

4章 自然エネルギー活用のための実証実験

4 1 . マイクロ水力発電実証実験

ニセコ町は尻別川をはじめ、真狩川やルベシベ川、カシュンベツ川など大小さまざまな河川が流れているほか、ニセコ山系や羊蹄山から湧き出ている澄んだ湧水にも恵まれている水のまちである。ニセコ町では平成14年3月に策定した「ニセコ町環境基本計画」の中で「水環境のまちニセコ」をテーマに掲げており、河川や水源を基盤とした「水循環の保全」を提唱している。これらの背景を踏まえ、水と人との関係が深いニセコ町において、水資源という特性を活かしたマイクロ水力発電の活用は、町民への啓蒙・啓発を促すことができるとともに、環境に配慮した低炭素先進都市ニセコ町の環境ブランドをイメージ付ける施設として導入することが考えられる。

水力発電の実証実験は、町民への自然エネルギー活用の周知や今後の活用展開を踏まえ、簡易に設置が可能で管理が容易に行えるマイクロ水力発電（100kW以下）を対象とし、実験を行う。

また、ニセコ町で将来マイクロ水力発電機を導入することを考慮し、設置場所の条件や発電機の種類、特徴、発電量などを把握するとともに、設置や維持管理、コストなどを踏まえた課題の抽出を行い、将来の導入に活用できるよう実証実験を行う。



(1) マイクロ水力発電機の実験場所

実証実験を行う場所は将来の導入および普及に向けてのモデルとなることから、無作為に選定するのではなく、一定の条件を設定し、選定を行う。第一に挙げられるのは河川や用水路としての能力が重要であることから「流量や落差が十分確保できる場所」とする。また、実験を行っていることが「町民や観光客に広く周知できる場所」、実験中の洪水対策や落葉の除去など発電機の「メンテナンスが容易にできる場所」、設置を行うに当たって「許可申請が容易に行える場所」、発電された電力を有効に活用するため「需要施設が近くに立地している場所」を選定条件として、実験場所の選定は次の「観光施設」「農業施設」「公共施設」を対象として行った。

なお、平成16年2月に策定された「ニセコ町地域新エネルギービジョン」において農業用水量の多い地点として7か所の地点が選定されているが、町内には150を超える小規模河川やそれらを利用した多くの農業用水路があり、他にもマイクロ水力発電の適地が多く存在すると考えられることから、先の7か所に限定しないで、以下の選定事項を踏まえ、幅広く可能な場所の選定を行った。



水車の設置場所



前頁で検討を行った実測調査の比較表から次の4つの場所を選定した。「No.4」の二セコアンヌプリに向かう交差点付近を流れる農業用水路、「No.5」大道農場倉庫横を流れる農業用水路、「No.8」有島記念館駐車場横を流れる第二カシュンベツ川、「No.10」竹内農場内を流れる農業用水路を利用し、マイクロ水力発電機の実証実験を行う。

