

小水力発電を中心とした地域振興

慶應義塾大学経済学部

大沼あゆみ研究会 10 期生

学籍番号：21016819

中 美 稀

要旨

本論文では、日本における小水力発電が地域にもたらす影響について論じる。小水力発電とは再生可能エネルギーの一つであり、水力発電とは異なり巨大なダムを必要としない。日本の里地里山や中山間地域などの風土に特に適しているため、そのような場所における地域振興とも結びつく方法である。そこで小水力発電の、電力を供給する役割だけでなくその地域に及ぼす影響について日本にあるいくつかの例を取り上げた。その中でも山梨県都留市の家中川小水力市民発電所に実際に行ってわかったことをもとに、小水力発電による地域振興について検証した。

夢なき者に理想なし、理想なき者に計画なし、
計画なき者に実行なし、実行なき者に成功なし。
故に、夢なき者に成功なし。

- 吉田松陰

目次

序章

第一章 再生可能エネルギー

- 1-1 再生可能エネルギーの導入意義
- 1-2 再生可能エネルギーの定義
- 1-3 固定価格買取制度
- 1-4 主要再生可能エネルギーの概要
- 1-5 中小水力発電

第二章 小水力発電と地域コミュニティー

- 2-1 小水力発電がある地域
- 2-2 地域との関係性
- 2-3 家中川小水力市民発電

第三章 小水力発電と地域振興

- 3-1 問題意識
- 3-2 小水力発電が地域に与える効果の検証

終章

参考文献

あとがき

序章

本論文では、日本における小水力発電を中心とした地域振興について論じる。小水力発電とは再生可能エネルギーのうちの一つである。「小」がついているだけで水力発電とそう変わらないものだと想像する人が多いだろう。そもそも古くから日本の電力を支えてきた水力発電が昨今話題の再生可能エネルギーだということもあまり認識されていないようだが、水という自然の力を使って二酸化炭素を排出せずに電力を供給する水力発電はれっきとした再生可能エネルギーである。現在、我が国では東日本大震災を機に電力の在り方について誰しもが注目し、転換期だと言える。一口に再生可能エネルギーと言っても幅広い。メディアでは太陽光発電について取り上げられることが多いが、本論文では小水力発電を扱う。

さて、冒頭で述べた「小」の意味だが、ただ小型化しているわけではない。一般の水力発電と違ってダムのような大規模構造物に水を貯めるのではなく、河川や用水路に流れる水をそのまま利用して電気をつくるのが小水力発電の特徴である。そして降水量が多く急峻な川が多い日本の風土にあった方法であり、特に里地里山や中山間地域などに適している。電気需要の大きい都市部を支えるほどの力はないが、それらの適地でのエネルギーの地産地消に貢献し、地域振興にも役立つ。そこで本論文では、小水力発電と地域の関係性について注目する。

第一章ではまず再生可能エネルギーについて整理したうえで小水力発電とはどのようなものなのかを説明する。それをふまえ、第二章で小水力発電が適している地域、またその在り方についてみる。そこで日本にあるいくつかの小水力発電事業の例を取り上げ、特に、実際に訪れた山梨県都留市の家中川小水力市民発電について述べる。そして、それらの事実をもとに第三章では、小水力発電が地域にもたらす影響を検証していく。

第一章 再生可能エネルギー

1-1 再生可能エネルギーの導入意義

日本のエネルギーの供給は、化石燃料が 8 割以上を占めており、そのほとんどを海外に依存していてエネルギー自給率はわずか 4%である。これは主要先進国各国と比較しても著しく少ない割合である。一方、近年、新興国の経済発展などを背景としたエネルギー需要の増大や、化石燃料市場価格の乱高下など、エネルギー市場が不安定化している。さらに東日本大震災を機に原子力発電所が停止したことに伴い発電用の燃料は約 3 兆円あがった。

現在はわずか 4%の自給率だが、日本には太陽や風、水、森林をはじめとする自然のなかにある豊富な再生可能エネルギー資源がある。つまりエネルギー安全保障の面から導入が期待される。

