

## Citizens' Movement in Hino for Actualization of Small-Scale Water Power Generation

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-07-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 塩澤, 豊志 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://mu.repo.nii.ac.jp/records/1047">https://mu.repo.nii.ac.jp/records/1047</a>

# 小水力発電の実現に向けた日野市民の取り組み

Citizens' Movement in Hino for Actualization of Small-Scale Water Power Generation

塩澤 豊志\*  
Toyoshi Shiozawa

## 1 はじめに ーなぜ日野市で水力発電か

2011年3月の東日本大震災に伴う福島第一原発事故をきっかけとして、電気エネルギーの供給という環境問題に大きな関心が寄せられるようになった。それまで導入がためらわれていた固定価格買取制度(FIT)が翌2012年7月に施行され、再生可能エネルギー利用の普及が大きく動き出した。とりわけ太陽光発電は、施行から3年半後の2015年末時点で、FIT認定を受けた施設が約250万件、発電出力の設備容量の合計は約3223万kWにのぼった。これに対して、出力1000kW以下の小水力発電は、FIT認定件数が163件、設備容量は6万5000kWにとどまっている。現在、国内発電電力量の約85%は化石燃料によって生産されており、再生可能エネルギー由来は5%に過ぎないが、無尽蔵の自然エネルギーに目を向け、国内電力需要をこれでまかなうことにより持続可能な社会の礎を築く計画は、決して荒唐無稽な話ではない。

金さえ払えば好きなだけエネルギーは手に入ると信じてきたのは、効率的にエネルギーを生産して遠くまで運べる大規模集中型エネルギー生産・供給の仕組みが石油文明の時代にたまたま作られたからに過ぎない。長い人類史を紐解けば、エネルギーが地域性を伴った地産地消の資源であったことは自明である。自然エネルギーの重要性が指摘されるようになった現在、地域でエネルギーをまかなうという発想はまた、環境負荷を他地域に押し付けないという環境倫理につながると言える。

水力は、地域で発掘・開発し、地域のために利用することに大変適したエネルギー資源である。身近にある豊富な水を利用する小水力発電は、コミュニティと地域の水との新たな接点を提供することになるとも考えられる。

日野市は東京都の西部に位置し、川に囲まれ崖線に湧水を多く持ち、用水路が縦横に巡る豊かな田園風景を受け継いでいる。都心からわずか35km、JR中央線で東京駅から45分、多摩川の鉄橋を渡ると日野に到着する。面積27km<sup>2</sup>、人口18万5千人(2018年8月現在)の日野氏は、「水と緑のまち」として知られており、平地には今でもかつての農業用水が網の目のように張り巡らされており、その総延長は116kmにも及んでいる。

東京の地形は、山地、丘陵地、台地、低地、海そして島しょ部からなっている。そのうち人が住むのは、おもに丘陵地、台地、低地であり、日野にはその3つが揃っている。日野では、西～南部に多摩丘陵、中央に日野台地、北～東部に低地があるので、あたかも東京の縮

\*工学部客員教授(環境システム学科)

図のような地形構成になっている。東京と日野の地形が相似である理由は、水系構成の類似に起因する。水系からみた東京は、多摩川と荒川によって構成されている。多摩川は奥多摩山地を源流とする急流河川で、青梅を扇のかなめとした扇状地である武蔵野台地をつくって東京湾に注ぐ。荒川は秩父山地にはじまり、荒川低地をゆっくりと流れて東京湾に至る。多摩川と荒川は江戸・東京の山の手と下町の文化を形成した川と言える。一方、日野は浅川と多摩川によって構成されている。浅川は日野・立川付近の多摩川に比べて急流の河川であり、扇状地として日野台地を形成している。多摩川は青梅から下流で勾配が緩くなり、多摩川低地を形成して流下する。多摩川がつくった低地と浅川がつくった台地が日野における旧村文化と新市街地を形成したのである。

日野市内の用水路は、大部分が平坦地を緩やかに流れており、大きな流量も落差もないので、水力発電には向かないと言われてきた。同様の用水路は日本全国の平野部のみならず世界各地に存在する。水力発電はその規模にかかわらず水の持つポテンシャルエネルギーを有効利用するシステムであるという原点に立てば、問題は出力を得るための技術開発にあるということになる。変電所を伴うレベルの規模が当面望めないとしても、各用水路の環境に適合した発電水車を設置し、高性能発電機の開発など技術面のバックアップが得られれば、わずかながらも希望の灯がともると期待される。市民の手によるエネルギーの地産地消の可能性が日野市から世界に向けて発信されることになるのではないかと。電気は大規模集中型発電システムによって電力会社から供給されるものとばかり思われてきたが、石油漬け近代システムの「非持続性」が現実化している今、身近な水資源を分散型エネルギー資源の一つと見る視点は、持続的な地域社会づくりの基盤になるものと考えられる。

筆者は武蔵野大学工学部において、「環境科学基礎実験」を担当し、「再生可能エネルギー」を中心に「大気・水環境」、「リサイクル」に関する講義と実習指導を行ってきた。「再生可能エネルギー」分野では、発電水車の工作を行い、近隣の水路で発電量の測定を実施した。小水力発電を卒業論文のテーマにする学生も数名現れ、筆者の住む日野市内の水路でも研究実験が行われた。「日野市緑と清流課」と「環境保全課」とはその縁でつながりを持つことになり、「日野市小水力発電を考える会」の市民委員となった。3年期限の「考える会」の活動ののち、2018年4月からは新たに市民主導の環境保護団体「小水力発電を実現する市民の会」が発足し、筆者がその代表に選ばれ、「実現する会」は2018年9月より「水と緑の日野・市民ネットワーク」参加団体への登録の運びとなった。