選定場所検討比較表

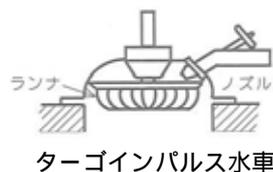
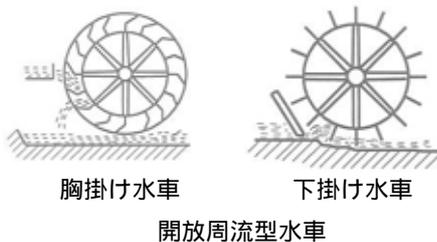
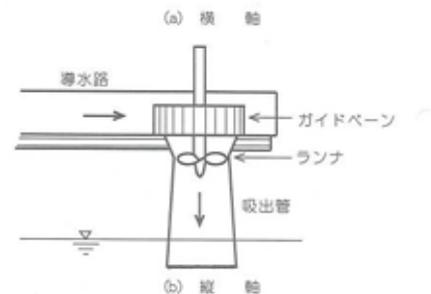
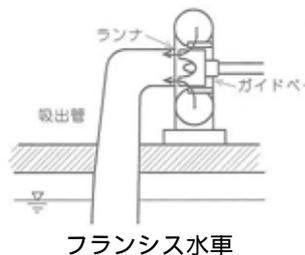
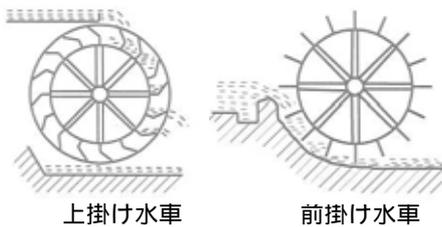
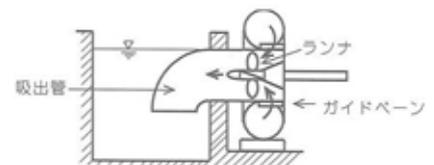
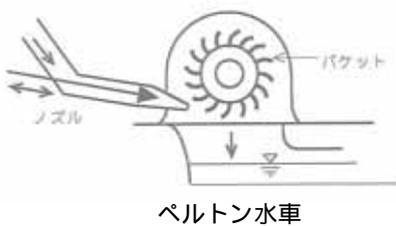
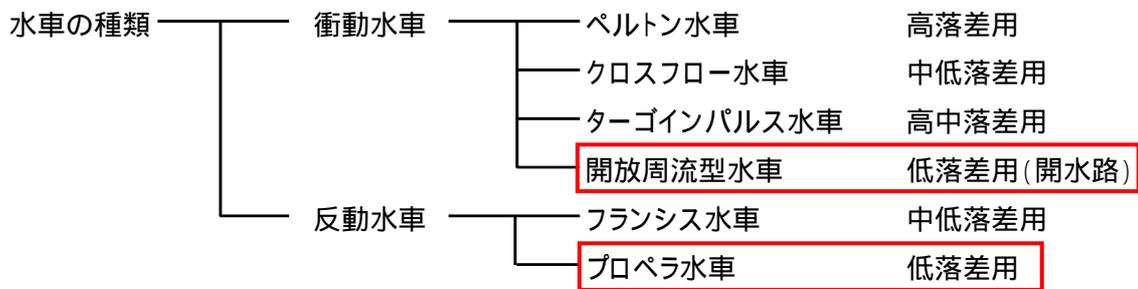
記号	幅員 (m)	水深 (m)	流速 (m/s)	流量 (m^3/s)	落差 (m)	勾配
No.1	0.70	0.10	0.53	37.10		緩い
No.2	1.00	0.15	0.50	75.00		緩い
No.3	1.50	0.15	0.30	67.50		緩い
No.4	1.00	0.30	0.60	180.00	0.50	やや有り
No.5	0.43	0.23	0.85	84.20		やや有り
No.6	0.43	0.08	2.00	68.00		やや有り
No.7	0.43	0.10	0.60	25.80	0.40	緩い
No.8	1.20	0.60	0.80	576.00		やや有り
No.9	6.50	0.18				緩い
No.10	0.50	0.20	0.35	35.00	4.00	緩い
No.11	3.20	0.18	0.40	230.40		緩い
No.12	2.00	0.13	0.85	221.00		緩い
No.13	0.50	0.05				緩い
No.14	0.36	0.10	1.07	38.50		やや有り

(2) マイクロ水力発電機の選定

発電機の選定は設置箇所の条件などから、使用する水車の選定を行い、設置箇所の特性に合った水車の設置を行う。また、将来の普及を考慮し、安価に設置できる発電機の選定を行う。