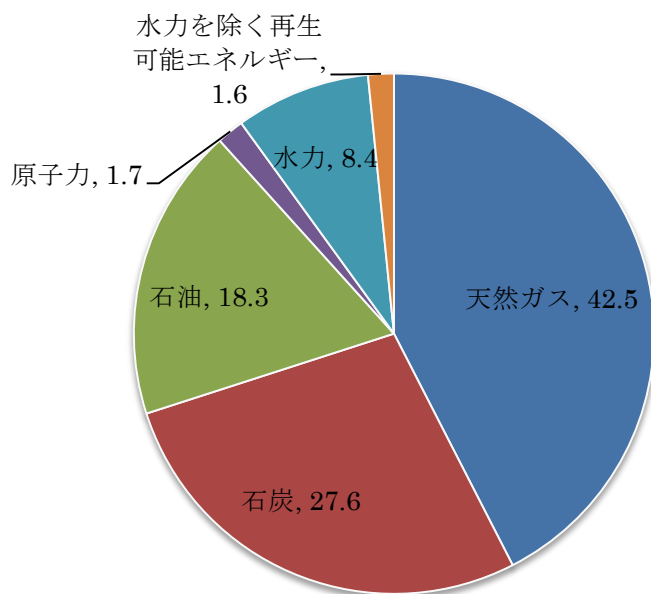


図1 我が国の年間発電電力量の構成(2012)

電気事業連合会 HP より作成

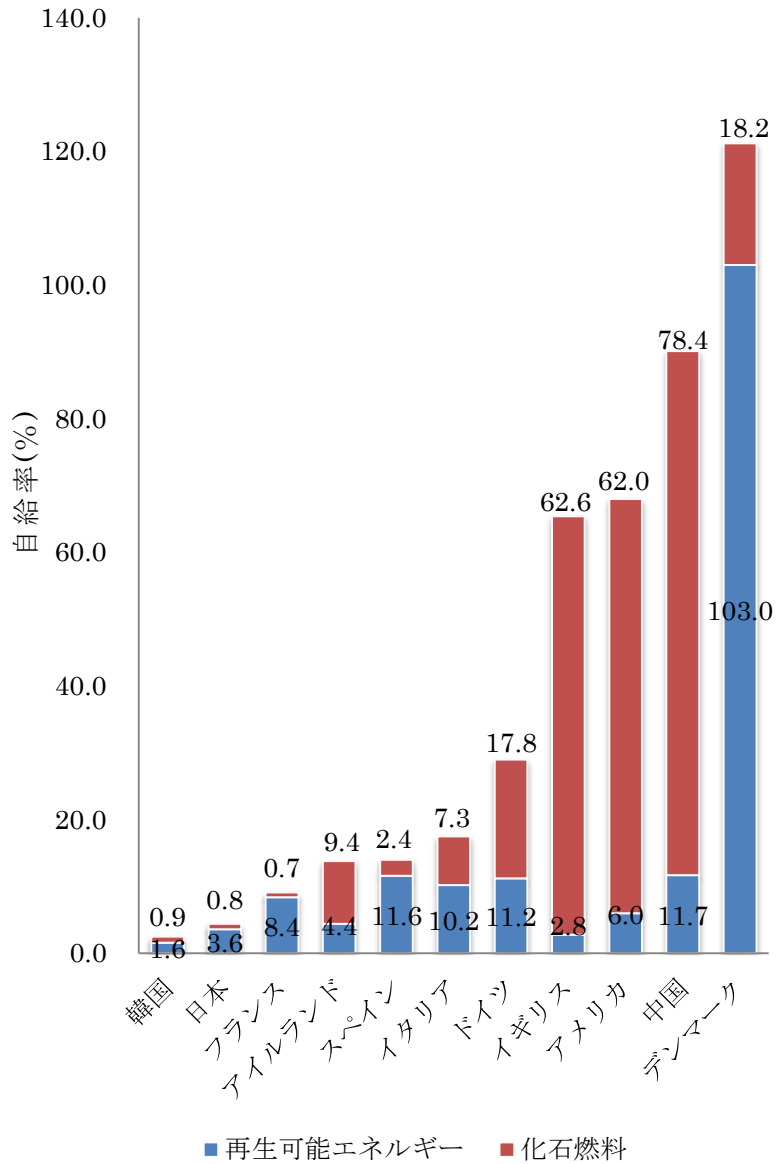


図 2 エネルギー自給率の国際比較(2010年)

NEDO 再生可能エネルギー技術白書より作成

そして再生可能エネルギーの導入意義としては、エネルギー安全保障面に加えて、温室効果ガス削減効果が挙げられる。1990年代以降に地球温暖化問題が浮上する中で、再生可能エネルギーへの注目度が世界的に増している。

石油や石炭、天然ガス（LNG）など化石燃料を燃焼して電気をつくる火力発電

は、いずれも化石燃料を燃やすときに大量の CO₂ を排出する。これに対して、太陽光発電、風力発電、水力発電、地熱発電などは、自然のエネルギーを使うため、発電時には CO₂ を排出しない。