## 2 「日野市小水力発電を考える会」3年間の活動内容

### 2-1 「日野市小水力発電を考える会」の発足

2011年3月の東日本大震災以降、電力の地産地消に向けて全国的な動きが見られる中、日野市が有する豊かな資源である水を発電に活かしたいという期待が高まり、東京都実施「地域環境力活性化事業」の補助金を活用する形で、日野市は2016年4月「日野市小水力発電を考える会」を発足させた。「広報ひの」、「日野市ホームページ」に掲載された公募で集まった20数名の市民委員と市域の企業から選出された事業者委員が担い手となり、日野市環境保全課・(株)協和コンサルタンツが主導する形で小水力発電の導入に向けた検討が行

われることとなった。2018年3月までの3年間に行われた検討の流れを図1に示す。この流れに沿って活動スケジュールが生まれ、①市内発電候補地の選定 ②発電電力の活用案の具体化 ③社会実験の実施 ④周知活動の実施 がなされた。

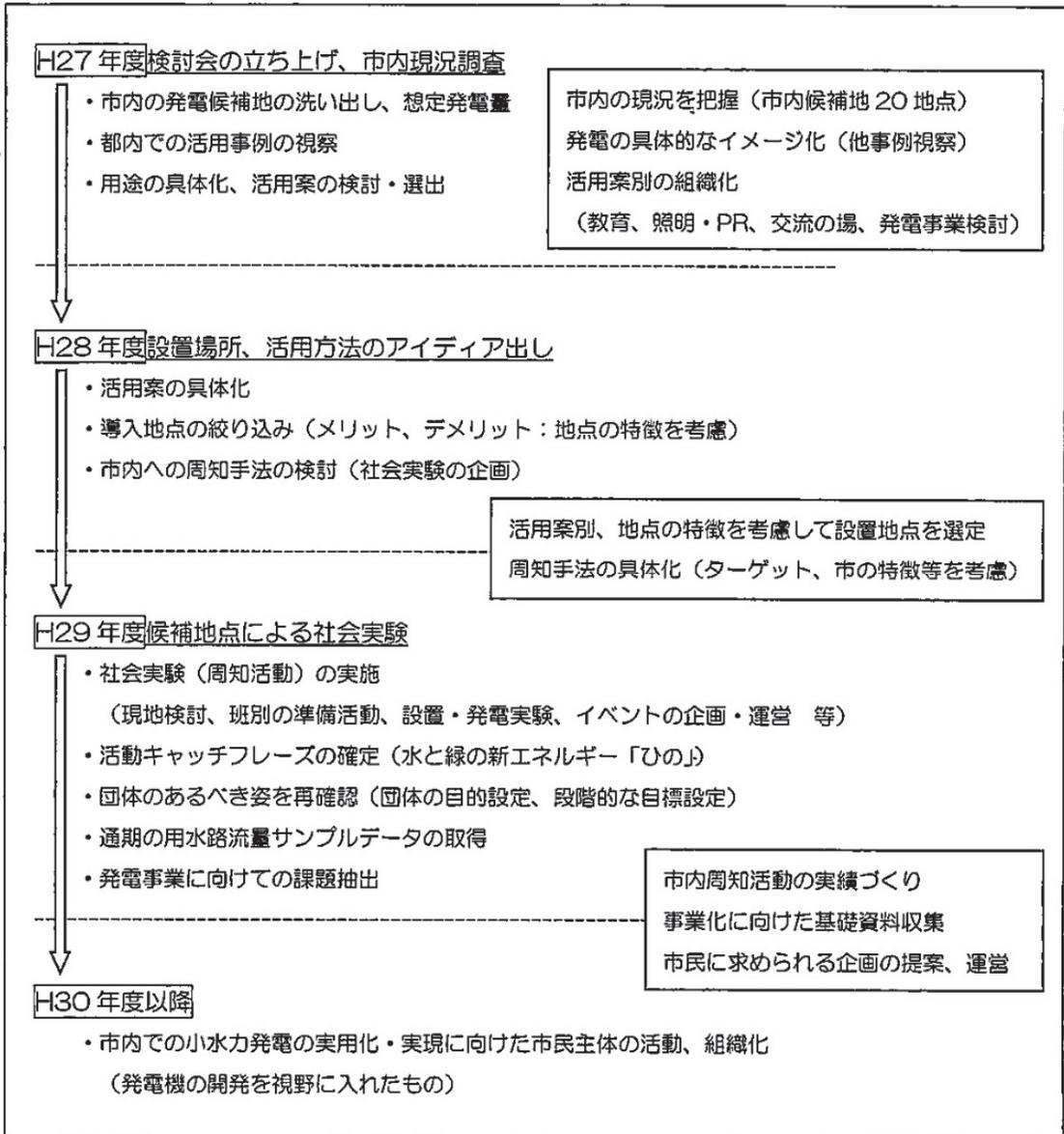


図1 考える会3年間の検討の流れ

## 2-2 市内用水路の調査結果

日野市内を流れる用水の水路位置図（マップ）を図2に示す。日野市内の地形は、浅川西の日野台地、東の多摩丘陵、多摩川・浅川沿いの低地に分かれる。用水は浅川、多摩川、程久保川から水を取り入れ、川沿いの低地を流れて田んぼに水を入れている。

