



平成21年度「緑の分権改革」推進事業報告書
再生可能エネルギー導入可能性調査（小水力発電）
【概要版】



目次

- 第1章 調査の概要
- 第2章 賦存量調査
- 第3章 実証調査
- 第4章 各調査の考察

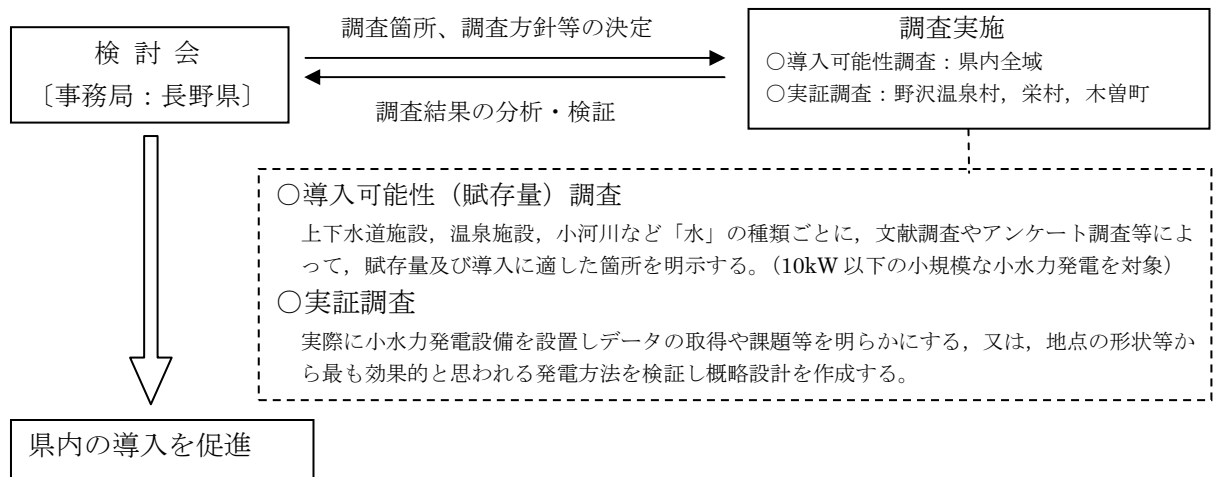
平成23年3月
長野県

第1章 調査の概要

○ 1-1 調査の目的と概要

長野県では、環境上の特性を活かした再生可能エネルギー資源を把握し、その導入を促進することによって、地域の活性化を推進するとともに、信州型の低炭素社会の実現を目指している。

本県は、日照時間が長く冷涼な気候である上、豊富な水資源や森林資源、地下資源を擁している。そうした環境特性を踏まえ、本事業では、総務省の「緑の分権改革」推進事業を活用し、数ある再生可能エネルギーのうち、「小水力発電」の導入可能性について調査を行った。



○ 1-2 実証調査先の選定

実証調査の実施に当たり、市町村を対象に調査実施箇所の公募を行い、応募のあった7市町村10箇所の中から、長野県小水力活用検討会におけるプレゼンテーションや現地調査を経て、以下3町村を選定した。なお、調査期間と予算上の制約から、木曾町については概略設計の作成までを行うこととした。

①野沢温泉村及び栄村

地形や流量などの状況から最も効果的と思われる水力発電設備・装置を設置して発電を行い、実際の発電量、発電した電力の利活用、発電を実施する上での課題などを明らかにする。

②木曾町

地形や流量などの状況から最も効果的と思われる発電方法を検証し、検証結果に基づく概略設計を作成する。

○ 1-3 長野県小水力活用検討会

当調査事業に係る検討を行うことを目的として、「長野県小水力活用検討会」を設置し、調査方針や課題の対策などを検討してきた。検討会委員は以下のとおり。

池田 敏彦	信州大学工学部教授
飯尾昭一郎	信州大学工学部助教
丸山 幹夫	長野県小水力利用推進協議会事務局長
伊藤 滋	中部電力株式会社長野支店配電建設課長
原 隆	木曾町財政企画課長（※）
斉藤 務	野沢温泉村建設水道課長（※）
保坂 真一	栄村総務課長（※）
山本 高明	長野県環境政策課長（※）実証調査箇所を選定した後に委員として委嘱