燃料の燃焼時だけではなく、発電施設全般で考えると電力生産には発電時以外に燃料採掘・輸送，廃棄物処理および送配電などのいろいろな断面で，環境へ影響を与えている。そうした面を考慮したライフサイクル CO₂ 排出量で見ても、石油火力が 738 g-CO₂/kWh で石炭火力 943g-CO₂/kWh であるのに対し、再生可能エネルギーは図 3 のように排出量が圧倒的に低い。

つまり再生可能エネルギーへと転換していくことで温室効果ガス削減効果が期待できる。

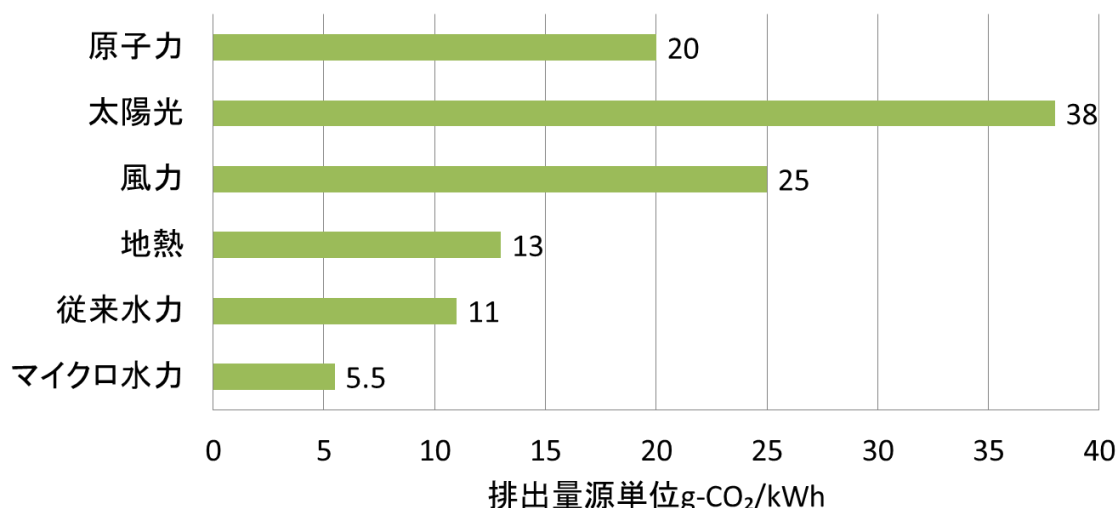


図 3 再生可能エネルギーのライフサイクル CO₂ 排出量

「ライフサイクル CO₂ 排出量による発電技術の評価（著者：本藤祐樹ほか，発行：電力中央研究所,2000 研究報告 Y99009），『改訂版』日本の発電技術のライフサイクル CO₂ 排出量評価 2009 年に得られたデータを用いた再推計」および「小水力発電システム概論（福島大学）」より作成

よって、再生可能エネルギーの導入意義としては、エネルギー自給率の低い日本が豊富な再生可能エネルギー資源を活用してエネルギーの確保をはかると、地球温暖化防止のために温室効果ガス削減につとめることがあげられる。

1-2 再生可能エネルギーの定義

前節では、日本のエネルギー事情などをふまえた再生可能エネルギーの導入意義について述べたので、本節ではその定義についてみていく。

再生可能エネルギーとは、資源が枯渇せず繰り返し使え発電時や熱利用時に地球温暖化の原因となる二酸化炭素をほとんど排出しない優れたエネルギーのことである。エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律で「エネルギー源として永続的に利用することができるものと認められるもの」として、太陽光、風力、水力、地熱、太陽熱、大気中の熱その他の自然界に存する熱、バイオマスが規定されている。

「新エネルギー」とは、「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法（新エネ法）」において、技術的に実用化段階に達しつつあるが、経済性の面での制約から普及が十分でないもので、石油代替エネルギーの導入を図るために特に必要なものと定義されている。そのためすでに実用化が進んでいる大規模な水力発電やまだ研究開発段階にある波力発電などは、図1のように再生可能エネルギーには含まれるが新エネルギーには含まれない。