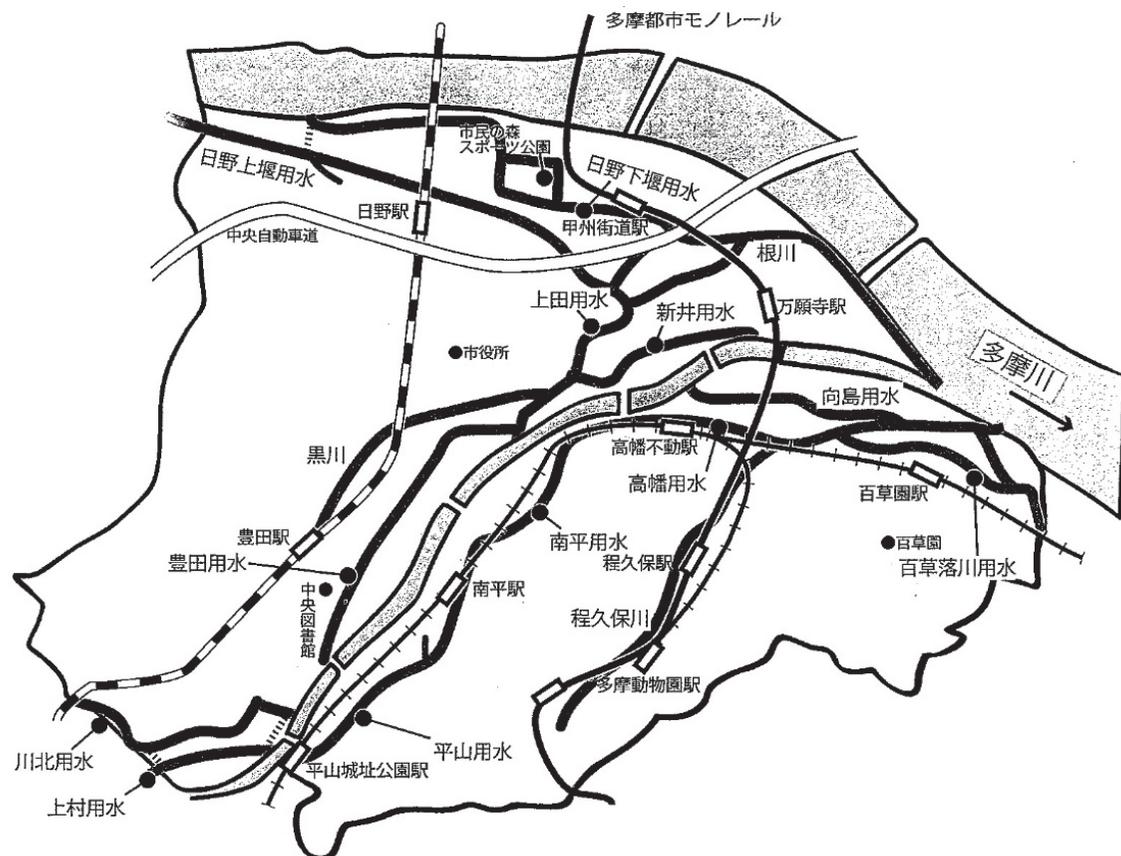


図2 日野市内用水路マップ

多摩川から水をとっている用水は日野用水上堰と下堰、浅川から水をとっている用水は川北・平山・豊田・上田・向島の各用水、程久保川から水をとっている用水は落川・一の宮用水であり、市内を網の目のように巡った後、各用水はふたたび多摩川と浅川に戻る。180 km以上と言われていた総延長距離は、現在では 116 km であるという。「豊田」という地名からも想像されるように、かつて日野の中心的産業は農業特に稲作であった。市内用水路は水田の灌漑用だけではなく、洗い物、魚・シジミ取り、子供たちの遊び場でもあった。市街化と下水道整備の遅れによって用水の汚染が進んだが、改善され、現在は灌漑用としての機能だけでなく、地域の歴史的資産として、水辺空間という新しい価値（文化的・環境的・景観的価値等）に目が向けられている。考える会では発電候補地を以下の 10 地点（表 1）に絞り、表 2 に示した各項目について調査を行うこととした。

	用水系統	調査地点	地番	座標	
1	平山用水	出口公園南側	平山5丁目	35° 38' 54"	139° 22' 53"
2	上田用水	万願寺中央公園北側	万願寺4丁目	35° 40' 18"	139° 24' 52"
3	日野用水上堰	中央道下（上萬橋付近）	万願寺3丁目	35° 40' 30"	139° 24' 49"
4	根川	北川原公園東側	石田1丁目	35° 40' 17"	139° 25' 32"
5	日野用水下堰	東光寺グランド南東側	栄町3丁目	35° 41' 09"	139° 23' 04"
6	平山用水	平山小学校北側	平山4丁目	35° 38' 59"	139° 23' 04"
7	平山用水	平山東公園	平山4丁目	35° 39' 03"	139° 23' 18"
8	黒川水路	黒川清流公園南側	東豊田3丁目	35° 39' 32"	139° 23' 51"
9	南平用水	南平公園北側	南平4丁目	35° 39' 52"	139° 23' 07"
10	日野用水上堰	日野第一小学校北側	日野本町2丁目	35° 40' 39"	139° 23' 57"

表 1 日野市内発電候補地

項目	内容
1) 水路（河川）形状	・水路（河川）の断面形状（幅・深さなど）
2) 流水状況	・水深、流速の計測（流量の概算）
3) 地点兩岸の土地利用	・車道、歩道、官地、民地等の別 ・周辺土地利用（住宅地、工場、学校、田畑等）の種別
4) 落差の確保の有無	・地点の上下流側の状況 ・現状（または想定）落差（m）
5) 流入水路（管路）の状況	・接続水路の有無、位置など
6) 系統連系可能な電柱の位置	・想定地点からの離れ（m）
7) 発電設備設置場所・電気利用 想定施設の有無	・確保可能な場所の有無 ・利用を想定する公共施設（遊歩道、公園、公民館、児童館、図書館、集会所、学校、役所出張所等）等の有無

