式プロペラ水車を設置すると、1日あたりの発電量は174kWh/日(9.05kW×24時間×0.8)、年間発電量は63,418kWh/年となるが、鶴川内小学校の年間電力消費量(平成28年度実績)は29,136kWh/年、1日あたりの平均は80kWh/日(29,136kWh÷365日)となる。これらを比較すると、電力の利用割合は約46%となり、残りは余剰電力となるため、その電力の利用先、利用方法について検討する必要がある。発電設備とあわせて蓄電池(24kWh×2台=計24kWh)の設置を検討しているが、鶴川内小学校の1日の消費電力(80kWh)の30%をカバーする能力があり、非常時の電力としても使用可能である。

また、鶴川内小学校の屋上や敷地内に太陽光パネルや小型風力発電設備を設置するなど、他の再生可能エネルギーとのハイブリットシステムも考えられ、鶴川内小学校を再生可能エネルギーのモデル校として展開、PRを行うことも可能である。

さらに、近隣にある防災拠点として太陽光発電設備の設置を検討している鶴川内地区集会施設と連携し、余剰電力を周辺の集落で活用するなど、地域全体を再生可能エネルギーのモデル地区、阿久根市全体のPRを行うことも可能である。

(3) 環境学習プログラムの検討

「地域の理解を促進するための説明会、勉強会開催事業」と連携し、11月30日と12月6日の計2回(3コマ)、鶴川内小学校の5、6年生(14人)を対象に環境教育の実践を行った。環境教育プログラムでは、まず、子どもたちが自然エネルギーのことを学んだ上で、その実践として、梶地区農業用水路にピコピカ水車を仮に設置し、水の流れる力でLEDライトを点灯する体験をした。このプログラムをさらにブラッシュアップし、他の地域へ横展開することが重要であると考えられる。

表 5-14 鶴川内小学校での環境教育プログラム

回	日程	テーマ	時間
第1回	11月30日(木) 10:40~11:25	再生可能エネルギーってなんだろう (お話+動画+発電体験)	45分 (1コマ)
第2回	12月6日(水) 9:40~10:25	小水力発電ってなんだろう (お話+命名ワークショップ)	45分 (1コマ)
第3回	12月6日(水) 10:40~11:25	実際に発電してみよう (農業用水路にピコピカ水車を設置)	45分 (1コマ)

<第1回>



<第2、3回>



▲6日夕方のKTSニュースでその模様が放送

図 5-27 鶴川内小学校での環境教育の実践の様子

5 事業性の検討

(1) ステップ①短期（来年度から）：小水力発電の環境教育プログラムの横展開

1) 鶴川内小学校での環境教育プログラムの継続展開

今年度の環境教育プログラムにおいて仮に設置したピコピカ水車（鶴川内小学校の子どもたちが「鶴ピコ災助」と命名）を梶地区農業用水路に固定（常設）し、LED外灯を楠本橋付近に設置することを今後の展開として検討することが望ましい。ただし、以下の課題があることから、地区や水利組合、鶴川内小学校との継続的な協議、連携が必要である。

課題1：水利権の変更

- ◇ 梶地区の農業用水路の水利権は、利用できる流量及び期間に限度がある（前述の通り）
- ◇ ピコピカ水車のような小規模かつ土木工事の必要ない設備であっても、農業用水路で小水力発電を通年で行うためには現在の「慣行水利権」から「許可水利権」への切り替え（新規権利取得）や小水力発電（従属発電）の登録申請が必要

課題2：流量の調整

- ◇ 現在の非かんがい期の水量ではピコピカ水車での発電も難しい
- ◇ 取水口と余水口の調整によって流量を増やすことが必要

課題3：設置場所の調整

- ◇ ピコピカ水車の設置には水路の幅が広いため、堰の場所への設置ができるかどうか
- ◇ LEDライトの設置について河川管理者（県）との協議が必要（電柱への設置はできないと九州電力から回答あり）

課題4：設置後の管理・PR

- ◇ 梶地区、水利組合で日常管理（網にかかった葉やゴミを除く等）ができるかどうか
- ◇ 鶴川内小学校の子どもたちとの連携による発信（看板製作、学級新聞の作成等）