水車の種類は大きく2つに分けることができる。1つは**衝動水車**と呼ばれるもので、落水する水の力をノズルや導水路により高圧にし、噴出水の衝動によりランナ(水車羽根)を回転させる構造の水車で、ペルトン水車、クロスフロー水車、ターゴインパルス水車、開放周流型水車などがある。もう1つは**反動水車**と呼ばれるもので、ランナ(水車羽根)全体が水の中にあり、流水の水圧をランナ(水車羽根)に作用させる構造の水車でフランシス水車、プロペラ水車などの種類がある。水車の選定については設置場所の流量や高低差により水力発電機の決定を行う。

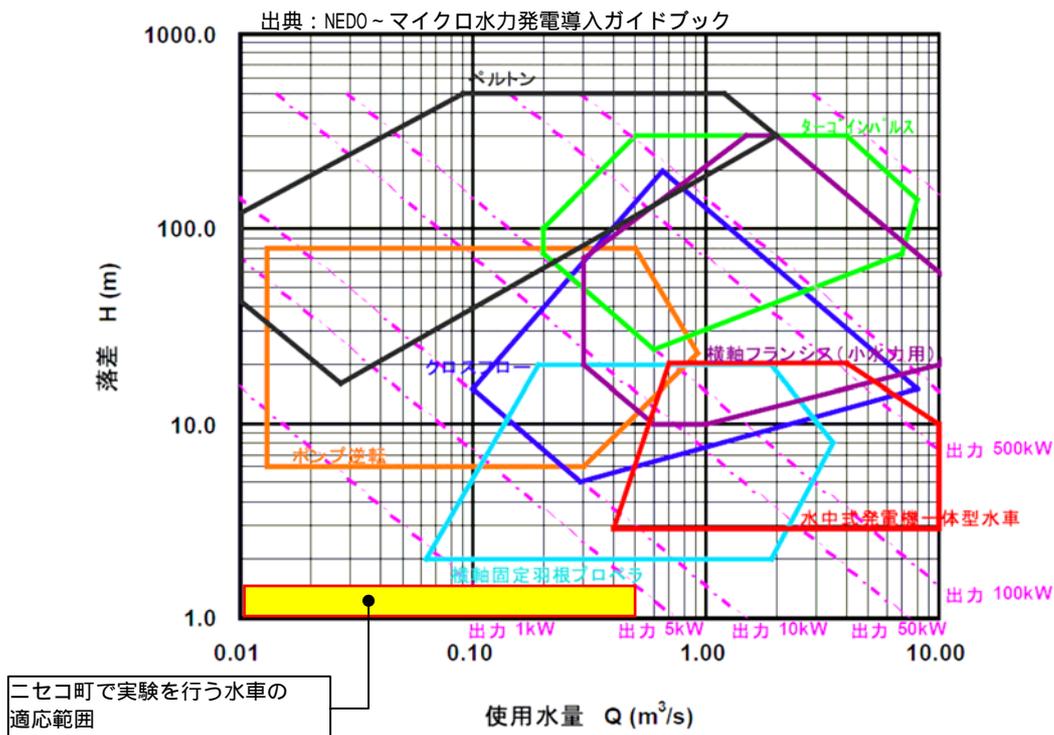
水車の種類



出典 小型水力発電実践記
川上 博 著
パワー社

ニセコ町では地形的に高落差が得られないことや将来の導入を考慮し、小河川や農業用水路を対象とする。そのため、河川（水路）自体の流速（水圧）が弱く、流量が少量であることから、今回の実証実験で使用する水車は低落差に適している「開放周流型水車」と「プロペラ水車」を実証実験の対象水車とする。

水車の適用範囲



水車の適用

水車名	有効落差 (m)	使用水量 (m^3/s)	特徴
ペルトン水車	40 ~ 300	0.05 ~ 2	高落差
クロスフロー水車	2 ~ 60	0.05 ~ 4	中落差
フランシス水車	10 ~ 300	0.2 ~ 6	落差広範囲
プロペラ水車	2 ~ 18	0.05 ~ 6	低落差
開放周流型水車	3 ~ 以下	0.1 ~ 10	低落差 (開水路)