表 2 現地調査内容

各用水での現地調査結果を表 3 にまとめて示す。表中の「堰上げ後落差高」とは、現状を鑑みて設定した概算の落差高で、確定には別途詳細な調査を要するが、発電出力（水力エネルギー） $P[W]$ の計算にはこの値を落差  $H[m]$ とみなして用いた。

$$P[W] = \rho \times g \times Q \times H \times \eta_t \times \eta_g$$

$\rho$  : 水の密度(999.7 kg/m<sup>3</sup>),  $g$  : 重力加速度(9.8 m/sec),  $Q$  : 流量(m<sup>3</sup>/sec),  $H$  : 落差(m)  
 $\eta_t$  ; 水車効率(30%),  $\eta_g$  : 発電機効率(90%)

日野市内用水路はいずれも低落差、平坦地なので水力エネルギーはきわめて小さい。出力

100 kW 以下の小水力発電をマイクロ水力発電というが、最高値の根川でも 1.27 kW であるから、さらに小規模 (1 kW 以下) のピコ発電レベルということになる。1.0 kW の仕事率から年間発電量を見積もってみる。1 年間フル回転 (50 日休むとして) 7500 時間発電できたとすると、年間発電量は 7500 kWh となり、平均的な家庭の年間消費電力 3500~5000 kWh から見ると、家庭 2 軒分の電力生産にしかない計算となる。落差 H、水車効率  $\eta_t$  および発電機効率  $\eta_g$  を上げる工夫と蓄電システムの整備をクリアしなければ、想定されるような用途への実用は夢物語と言わざるを得ない。考える会で実際に水車による発電が実施されたのは、2017 年度に開催された 3 回のイベント時で、用いられた発電機は螺旋式ピコ水力発電装置「ピコピカ」のみであった。

### 2-3 発電装置ピコピカについて

日野市小水力発電を考える会では 2017 年度に 3 回の社会実験を実施した。使用された発電機は、(有) 角野製作所製「螺旋式ピコ水力発電装置ピコピカ」である。ピコピカは特定非営利活動法人地域再生機構と角野製作所の共同開発による発電装置で、以下の選定理由により採用されることになった。(1) 小さな水路でも発電が可能である (2) 設置・取り外しが比較的容易である (3) 他の製品と比べて安価である (4) キットになっていて組み立て可能である (学習に使える)

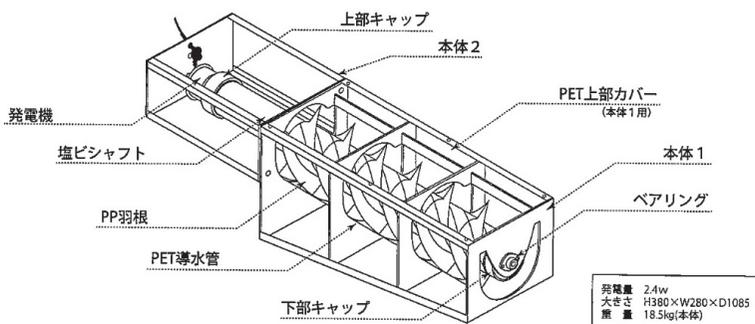


図 3 「ピコピカ」組み立て図

商品名	螺旋式ピコ水力発電装置ピコピカ
研究開発	有限会社角野製作所 / 特定非営利活動法人地域再生機構
製造	有限会社角野製作所
発電機	2.4W (AC6V/0.4A※1)
発電電圧	6V
外形寸法	H380×W280×D1085
重量	17.5 kg
使用方法	防犯灯、獣害防止用電気柵電源、災害時の通信用電源など
設置可能場所	幅 30cm 以上の U 字溝、流量 10 ㍓/s 以上
価格 (本体キット)	82,500 円 (税別)

表 4 「ピコピカ」商品詳細

ピコピカ製造メーカーである角野製作所のホームページによれば、ピコピカは「環境教育教材」として開発されたものであり、部品の多くにリサイクル素材が用いられている。毎秒 10 リットルの流量があれば、低落差の水路でも使用可能と謳われているが、「教育教材」という性格上用水での実用に向けてはクリアすべき課題が多い。

ピコピカの心臓部は、上部キャップによって塩化ビニル（塩ビ）製シャフトに固定された発電機である。発電機は自転車用ハブダイナモのリサイクル品である。シャフトとともに回転するのは八極着磁マグネットローター（フェライト磁石）で、コイルを固着した輪軸が本体ボディに固定されている。ハブダイナモの定格電圧は交流 6 ボルト、出力は 2.4 ワットである。したがって、直流 12 ボルトのカーバッテリーへの充電には整流・昇圧回路が必要になる。

ポリプロピレン（PP）樹脂製の羽根 24 枚を電動ドリルによって塩ビシャフトにねじ止めして螺旋を生み出している。PP はペットボトルのふた（回収リサイクル品）を原料としている。螺旋状 PP 羽根で水流圧を受けることによって得られるトルクで発電機内部のマグネットが回転して輪軸上のコイルに電流が流れる仕組みである（電磁誘導）。PET とはポリエチレンテレフタレート樹脂のことで、PET 導水管と PET 上部カバーに用いられている。これらはペットボトルのリサイクルで作られている。PP 羽根をねじ止めした塩ビシャフトは下部キャップとベアリングを介して本体に固定してある。

筆者は、日野市における小水力発電の企画以前の 2014 年にすでにピコピカ発電を経験している。本学学生有志とともに、角野製作所から購入したキットを組み立て、都内数か所および埼玉県越生町の水路で発電実験を行い、交流 2.4~4.2 ワットの発電量を計測している。実施場所は以下の各水路であった。千川上水・黒目川・野火止用水・矢川緑地・越生町黒山農業用水。