図 5-28 ピコピカ水車の設置場所想定

ピコ水力発電ってなあに？

発電機：低落差・小水量で効率よく発電できるものを使用しています。

設置可能場所：
幅30cm以上のし字溝
落差10cm以上
※落差は必要ありません。

【仕様】
【発電量】2.4w
【発電電圧】6v
【外形寸法】H380×W280×D1085
【重 量】18.5kg（本体）

【使用方法】
乾電池型LED、教習用電気機、緊急時
用エネルギー補給など

※NPO法人地球と未来のHPより抜粋

ピコ水力とは、1kW以下の
とても小さな水力発電のこと
適地が多く、どこでも誰でも
設置ができる

羽根はどうやってできるの？

ペットボトルのキャップを集める。

集めたものは
破砕する。

熱で溶かして固めると
ペレットに。

できあがった
ペレット。

金型でプラスチックを形成する。

羽根の完成！！！！

※NPO法人地球と未来のHPより抜粋

どんなことに使えるの？

① 災害時利用

電気の復旧率の推移

電力が8割以上復旧するまでに

阪神淡路大震災
新潟中越地震 **3日**

東日本大震災 **7日**

今後、都市で災害が起こった場合
中山間地のライフライン復旧には
さらに時間がかかる可能性がある

夜は電灯、昼は通信

5W×24時間=120Wh

LEDライト(5W) 通信機器の充電 12時間で充電できるスマートフォン約10台、スマートフォン約7台

※NPO法人地球と未来のHPより抜粋

どんなことに使えるの？

② 獣害防止用電気柵の電源

小島小学校の子どもたちが
組み立てたピコピカは、
地元の農業用水で
獣害防止用電気柵の電源として
利用されています。

2基に設置されたピコピカ（熊賀川町）

獣害防止用電気柵のバッテリー（熊賀川町）

常時

※NPO法人地球と未来のHPより抜粋

どんなことに使えるの？

③ 環境教育と街灯利用

中津川工業高校の生徒の指導のもと、
坂本小学校と東野小学校の子どもたちが
組み立てたピコピカ10基を
東郡総合庁舎前に設置しました。

※NPO法人地球と未来のHPより抜粋

<ピコピカ水車設置の際に必要な工事>

- ✧ 用水路でのピコピカ水車の固定（土嚢とワイヤーで固定する予定）
- ✧ ピコピカ水車に葉や土砂が入らないように網の設置（設置後は定期的に掃除が必要）
- ✧ 照明ポール及びLEDライト（ピコピカ水車の付属品）の設置
- ✧ ピコピカ水車とLEDライトの配線（用水路の壁面に電気配線を固定）など

出典：NPO 法人地球と未来のHP より抜粋し作成

図 5-29 ピコピカ水車の概要

2) その他の地区への環境学習プログラムの拡充、横展開

今年度実践した鶴川内小学校での環境教育プログラムを次年度以降に拡充させ、他地域へ横展開することが望ましい。そのため、来年度以降も、小中学校における環境教育プログラムとして、もしくは、自然体験を含めた親子体験教室として実践することが考えられる。

ピコピカ水車の規模であれば、小水力発電を実施するには流量、落差の確保が難しい場所であっても、身近な水の流れがある場所（河川、用水路等）であれば発電体験を行うことが可能であり、今年度調査を実施していない尻無川や新田川等でも展開は可能である。

【環境教育プログラム案】

- ① 再生可能エネルギーって何だろう（座学：講義＋映像）
- ② 学習用水力発電キット等で体験学習（ワーク）
- ③ 農業用水路等でピコピカ水車の設置、LEDライト等で発電体験（実地）
- ④ ピコピカ水車＋LED電灯の常設、発信（子どもたちと設備の命名、看板設置等）
※④は水利権や維持管理を含め、通年での発電が可能な場合のみ

(2) ステップ②中期（概ね3年後）：農業用水路での小水力発電

概ね3年後に梶地区農業用水路での小水力発電の実施を想定し、収支計画を作成する。収支計画作成にあたっては、鶴川内小学校の通学路の防犯灯の電力利用という非常に公共性の高い事業であるため、市が事業主体となることを想定する。イニシャルコストについては、60Wと小規模な発電設備であるため、「再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業（補助率：2/3）」による資金調達を想定する。