1) 開放周流型水車

開放周流型水車は水車本体が水中から突き出ている形状の水車の総称とされており、古くから農家の脱穀作業の動力や公園などのモニュメントなどで親しまれている水車である。今回実証実験に使用する開放周流型水車は「上掛式水車」「下掛式水車」「螺旋式水車」「流水式水車」とする。

各水車の設置場所は次項に挙げる実験場所に適合する形状の水車を設置する。

上掛式水車

水路から流れる水を水車の上部から落水させ、水車のバケット（水受け部）に溜まった水の重量で回転させる水車である。地形的に高低差がある場所に適している。

この水車は古くから利用されており、既製品としても販売されているが、大半は大型で観光などの用途に利用されるものであることから、水車の大きさなどの形状は実験を行う場所に適合させるため、オリジナル製作水車とする。



下掛式水車

水車の下部に用水を流し回転させる水車で、用水の流速により回転する。効率は悪いが、落差の少ない平坦地でも使用できるメリットを持っている。設置場所に適合する水車は市販されておらず、実験を行う場所に合わせたオリジナル製作水車とする。



螺旋式水車

螺旋式水車は戦前まで、富山県を中心に農作業の動力源として利用されてきたが、戦後は別な動力源が用いられ、螺旋式水車の利用は急激に減退した歴史がある。現在は動力としての利用はあるが、発電機としての利用は、ほとんどされていない。水車の形状など精密さが必要なため、市販品としては流通しておらず、本実験を行う上でも場所に合わせたオリジナル製作水車とする。



流水式水車

流水式水車は開放水路を使用し、水の流れる水力を利用した水力発電機で、筐体の中に設けられた、垂直二軸型の水車に流水を効率よく作用させ発電エネルギーを得るシステムである。本水車のシステムは既製品として市販されており、本実験においても既製品を利用する。



2) プロペラ水車

プロペラ水車は水車の軸方向に流れる用水がスクリー状のランナ(羽根)に当り、軸をまわす水車である。低落差で水量が比較的多く、溪流の滝口や用水路の落差工などの場所に適している水車である。今回実証実験に使用するプロペラ水車は「縦型式水車」とする。

縦型式水車

水の落下エネルギーを利用してランナを回転させ、発電を行う水車で、落差と流量があれば容易に発電できるシステムである。本水車のシステムは既製品として市販されており、本実験においても既製品を利用する。



前項で検討を行った選定場所に適合するマイクロ水力発電機の種類の検討を以下の表にまとめる。

開放周流型水車【落水箇所、落差 2.5m以上】

記号	落差の有無	落差高	適合	備考
No.1	無し ×	×	×	
No.2	無し ×	×	×	
No.3	無し ×	×	×	
No.4	有り	0.5	×	
No.5	無し ×	×	×	
No.6	無し ×	×	×	
No.7	有り	0.4	×	
No.8	無し ×	×	×	
No.9	無し ×	×	×	
No.10	有り	4.0		
No.11	無し ×	×	×	
No.12	無し ×	×	×	
No.13	無し ×	×	×	
No.14	無し ×	×	×	

螺旋簡易設置型発電【落差 1.0m程度、流速 1.0m / s、水深 0.3m】

記号	落差 (勾配)	流速	水深	適合	備考
No.1	×	0.53 ×	0.10 ×	×	
No.2	×	0.50 ×	0.15 ×	×	
No.3	×	0.30 ×	0.15 ×	×	
No.4		0.60 ×	0.30		
No.5		0.85	0.23		幅員が狭い
No.6		2.00	0.08 ×	×	
No.7	×	0.60 ×	0.10 ×	×	
No.8		0.80	0.60		
No.9	×	×	0.18 ×	×	
No.10		0.35 ×	0.20 ×	×	
No.11	×	0.40 ×	0.18 ×	×	
No.12	×	0.85	0.13 ×	×	
No.13	×	×	0.05 ×	×	
No.14		1.07	0.10 ×	×	