## 2-4 発電電力活用化をめぐる検討結果

行政と市民が協力して管理を行い、長く地域に愛される小水力発電を行うためには、市民が求める小水力発電の在り方を具体化し、発電場所だけではなく電力の利用方法についても検討が必要である。活用案の具体化に当たって、日野市に望まれる将来像についてたびたび話し合いが行われた。水の郷日野の価値とその継承を認識し、電力の地産地消という取り組みを活かすという視点に基づき、「水と緑の新エネルギー「ひの」」というキャッチフレーズを決定し、活動の原点と位置付けた。活用案の検討に当たり、「発電した電力をどんなことに利用したいか」というアンケートを事務局から市民委員に対して行い、以下の 4 つの検討テーマを設定した。

- (A) 教育：小水力発電や再生可能エネルギーについての環境教育に活用したい。
- (B) 照明・PR：水路沿いに街灯をつけるなど実用的な利用（見える化）で PR したい。
- (C) 交流の場：水力による発電電力を利用したカフェを開くなど多世代交流の場を作りたい。
- (D) 発電事業検討：費用対効果を考え、自転車や携帯電話の充電に市民が気軽に利用できる形にしたい。

(A)~(D)の各班から出された意見をまとめて表5に示す。

A班 (教育)	B班 (照明・PR)
<ul style="list-style-type: none"> <li>・水力発電施設の設置自体に教育的な効果がある。</li> <li>・開削 450 年の用水路の歴史について伝え、実用的に活用することで残していきたい。</li> <li>・水車設置の一連の流れを教育プログラムとして実施したい。</li> <li>・学校近隣等に楽しみながら学習できる施設を複数点在させ、施設マップをつくる。</li> <li>・日野の人材や材料を使用することで、大きな費用をかけずにできることを考える。</li> <li>・既存の任意団体などと協働で、施設の維持・管理を組織的に実施する。</li> <li>・児童館や公園などのスペースのある施設に隣接する地点が望ましい。</li> <li>・小型のらせん水車を複数台設置して、LED の夜間照明やイルミネーションなど色々とやってみる。</li> <li>・教育に活かすため、市民に対して日中に何か目に見える形で活用したい。</li> <li>・発電施設をつくる際は、水路に階段をつくるなどして親水公園化しても面白いのでは (見える化)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自然エネルギーを実感してもらう方法として、道を明るく照らす照明やイルミネーション等を取り入れやすく、効果も期待できる。</li> <li>・照明を日野市内の全小学校に設置するなど、「全〇〇運動」を行いたい。</li> <li>・市内のお祭りなどでのPRを行う。</li> <li>・自然エネルギーへ移行する意義をPRする。</li> <li>・用水路の外ではなく、水中に照明をつけてライトアップしても面白そう。</li> <li>・水量によって照明の明るさが変化する照明も良いのでは。</li> <li>・照明を利用することで付加価値をつけられる場所へ発電機を設置することが望ましい。</li> <li>・用水路沿いの柵に LED 照明を設置して、点滅により動物のモチーフが動いて見えるような仕掛けをしても面白いのでは。</li> </ul>
C班 (交流の場)	D班 (発電事業検討)
<ul style="list-style-type: none"> <li>・多世代交流の場をつくりたい。</li> <li>・早朝散歩の人を対象にした朝ごはんの提供、水力発電の電気を入れたコーヒーを提供するリバーサイドカフェ、豊田の地ビールなどアルコールを提供し、夜も集まれる場所にするなど、人を集める方法を考える。</li> <li>・気づきのある場所、学べる場所にする。</li> <li>・「水の駅」をつくる。日野の特産物の販売、市民の出店場所の確保、耕作放棄地を活用した体験農場など</li> <li>・テロジット製の食器で提供し、蓄電池がなくなったら閉店する (あと一杯コーヒーなどを淹れたい場合は、自分で自転車を漕いで発電するなど)。</li> <li>・ある程度の発電量が見込め、交流の拠点として人が多く集まる場所であることが望ましい。</li> <li>・駐車場の有る場所なら遠くからでも来られる。</li> <li>・工夫次第で、ライトアップや地域アートなどでインパクトのある交流の場ができるのでは。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防災時の利用、蓄電、カーシェアリング、住民へのリターンなど、事業化に向けた活用を検討する。</li> <li>・用水守制度を参考とした発電機のごみ取りポランティアなど、住民を巻き込む方法を検討する。</li> <li>・役に立つ、愛される発電所づくりを目指す。</li> <li>・小水力以外の再生可能エネルギーとの組み合わせで、低炭素化街づくりを推進・PRする。</li> <li>・市内全域を対象に、「なぜ日野の用水路で小水力発電を行うのか」のコンセプトづくりを行っていく。</li> <li>・コンセプトとしては、街づくり (防災、安全・安心、歴史の継承、環境保全、魅力向上) や新規開拓 (活動の場の創造、機器の開発) など多岐にわたる項目や課題を包括したものを旨とする。</li> <li>・事業性のある発電を目指すのではなく、日野市内で小水力発電をやる価値をどこに見出していくのかを検討したい。</li> <li>・発電を行う上でどんな課題があるのか、誰に対してどんなメリット・デメリットがあるのかを整理して、行動指針を作成したい。</li> </ul>

表5 発電電力の活用案

## 2-5 社会実験（周知活動）イベントの成果

社会実験の一環として「考える会」および小水力発電について市民に広く周知するためにイベントを3回開催した。社会実験（ピコピカ運転）を行う上田用水南側の万願寺中央公園において、夏・冬2回の市民参加イベントを実施した。また、夏イベントの前には環境教育の一環として、市内の高校生を対象とした発電機の組み立てワークショップを行い、そこで組み立てた発電機を実際に夏のイベントで使用することにした。2回のイベントと組み立てワークショップの概要を表6に示す。