上記以外の希望市町村、長野県地球温暖化防止活動推進センター、財団法人長野県テクノ財団にもオブザーバーとして参加いただいた。

第2章 賦存量調査

○ 2-1 アンケート調査の実施

市町村及び土地改良区に対し、以下の観点からアンケート調査を実施した。

1. 小水力発電に対する認識や興味に関すること。
2. 所有する水インフラにおける小水力発電実現可能地点に関すること。
3. 発電した電力の利用先に関すること。

回答の状況は以下のとおり

配布先	配布数[箇所]	回答数[箇所]	(回収率)
市町村	81	33	(40.7%)
土地改良区	97	51	(52.6%)
合計	178	84	(47.2%)

※1つの回答の中に複数の候補地点が含まれているものもある

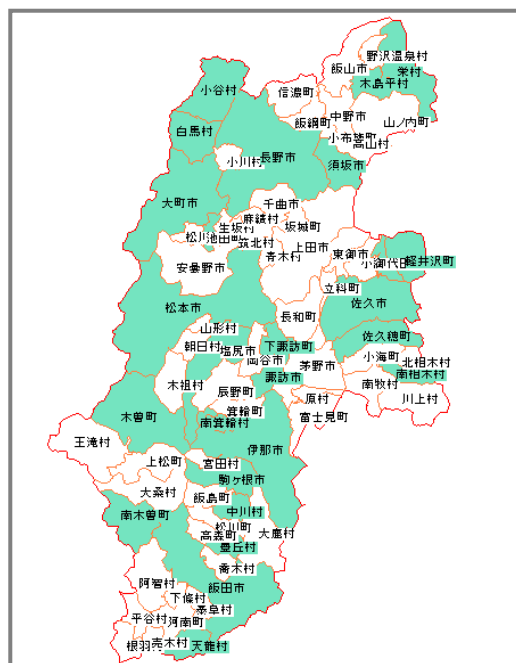
○ 2-2 実現可能地点と想定最大発電ポテンシャル

アンケート回答若しくは添付資料により得た「流量」「落差」「周辺情報」より、地点ごとに設置する水車の大まかな区分を推察し、それから想定最大発電ポテンシャルとして発電機出力の最大値を計算により求めた。

(推察できない場合は、全て一般的な総合効率 0.6 を採用)

	市町村		土地改良区	
	可能 地点数	発電ポテ ンシャル	可能 地点数	発電ポテ ンシャル
上水道	56	1,790[kW]		
下水道	6	14[kW]		
工業用水	0	0[kW]		
農業用水	20	565[kW]	12	184[kW]
普通河川	13	12[kW]		
その他	4	16[kW]		
合計	99	2,397[kW]	12	184[kW]

【総計】 111箇所 2,581 kW



全水種の実現可能地点図

第3章 実証調査

1 野沢温泉村

○ 3-1-1 調査地点及び基本調査結果の概要



【地点名】まくね川

上流から村の下水道終末処理施設に向かって流れる雨水排水管渠（開渠）

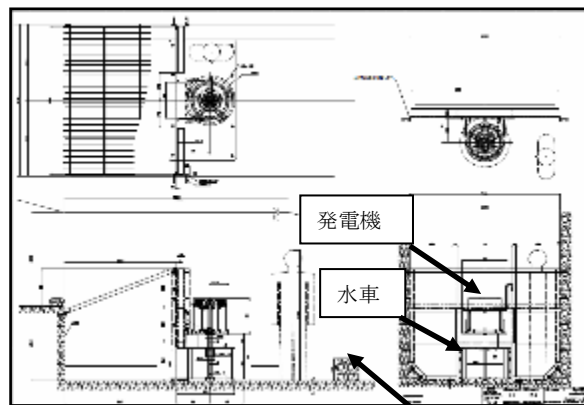
発電使用可能流量	: 0.3 ~ 0.4 m ³ /s (0.35 m ³ /s にて検討)
利用可能落差	: 0.8 m
取水方法	: 水車型式による水路改造がない方式とする
水車設置場所	: 水路内
設置場所ポテンシャル	: 9.8 (係数) × 0.35 m ³ /s × 0.8m ≒ 2.4 kW