小水力発電設備の事業期間を20年間と想定して損益を計算すると、全く採算が合わないが、事業性よりは環境教育拠点としての利用など、再生可能エネルギーの事業全体の展開を見据えた複合的な効果を踏まえて事業を進めるかどうか検討する必要がある。

表 5-15 農業用水路での小水力発電の収支計画

	平成31年度	平成35年度	平成40年度	平成45年度	平成50年度	20年間合計
	2021年度	2025年度	2030年度	2035年度	2040年度	
	1年目	5年目	10年目	15年目	20年目	
[損益計算]						(千円)
収入	17,877	11	11	11	11	18,088
照明(8W×6基×12h)電力購入想定分(鶴川内小学校の単価28.65円/kWhで想定)	7	7	7	7	7	144
相対契約での売電想定分(鶴川内小学校の単価28.65円/kWhで想定)	4	4	4	4	4	77
補助金	17,866					
支出	18,593	727	727	683	1,469	30,715
初期費用(資産計上しないもの)	0					0
機器メンテナンス(整備費用の0.31%を想定)	83	83	83	83	83	1,662
撤去費(整備費用の5%を想定)					1,340	1,340
運用人件費(整備費用の0.17%を想定) ※ハイドロパレ事業計画(平成17年3月、資源エネルギー庁)より	46	46	46	46	46	911
電気保安管理(1,000円/kWを想定)	0	0	0	0	0	1
固定資産税(耐用年数15年を想定) ※税率1.4%	0	0	0	0	0	0
機器設備減価償却費(耐用年数15年を想定) ※定額法償却率:6.7%	599	599	599	554	0	8,934
法人事業税(電気業の分) ※税率:0.9%	0	0	0	0	0	1
支払利息(長期融資金利2%、金利の変動なしを想定)	0	0	0	0	0	0
補助金による支出	17,866					17,866
経常利益	-716	-716	-716	-672	-1,458	-12,627

- ※ 補助金は再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業（補助率：2/3）の活用を想定
- ※ 残り 1/3 の費用は整備年度における市の単費での予算化を想定（費用は減価償却費として計上）
- ※ 市主体の事業であるため、固定資産税、金融機関への借入等は想定しない
- ※ 相対契約での売電想定分のみ法人事業税を計上

(3) ステップ③長期（概ね5年後）：河川区域内での小水力発電

概ね5年後に楠本橋上流の農業用水取水堰での小水力発電の実施を想定し、収支計画を作成する。収支計画作成にあたっては、ステップ②と同様に鶴川内小学校の電力としての利用という非常に公共性の高い事業であるため、市が事業主体となることを想定し、インシヤルコストについては、「エネルギー構造高度化・転換理解促進事業（補助率：10/10）」による資金調達を想定する。

小水力発電の事業期間を20年間と想定して損益を計算すると、インシヤルコストを補助率10/10の事業でまかなう想定であるため、発電した全てのエネルギーを利用できると考えると黒字の事業ではあるが、鶴川内小学校での電力利用のみの場合は、20年間では若干赤字となる。余剰電力分については、相対契約での売電等の利用計画を決定した上で事業を進める必要がある。

また、発電出力が9.05kWと「エネルギー構造高度化・転換理解促進事業（補助率：10/10）」の対象となる10kWに満たないため、落差を2.0mにする嵩上げ工事の実施、太陽光発電等とのハイブリット発電等もあわせて検討する必要がある。