<p>①「小水力発電機を組み立てよう！」</p> <p>日時：平成29年6月11日（日） 13:00～16:30</p> <p>場所：日野市市民の森ふれあいホール 集会室 1-3</p> <p>内容：・小水力発電についての説明</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小型の螺旋式ピコ水力発電機「ピコピカ」の組み立て</li> <li>・ふれあいホール前の水路での発電実験</li> </ul>
<p>②「小水力発電を体験しよう！1日エコパーク@万願寺中央公園」</p> <p>日時：平成29年7月1日（土） 10:00～13:00</p> <p>場所：万願寺中央公園</p> <p>内容：・自然エネルギーに関するクイズラリー、紙芝居</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ピコピカ発電実験</li> <li>・ピコピカで充電したバッテリーによるミニ電車</li> <li>・LEDライトを使った段ボールハウスの展示 ほか</li> </ul>
<p>③「水から生まれる未来の光 一夜限りのエコ発電イルミネーション」</p> <p>日時：平成29年12月16日（土） 15:00～19:00</p> <p>場所：万願寺中央公園</p> <p>内容：・クリスマスオーナメント作りワークショップ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・手作りクリスマスツリーの点灯式</li> <li>・ピコピカ発電実験</li> <li>・検討会の活動紹介ビデオの放映</li> <li>・水素自動車の展示</li> <li>・ロケットストーブで温めたすいとんの提供 ほか</li> </ul>

表6 考える会実施イベント

各イベントにおけるアンケート集計結果を表7に示す。6月のワークショップでは、ピコピカ組み立て後、市民の森ふれあいホール脇水路で試運転を行った。10～11ボルトの電圧を計測し、ピコピカ専用LEDライトはこうこうと点灯を続けた。7月のイベント日は梅雨時の悪天候にもかかわらず200名近くの参加者があった。ピコピカで充電したバッテリーに

よって走るミニ電車は好評で、多くの方々に小水力発電の可能性を感じてもらえたのではないかと。12月のイベントには100名程度の参加者があり、手作りクリスマスツリーには思い思い作られたオーナメントが飾られ、LEDライト点灯式は大いに盛り上がった。

H29年7月1日(土) 小水力発電を体験しよう!   日エコパーク@万願寺中央公園	
一般参加者	200名程度(アンケート回答数等に基づく推計値) ※万願寺交流センターのイベントとの同時開催
アンケート感想 (一部)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・子どもが楽しそうだった</li> <li>・実際に体験できてわかりやすかった</li> <li>・電気のことは難しいが体験できて楽しかった</li> <li>・ピコピカ3機は意外に力強さを感じた</li> <li>・発電のしくみがよくわかった。子どもにも良い勉強になった</li> <li>・子どもと是非また参加して、知識を共有したい</li> <li>・とても楽しいイベントで、また機会があれば参加したい</li> <li>・定期的開催、広報をしてほしい</li> <li>・継続は大変だと思うが、若い人たちが頑張っていて良かった</li> <li>・実際に見てもらうことが大切</li> <li>・大人も楽しめてよかった</li> <li>・CO2削減、水力発電の素晴らしさを再確認した</li> <li>・良い学びの場でもあるので、これからも続けてほしい</li> <li>・このような取り組みを始めて知った</li> <li>・公園の一角で、遊びに来た人も気軽にエコに触れる機会がよかった</li> </ul> <p><b>小水力発電や再生可能エネルギーについて興味のあること</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電力の地産地消</li> <li>・原子力がどれだけ減らせるのか</li> <li>・農村と再生エネルギー</li> <li>・身近な生活にどう生かされるのか</li> <li>・日野市がこれから実際に使用していくのか</li> <li>・地域の特性、資源を活用できるものが良い</li> <li>・公園や公共施設での利用推進</li> <li>・今回参加するまで知らなかった</li> </ul>

H29年12月16日(土) 水から生まれる未来の光。一灯限りのエコ発電イルミネーション	
一般参加者	100名程度(事前応募、当日参加、アンケート回答数等に基づく推計値)
アンケート感想 (一部)	<p><b>小水力発電や再生可能エネルギーについて興味のあること</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・家庭への導入が今後どのように拡大していくか</li> <li>・原発以外の発電はいいと思う。安定供給が課題</li> <li>・これからどんどん進めてほしい</li> <li>・災害時にどのくらい共有できるのか</li> <li>・再生可能エネルギーによって地球温暖化を防げることを願っている</li> <li>・様々な方法で普及させる必要があると思う</li> <li>・自分の身の回りでそのようなことがあるのは嬉しい</li> <li>・どんなことができるのか知りたい</li> <li>・よく理解していない</li> <li>・初めて知った</li> <li>・新しいエネルギーの開発が進むよう、技術開発を頑張してほしい</li> </ul>

表7 イベント後のアンケート結果

### 3 小落差平野部におけるマイクロ水力発電の課題

#### 3-1 電源開発

ハブダイナモ（写真1）を発電電源とした3タイプの発電水車の実験例を写真2~4に示す。ハブダイナモとは、文字どおり自転車の車輪の中心（ハブ）にセットされている発電機（ダイナモ）のことをいう。現在、国内におけるハブダイナモの定格出力は、交流6V—2.4Wと3Wである。従来自転車の発電機といえば、回転部分を直接タイヤの側面やリムに押し付けるタイプの「リムダイナモ」が主流であったが、タイヤの1回転でリムダイナモは33回転以上回転する。これに対して、ハブダイナモはタイヤの1回転でダイナモ軸の回転は1回転であるから、低回転で成果を得る必要のある水車の発電機としてはハブダイナモが適していることになる。