○ 3-1-2 水車選定

地点の状況から、流量と落差を有効に活用できる「ダリウス水車」を選定。水路の全幅に堰（壁）を設置して上流水面を確保し、堰（壁）の中央河床部の導水口から排水して水車の羽根に当たる。ダリウス水車は、水流に対して垂直軸に回転し、その力で発電する。（写真の矢印のとおり、羽根が横に動く）



ダリウス水車外観（下流より）



ダリウス水車設計図

角材をこの部分に積み重ねる(3-1-3参照)

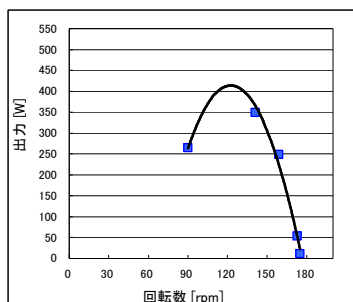
○ 3-1-3 課題とその対策



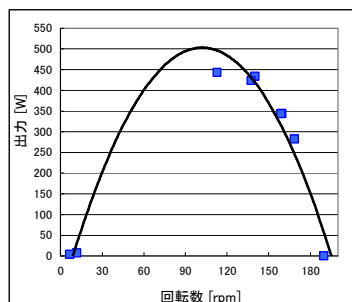
設計流量に対し実流量が少なく、水車導水口を全開にすると上流の水位が確保できず、運転が継続できない事象が確認された。そのため、手で容易に水車導水口の開度を調整できるようにハンドル式のゲートに交換した。

また下流側の水位を確保することも必要であることから、水路幅と同じ横幅の角材を下流側に積み重ね、水車の回転に必要な水位が確保できるようにした（角落とし）。

○ 3-1-4 出力測定



第1回測定結果



第2回測定結果

上記 3-1-3 の対策を施す前後で、出力測定を行った。第1回測定（対策前）では最大出力が 350Wであったが、第2回測定（対策後）では最大出力 443Wを計測した。

2 栄村

○ 3-2-1 調査地点及び基本調査結果の概要



【地点名】北野天満温泉横の湧水

八角形のお堂のような建物内で水が湧いている

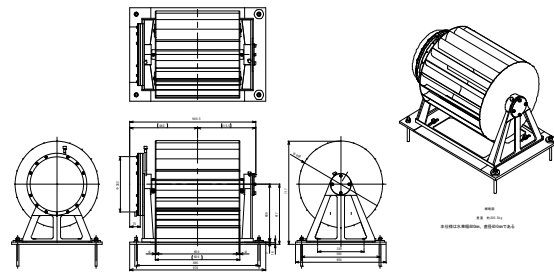
発電使用可能流量	: 0.1 ~ 0.13 m ³ /s
利用可能落差	: 2.1 m
取水方法	: 排水槽からの取水
水車設置場所	: 既設配水管排水箇所（河床部）
設置場所ポテンシャル	: 9.8（係数）×0.1 m ³ /s×2.1m≒2.0 kW

○ 3-2-2 水車選定

地点の状況から、流量と落差を有効に活用できる「滝用水車（開放型貫流水車）」を選定。湧水の排水槽から木の樋にて導水し、滝落としの状態、上から羽根へ水を当てる。滝用水車は、水流に対して垂直軸に回転し、その力で発電する。（写真の矢印のとおり、羽根が縦に動く）