表 5-16 河川区域内での小水力発電の収支計画

	平成33年度	平成37年度	平成42年度	平成47年度	平成52年度	20年間合計
	2023年度	2027年度	2032年度	2037年度	2042年度	
	1年目	5年目	10年目	15年目	20年目	
[損益計算]						(千円)
収入	75,317	1,817	1,817	1,817	1,817	109,836
鶴川内小学校での購入電力の削減分(H28実績値)	835	835	835	835	835	16,693
相対契約での売電想定分(鶴川内小学校の単価28.65円/kWhで想定)	982	982	982	982	982	19,644
補助金	73,500					
支出	73,871	371	371	371	4,046	84,589
初期費用(資産計上しないもの)	0					0
機器メンテナンス(整備費用の0.31%を想定)	228	228	228	228	228	4,557
撤去費(整備費用の5%を想定)					3,675	3,675
運用人件費(整備費用の0.17%を想定) ※ハイドロパレー事業計画(平成17年3月、資源エネルギー庁)より	125	125	125	125	125	2,499
電気保安管理(1,000円/kWを想定)	9	9	9	9	9	181
固定資産税(耐用年数15年を想定) ※税率1.4%	0	0	0	0	0	0
機器設備減価償却費(耐用年数15年を想定) ※定額法償却率:6.7%	0	0	0	0	0	0
法人事業税(電気業の分) ※税率:0.9%	9	9	9	9	9	177
支払利息(長期融資金利2%、金利の変動なしを想定)	0	0	0	0	0	0
補助金による支出	73,500					73,500
経常利益	1,446	1,446	1,446	1,446	-2,229	25,247

※ 補助金はエネルギー構造高度化・転換理解促進事業（補助率：10/10）の活用を想定

※ 市主体の事業であるため、固定資産税、金融機関への借入等は想定しない

※ 相対契約での売電想定分のみ法人事業税を計上

(4) 売電事業の検討

調査により最も発電出力の大きいと想定される園田地区（園田橋付近）の河川区域内において民間主体によるFITでの売電（34円/kWh）を想定した場合の事業収支を試算する。発電設備の工事費等は下表の通り、概算で7,000万円を想定する。

小水力発電の事業期間を20年間と想定して損益を計算すると、20年で2,000万円の赤字となるため、事業採算性を考えると、民間主体で事業を実施するのは非常に厳しい。

毎年の赤字分である約100万円を市の投資と位置づけ、阿久根市における再生可能エネルギー率の向上に加え、阿久根市のPR素材としての、環境教育や視察の場としての展開等による交流人口の増加、市民意識の醸成等、多様な効果を生み出す市の政策として展開することができれば、事業の実現は可能である。

また、全額公共とはせず、一部資金だけでも地域の住民や事業者が出資し、事業の一翼を担うことで地域に根差した発電所とすることも考えられる。これまでの事例には、公共主体型（自治体が運営者となり、ミニ公募債という形で出資を地域から集める方法）や、民間主体型（完全に民間企業が運営者となり、匿名組合契約という形で出資を地域から集める方法）の市民協働発電があるため、今後の事業展開においても検討する必要がある。

表 5-17 園田地区の河川区域内の小水力発電の工事費の概算

	概算コスト	備考
水車機器費	50,000 千円	据付調整費含む
電気機器費	10,000 千円	蓄電池、配電盤、出力表示盤等
土木費	10,000 千円	基礎工、スクリーン、管理橋等
合計	70,000 千円	

表 5-18 FIT売電の収支計画

	平成33年度	平成37年度	平成42年度	平成47年度	平成52年度	20年間合計
	2023年度	2027年度	2032年度	2037年度	2042年度	
	1年目	5年目	10年目	15年目	20年目	
[損益計算]						(千円)
収入	3,936	3,936	3,936	3,936	3,936	78,711
電力販売(FIT単価34円/kWhで想定)	3,936	3,936	3,936	3,936	3,936	78,711
補助金	0					
支出	6,544	6,716	5,904	4,907	3,946	98,724
初期費用(資産計上しないもの)	0					0
機器メンテナンス(整備費用の0.31%を想定)	217	217	217	217	217	4,340
撤去費(整備費用の5%を想定)					3,500	3,500
運用人件費(整備費用の0.17%を想定) ※ハイドロパレー事業計画(平成17年3月、資源エネルギー庁)より	119	119	119	119	119	2,380
電気保安管理(1,000円/kWを想定)	17	17	17	17	17	330
固定資産税(耐用年数15年を想定) ※税率1.4%	0	575	267	124	58	6,062
機器設備減価償却費(耐用年数15年を想定) ※定額法償却率:6.7%	4,690	4,690	4,690	4,340	0	70,000
法人事業税(電気業の分) ※税率:0.9%	35	35	35	35	35	708
支払利息(長期融資金利2%、金利の変動なしを想定)	1,466	1,063	559	55	0	11,403
経常利益	-2,608	-2,780	-1,968	-971	-10	-20,013

※ 補助金は利用せず、75,600千円（整備費＋消費税）の金融機関からの借入を想定