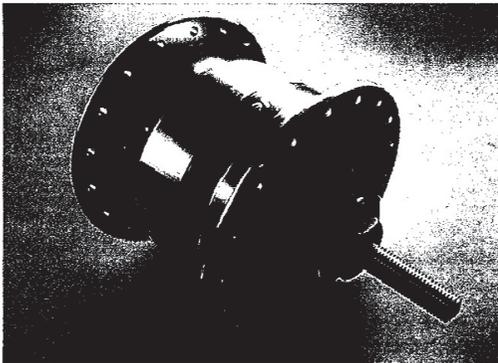


写真1 (株) シマノ製・DH-2N30J ハブダイナモ



写真2 ピコピコ

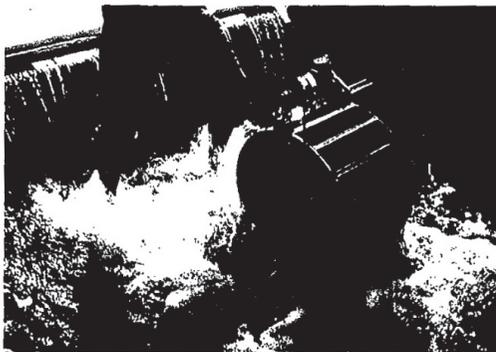


写真3 手作り木製水車

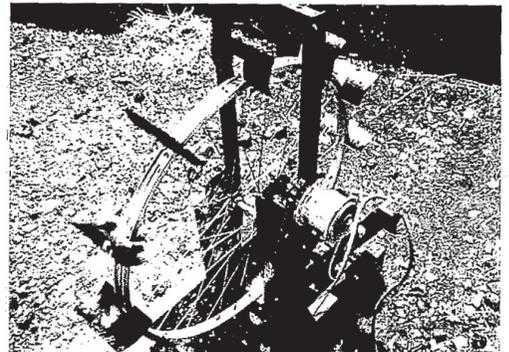


写真4 ホイール利用増速水車

写真2では、ピコピカを水路にそのまま置いて運転しているが、土嚢で堰を作ったり、落差を形成させると出力は格段に上昇する。ピコピカはあくまでも教育教材目的に開発されたものではあるが、後述する湧水路などでの使用は十分に可能であることを市内数か所で確かめることができた。写真3はギアによる増速機能を組み込んだ手作り水車を豊田用水で回し

た時のものである（出力電圧 6.0V）。豊田用水よりも水深の浅い水路でも羽根が回るようにし、ハブダイナモを 2 基使用した改良型も作成した（出力電圧 7.6V）。写真 4 は自転車のホイールに塩ビの板をつけ、ギアとチェーンで 2 倍速が得られるようにしたもの（出力電圧 21V）であるが、V ベルトを用いた増速水車も考えられる。

ここまではすべてハブダイナモ利用発電であるため、発電出力に限界がある。エレクトロニクスの先端技術を追求して高性能の発電機を開発する計画を「小水力発電を実現する会」では進めている。ネオジム磁石を組み込んだ発電装置で数十ボルトの電圧が得られるという試算もある。

### 3-2 水路環境・水利権

小落差平坦地を流れる日野市内用水路での発電を実現するうえで、大いに参考となる取り組み例が日本各地に存在する。新潟県小水力利用推進協議会は 2013 年に発足し、「新潟モデル」の事業化を目指している。新潟県は農業県で多くの大規模用水路が存在しているが、地形的に平坦地が多いために落差が小さく、売電目的に事業化した例は少ない。しかし水路自体は数多くあるので、小落差でも事業化できるオープンタイプの発電装置を「新潟モデル」として開発する計画であるという。しかしながら、実際に完工した 2016 年度の例をみると、農林水産省地域用水環境整備事業で取り組んだ魚沼池平地区と佐渡小倉地区の 2 地区で、いずれも取水落差を利用したものであった。この例でも明らかなように、費用対効果に見合う発電出力を得るためには落差の確保が必須条件となる。大規模な土木工事は環境問題を引き起こすことになるので、水路環境をできる限り保存したうえで、土嚢の利用などによって適度な落差を生み出すことが不可欠である。長時間発電水車を水路に設置する場合の水利権問題も今後の課題として取り組む必要がある。

### 3-3 分散型エネルギーの相補的關係

日本各地にある大落差大量の水力発電は、固定価格買取制度(FIT)の後押しも手伝って、太陽光発電、風力発電に次ぐエネルギー源として注目されている。これに対して低出力のマイクロ水力発電は、発電の原理は変わらないものの費用対効果が見込めず、実現への道りは遠い。落差・水量の確保に加えて高性能発電機、蓄電システム、増速水車の開発が不可欠であるが、ニーズを見定めることも重要である。防災非常用や携帯電話機の充電などへの利用を当面は目指しているが、身近な自然エネルギー（再生可能エネルギー）の利用は、未来のエネルギー資源としての貴重な備えとなるものである。

地球温暖化への歯止めとして再生可能エネルギーの導入が叫ばれる中、世界的には風力発電が主役になりつつある。欧州連合(EU)では発電に占める風力の割合は 12%になっている。日本は出遅れてはいるが、洋上風力がエネルギー基本計画に盛り込まれるなどシステム開発が進んでいる。一方、CO<sub>2</sub>を出さない「究極のクリーンエネルギー」と言われる水素の可能性も再考され始めている。福島県浪江町では、太陽光を使う世界最大級の水素製造工場の建設が進んでいる。2020 年までにはここでの水素製造がスタートし、東京五輪・パラリンピックで世界各国の選手たちが暮らす選手村に水素による電気と熱が供給される予定となっている。福島再生可能エネルギー研究所では、「風力や太陽光など再生可能エネルギーによ

る電気でも水を分解して水素を取り出すことが近い将来非常に重要になる」とコメントしている。日野市における小落差平坦水路での発電の試みは、エネルギーの地産地消が現実味を帯びる中、水資源に富む我が国の水力発電が再び見直されるための一助になるものと期待される。日野市では今後、低出力ながら比較的天候に左右されず一定電力が見込める小水力発電を基幹とし、太陽光・風力を補助電源として組み合わせた蓄電システムの開発を目指す。