縦型簡易設置型発電【落差 1.5m程度、流量 70 / s】

記号	落差 (勾配)	落差高	流量	適合	備考
No.1	×	×	37.0 ×	×	
No.2	×	×	75.0	×	
No.3	×	×	67.5	×	
No.4		0.5	180.0		落差不足なため工夫が必要
No.5		×	84.0	×	
No.6		×	68.0	×	
No.7	×	0.4	26.0 ×	×	
No.8		×	576.0	×	
No.9	×	×	×	×	
No.10		4.0	35.0 ×	×	流量不足
No.11	×	×	230.0	×	
No.12	×	×	221.0	×	
No.13	×	×	×	×	
No.14		×	38.5 ×	×	

流水式小水力発電【流速 1.0m / s、水路幅 1.5m以上、水深 0.6m】

記号	流速	幅員	水深	適合	備考
No.1	0.53 ×	0.70 ×	0.10 ×		
No.2	0.50 ×	1.00 ×	0.15 ×		
No.3	0.30 ×	1.50	0.15 ×		
No.4	0.60 ×	1.00 ×	0.30 ×		
No.5	0.85	0.43 ×	0.23 ×		
No.6	2.00	0.43 ×	0.08 ×		
No.7	0.60 ×	0.43 ×	0.10 ×		
No.8	0.80	1.20	0.60		流速不足
No.9	×	6.50	0.18 ×		
No.10	0.35 ×	0.50 ×	0.20 ×		
No.11	0.40 ×	3.20	0.18 ×		
No.12	0.85	2.00	0.13 ×		
No.13	×	0.50 ×	0.05 ×		
No.14	1.07	0.36 ×	0.10 ×		

前頁で検討を行った設置場所とマイクロ水力発電機は次のとおりとする。

設置場所 需要対象施設	諸元	現地の様子	発電機イメージ	発電機の特徴
4 二セコ町字二セコ 431番地2付近 【公共施設】	幅員: 1.00m 水深: 0.30m 流速: 0.60m/s 流量: 180.0 /s 落差: 0.5m		縦 型 式 水 車 	【小規模の落差に設置可能】 ・落差1.5m ・流量70 /s
			下 掛 式 水 車 	【発電の仕組みが把握しやすい】 ・流速1.0m程度 ・水深0.1m以上
5 二セコ町字二セコ 206番地1付近 【農業施設】	幅員: 0.43m 水深: 0.23m 流速: 0.85m/s 流量: 84.2 /s 落差: なし		螺 旋 式 水 車 	【狭小の水路に設置可能】 ・落差1.0m(勾配により変動) ・流速1.0m/s ・水深0.3m
8 二セコ町字有島 99番地2付近 【観光施設】	幅員: 1.20m 水深: 0.60m 流速: 0.80m/s 流量: 576.0 /s 落差: なし		流 水 式 水 車 	【基礎工事が比較的簡素】 ・流速1.0m/s ・水路幅1.5m以上 ・水深0.6m
10 二セコ町字近藤 577番地7付近 【農業施設】	幅員: 0.50m 水深: 0.20m 流速: 0.35m/s 流量: 35.0 /s 落差: 4.0m		上 掛 式 水 車 	【大きな落差に有効】 ・落水箇所のみ設置可能 ・落差2.5m以上

(3) 参考事例

実証実験を行うにあたり、マイクロ水力発電機を設置している、先進地の事例を参考にし、ニセコ町で設置を行う、マイクロ水力発電機の設置に役立つものとする。

長野県大町市 (NPO地域づくり工房)