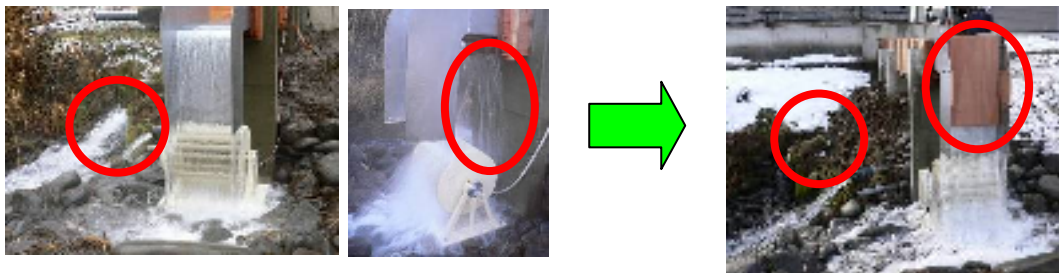


滝用水車概要



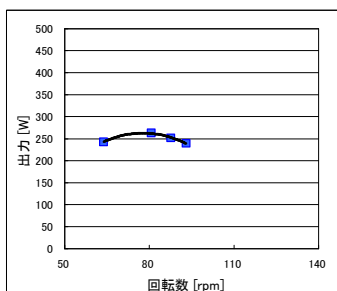
滝用水車構造図

○ 3-2-3 課題とその対策

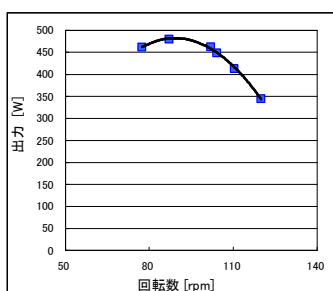


従来の排水口の止水が不十分であったこと（写真左）、また、水車へ導水するする樋とダクトとの間に漏水があったこと（写真中）から、発電効率が低下していた。また、導水した水を水車の適切な箇所へ落とすため、流路端に板を設置した（写真右）。

○ 3-2-4 出力測定



第1回測定結果



第2回測定結果

上記 3-2-3 の対策を施す前後で、出力測定を行った。

第1回測定（対策前）では最大出力が263Wであったが、第2回測定（対策後）では最大出力480Wを計測した。

3 木曾町

○ 3-3-1 調査地点（万郡沢）の概要



豊水期



渇水期



万郡沢は、最終的に木曾川へ流入する普通河川で、木曾福島駅や町役場にも近く、滝落としての状態で水が流れている地点である。年間を通じて流量が大きく変化する沢であることが分かったため、写真左のように全落差を利用して発電する方法と、写真右のように中段部にある分土工（放水部）から河床までの落差を利用して発電する方法を比較する形で概略検討を行った。

○ 3-3-2 概略検討（比較検証）

発電方式① 全落差を利用

項目	検討設定値
使用水量	0.06～0.10[m ³ /s]
落差	実落差 6[m]、有効落差 5[m]と仮定
水車型式	クロスフロー水車
水路	上部水槽からパイプラインにて
ルート	下流域水車まで導水

発電機出力	2.0～3.4[kW]
発電電力量	16,000～22,000[kWh]
想定建設費	約 60～75 百万円

メリット	・未利用エネルギーを最大限に引き出す
デメリット	・発電量と建設コストのバランスが悪い ・増水時の対策が必要 ・川の水が全て配管に閉じ込められる (川の水が見えなくなる)

発電方式② 分水口より下部の落差を利用

項目	検討設定値
使用水量	0.02～0.05[m ³ /s]
落差	実落差 2.8[m]、有効落差 2.4[m]
水車型式	滝用水車
水路	当該落差工中段にある分土工部から
ルート	の放水を活用

発電機出力	140～350[W]
発電電力量	1,100～2,800[kWh]
想定建設費	約 4～8 百万円

メリット	・安価に設置 ・河川本線の水流を妨げない ・安定的に通年運転が可能 ・水の流れ、水車が見える
デメリット	・発電量が少ない

※豊水期の流量に合わせて設計すると、渇水期には水車を回す流量を確保できないため、中程度の流量を活用するものと想定せざるを得ず、効率が悪くなる。

○ 3-3-3 発電方式①および②の比較結果

発電方式①は②に対し発電規模が大きくなるが、得られる規模に対する費用も高くなる結果となった。今回要望されている電力の用途として街路灯等が挙げられていること、負荷に対する適正規模や課題の少なさから、発電方式②を選定し、②による概略設計を行った。