#### 4 日野の湧水について

日野市内の水環境として、河川のほか湧水も貴重な要素である。日野市内の湧水には ①台地にある崖線型の湧水 ②丘陵地にある谷戸型の湧水 の2つのタイプがある(図4)が、いずれにせよ湧水の水源は浅層地下水(自由地下水)である。それは日野の地下の基本構造が台地も丘陵地も変わらないためである。日野市の地下断面図(地質)を図5に示す。

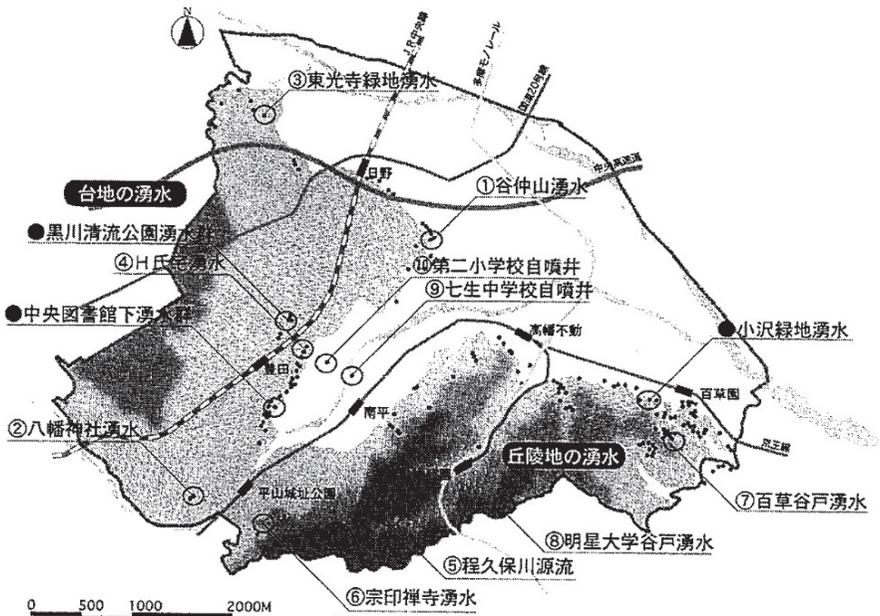


図4 日野市内湧水分布図



図5 日野市地下の基本構成

台地の湧水は崖線の足元から湧き出すもので、礫層中を流れてくる地下水である。崖線型湧水では湧水点固定されていて水量も多い。礫層はかつての川の氾濫原であり、水脈の出口が湧水という形をとったものである。礫層の上に堆積しているローム層は火山灰であり、雨水をよく保水する。日野市内平野部で標高の高い台地は日野台地と呼ばれており、この崖線から湧き出る水の起源は、台地に浸透した雨水と浅川の伏流水の両方であると言われている。

日野市南西部に位置する丘陵地（七生丘陵と多摩丘陵）の谷戸は、その源流部から湧出する水の流路となっている。流路両側の谷壁からも浸み出す湧水もあるので明確な湧水点は見られないものの、全体としての水量は多い。流路の河床から浸み出す湧水もあり、これらが合流して谷戸の小河川となっている。台地に比べて地層の履歴が古く、傾きが大きいいため、谷壁の湧水が谷の片側に偏ることも多い。

東京都は2003年に東京の名湧水57選を選定し、日野からは中央図書館下湧水群、黒川清流公園湧水群、小沢緑地湧水群の3か所が選ばれている。中央図書館下湧水群の連続する一帯は東豊田湧水群と呼ばれる多摩平面の崖線湧水である。住宅の敷地内に湧く湧水が多く、洗いや養魚池など生活に密着した使われ方がされてきた。流末は豊田用水につながり、湧水池にはカワゲラやコカゲロウが生息している。黒川清流公園は日野を代表する湧水として市民に親しまれている。崖線の緑地は生き物の生息地としても貴重な場所となっている。サワガニ、カワニナ、オニヤンマなどの水生生物のほかカワセミ、キセキレイ、カルガモなどの鳥類も飛来する。段丘崖の斜面は落葉広葉樹の雑木林となっており、林の高木層はコナラ、クヌギ、ケヤキ、シデ類など、亜高木・低木層はエゴノキ、シラカン、アズマネザサなどで構成されている。水辺に見られる湿生林のハンノキや沢筋を好む低木のアブラチャンは黒川清流公園を特徴づける樹木である。春にはアマナ、スマレ類、キンランなどが次々と花を咲かせ、夏にはウバユリやコオニユリ、秋にはツリフネソウやキセルアザミなど、四季折々の花が見られる。湧水群として500メートル以上連続した流水路となっており、子供たちの遊び場としてもよく利用されている。

## 謝辞

小水力発電を卒業論文研究のテーマとし、フィールドワークにも熱心に取り組まれた本学環境学科卒業生の佐藤新也、菅原裕太の両氏に心から謝意を表します。

## 参考・引用文献

- 法政大学エコ地域デザイン研究所 (2010) 「水の郷 日野」 鹿島出版会  
日野市環境共生部緑と清流課 (2017) 「日野用水 450 年—昨日と今日、そして明日へ—」  
日野市小水力発電を考える会 (2018) 「日野市小水力発電を考える会 活動報告」  
全国小水力利用推進協議会 (2017) 「小水力発電事例集 2017」 クリエイト日報  
地域分散電源等導入タスクフォース (2010) 「小水力発電を地域の力で」 公人の友社  
高村裕毅 (2009) 「東京湧水せせらぎ散歩」 丸善