名称	駒沢ミニ水力発電	川上ミニ水力発電	コヲミ平ミニ水力発電
設置場所	長野県大町市平 2158-5	長野県大町市大町 7705-1	長野県大町市平 2112
使用水量	0.13 m ³ /s	0.43 m ³ /s	0.08 m ³ /s
有効落差	1.2m	0.45m	3.0m
最大発電量	800W	300W	700W
水車の構造	縦型式	らせん式	上掛式(クラシック型)
設置費用	32万円	発電施設: 107万円 変電施設: 150万円	220万円
形状	既製品	直径 700 mm × 長さ 1150 mm	直径 2.5m
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> ・公開実験や環境学習活動への利用 ・野猿用電気柵や電気自動への利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・公開実験や環境学習活動への利用 ・家庭での省エネ化への利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・養魚場内の省エネ化への利用 ・環境学習活動への利用
特徴や課題等	<ul style="list-style-type: none"> ・通常は 0.7 ~ 0.8kW ・枯葉がつまりやすい ・発電機はベトナム製で 7 ~ 8万円程度 	<ul style="list-style-type: none"> ・毎分 60 回転 ・壊れにくくゴミに強い (幅 30cm 以内の流入物は通過) ・夜に充電し昼に配電 (夜間電気料金を考慮) 	<ul style="list-style-type: none"> ・冬期間は凍結のため使用不可 ・現在は水車自体は稼働しているが発電はしていない。
事例写真			

岐阜県郡上市（NPO法人地域再生機構）

名称	石徹白マイクロ水力発電		
設置場所	岐阜県郡上市白鳥町石徹白	使用水量	0.006 m ³ /s
有効落差	0.5m	最大発電量	800W
水車の構造	螺旋式	設置費用	200万円(本体、土木工事含む)
形状	直径 900 mm × 長さ 3.0m	事例写真	
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> ・発電した電力は街灯と家の電気・冷蔵庫・ラジオ等に使用している 		
特徴や課題等	<ul style="list-style-type: none"> ・地域の農業用水路を活用 ・雪が降っても稼働が可能 ・現在の一番の課題は発電した電力をいかに有効に使用するか。 		
			

岐阜県中津川市

名称	中山道馬籠宿水力発電		
設置場所	岐阜県中津川市字馬籠地内	使用水量	0.01 m ³ /s
有効落差	3.5m	最大発電量	180W
水車の構造	上掛式(既存)	設置費用	不明
形状	直径 2.6m	事例写真	
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> ・発電した電力は水車のライトアップ、水車小屋案内の照明、ディスプレイの電力、常夜灯に使用。 		
特徴や課題等	<ul style="list-style-type: none"> ・宿場の中を流れる農業用水路を利用して水車を動かしている。 ・小屋の中にディスプレイを設置し、発電量がわかるようになっている。 ・観光用としてモニュメント的な役割を持たせている。 		
			

(4) 実証実験の期間

実証実験は平成 22 年 9 月中旬から平成 22 年 12 月中旬の約 3 か月とし、湯水期および降雨時や積雪時による影響のデータの収集も行う。

月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
上掛式水力発電機	事前調査	水力発電機製作 流量調査	設置 14日 照明灯設置 19日 水力発電機設置 21日 水車改良	調査期間 5日 水車改良 6日 水車改良		水力発電機撤去
下掛式水力発電機	事前調査	水力発電機製作 流量調査	設置 6日 水力発電機設置 7日 水車改良	調査期間	調査期間	水力発電機撤去
螺旋式水力発電機	事前調査	水力発電機製作 流量調査	設置 7日 水力発電機設置	調査期間 28日 バッテリー設置		水力発電機撤去 5日 吐水口改良
流水式水力発電機	事前調査	水力発電機製作 流量調査	設置 14日 - 17日 水力発電機設置 28・29日 堰の増設 導水管設置	調査期間 14日 プーリー交換	14日 堰堤補修	水力発電機撤去 堰堤補修
縦型式水力発電機	事前調査	水力発電機製作 流量調査	設置 6日 - 8日 導水路設置 12 水力発電機設置 14 防塵網設置	調査期間 導水路改良		水力発電機撤去

日付は実験に基づく

(5) 実証実験の作業フロー

マイクロ水力発電の実証実験は下図のフローで作業を進行した。