第4章 各調査の考察

○ 4-1 賦存量調査の考察

- ・市町村、土地改良区へのアンケート調査によるため、未回答だった地域内にも未利用エネルギーが潜んでいる可能性はあるが、当調査により、111箇所・2,581kWの発電ポテンシャルを得た。
- ・111箇所・2,581kWが全て実現したと仮定した場合、想定年間発電量は20,725,430[kWh]*となり、二酸化炭素削減効果は、排出係数561[g-CO₂/kWh]にて算出した場合、年間約11,627[t-CO₂]となる。これは、本県の1990年度の温室効果ガス排出量1312万6000[t-CO₂]の0.09%である。

$$\text{※}20,725,430[\text{kWh}] = 2,581\text{kW} \times 8,030[\text{h}] \quad 8,030[\text{h}] = 24[\text{h}] \times 365[\text{day}] \times \frac{11}{12} \text{ヶ月}$$

メンテナンス等の停止期間を考慮

○ 4-2 実証調査の考察

【野沢温泉村】

- ・全国でも導入事例の少ないダリウス水車についての知見を得ることができた。ダリウス水車は、上流部水面を高位に確保すること、及び水車本体を水面以下に水没させて運転することが必要であることが確認できた。
- ・年間を通じての流量の変動状況を把握するとともに、流量の変動が一定程度ある場合には、水位調整を容易にするためのゲート設備を設けることが必要であることが分かった。
- ・水車導水口を可動式にした後に出力測定をしたところ、発電機出力端で最大443Wを計測した。この最大出力時における二酸化炭素削減効果を、排出係数561[g-CO₂/kWh]にて算出した場合、年間1.99[t-CO₂]となる。
(最大出力0.443kW×8,030h×0.000561t-CO₂/kWh)
- ・まくね川は、ほぼ直線の流路の中に複数の落差工(段差)が存在しており、上流部から終末処理場までの標高差もかなりあることから、終末処理場での電力の利用も含め、将来的に様々な可能性を秘めている。

【栄村】

- ・全国でも事例の少ない湧水を用いた小水力発電の知見を得た。また、積雪量が3mを越す豪雪地帯の中でも、継続した発電が可能となることを確認した。
- ・漏水対策を施した後に出力測定をしたところ、発電機出力端で最大480Wを計測した。この最大出力時における二酸化炭素削減効果を、排出係数561[g-CO₂/kWh]にて算出した場合、年間2.16[t-CO₂]となる。(最大出力0.480kW×8,030h×0.000561t-CO₂/kWh)
- ・水車の運転状況が見えるため、環境教育や観光資源としても活用することができる。

【木曾町】

- ・発電規模として、発電方式①は方式②に比べ10倍程の規模が期待できるが、発電を行うための付帯装置が多いこと、設置に当たって多くの土木工事が発生するため、建設コストも10倍近く必要となる。方式①のように河川の流水の全量を活用するだけでなく、時には方式②のように、分水後の安定した流量が確認できるような水の利活用も検討することが肝要である。
- ・発電方式②に基づき算出した発電電力量をもとに二酸化炭素削減効果を、排出係数561[g-CO₂/kWh]にて算出した場合、年間0.61~1.57[t-CO₂]となる。
(0.140~0.350kW×8,030h×0.000561t-CO₂/kWh)
- ・町内には、木曾川に流入する中小河川が作る沢が他にもみられることから、増水時と渇水時で流量の差がある同じような状況下での小水力発電の検討の際の有益な参考となる。

参考 実証調査箇所の紹介

○野沢温泉村 まくね川



上流部から終末処理場を撮影



水車が回転し発電している様子

○栄村 北野天満温泉横の湧水



下流部から全体を撮影



積雪の中で発電している様子

○木曾町 万郡沢



下流部から全体を撮影



水が落ちる様子を上段から撮影

本事業では、10～20kWクラス以下で、かつ県内の至る場所で見られるような身近な水資源を対象とした調査を実施しました。これまで国などが実施した調査では、このクラスの地点は除かれており、また、上下水道・湧水・温泉水など、これまであまり触れられてこなかった分野についても調査を行ったことは、新たな視点からの調査として、一定の成果があったものと考えております。

また、小さな発電事例ではありますが、貴重なデータのみならず、実際に試行錯誤したことにより得られた知見も含まれており、他に発展して推進する際の有用な調査結果となっております。こうした「水」の持つ未利用エネルギーの活用事例として、今後、他の類似地点でも必ず参考になるものであると確信しております。