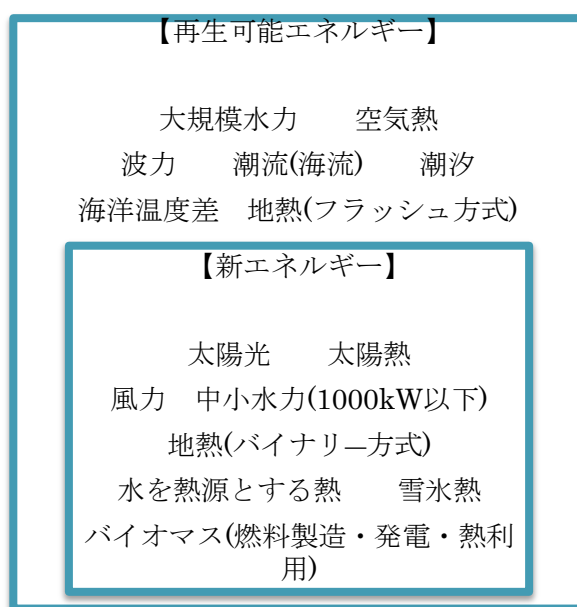


図4 再生可能エネルギーの概念図

資源エネルギー庁 HP より作成

1-3 固定価格買取制度

図 1 にもあるように我が国の再生可能エネルギーの割合はまだ小さいが、2011 年の東日本大震災は新エネルギーを見直す大きなきっかけとなった。同年 7 月に政府がまとめた『「革新的エネルギー・環境戦略」策定に向けた中間的な整理』では再生可能エネルギーの優先課題を短期(今後 3 年)、中期(2020 年まで)、長期(2030 年または 2050 年まで)の 3 段階にわけて示されている。そして短期において「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」を導入し、これを起爆剤とした再生可能エネルギーの普及を目指している。

世界的には「FIT」と呼ばれるこの制度は、電気事業者に太陽光発電、風力発電、水力発電、地熱発電、バイオマス発電などの再生可能エネルギーによって発電された電力を全量、一定の期間、一定の価格で買い取ることを義務付けるものである。実施しているドイツやスペインなどではこれによって導入量が急増し、日本では 2012 年 7 月にスタートした。

平成 25 年度の買取価格は表 1 のとおりである。買取価格・期間は調達価格等算定委員会の意見を聴いて年度ごとに見直しが行われる。(一度売電がスタートした人の買取価格・期間は当初の特定契約の内容で『固定』されるので契約途中で変更されるものではない)

太陽光	10kW 以上	10kW 未満	10kW 未満(ダブル発電)
調達価格	37.8 円	38 円	31 円
調達期間	20 年間	10 年間	10 年間
風力	20kW 以上		20kW 未満
調達価格	23.1 円		57.75 円
調達期間	20 年間		20 年間
小水力	1,000kW 以上	200kW 以上	200kW 未満
	30,000kW 未満	1,000kW 未満	
調達価格	25.2 円	30.45 円	35.7 円
調達期間	20 年間	20 年間	20 年間

地熱	15,000			15,000	
調達価格	27.3 円			42 円	
調達期間	15 年間			15 年間	
バイオマス	メタン発酵	未利用木材	一般木材等	廃棄物	リサイクル
	ガス化発電	燃焼発電	燃焼発電	燃焼発電	木材燃焼発電
調達価格	40.95 円	33.6 円	25.2 円	17.85 円	13.65 円
調達期間	20 年間	20 年間	20 年間	20 年間	20 年間

表 1 H25 再生可能エネルギーの固定買取価格

資源エネルギー庁 HP より作成

1-4 主要再生可能エネルギーの概説

ここでは、固定価格買取制度で紹介した 5 種類の主要再生可能エネルギーのうち、1-5 で詳しく説明する中小水力発電以外について概説する。

①太陽光発電

太陽光発電システムとは、太陽電池で電力を発生させ、その電力を直流から交流に変換することによって、家庭やビル、工場などで利用できるようにする仕組みである。エネルギー源が太陽光であるため、基本的には設置する地域に制限がなく、用地を占有しない屋根、壁、などの未利用スペースも使えるので新たに用地を用意する必要がないので導入しやすい。現在、日本の太陽電池市場は住宅用が中心で、2010 年の国内向け出荷量の約 8 割を住宅用がしめているがドイツや米国では同年、導入量の約 7 割を非住宅用(ビルや工場の屋上などへの設置や、メガソーラーに代表される発電事業用の設置)が占めている。資源ポテンシャルが大きく設置のリードタイムが短いことから今後さらに高い導入量が期待されている。気候条件によって発電出力が左右されることが課題となる。

②風力発電

風力発電は風の運動エネルギーを、風車を使って回転エネルギーに変え、発電機を回して電気エネルギーを得るシステムである。再生可能エネルギーの中でも比較的発電コストで好風況の場所に設置すれば LNG 火力発電並の発電コストなことから、中長期的に大規模な導入が期待されている。世界の風力発電累積導入量は年間 20～30% ずつ伸び続けている、欧州では風力発電が主要な電源としての役割を担っている。しかし好風況で大規模な敷地が必要、騒音の問題やバードストライクによって設置場所が限定されるという問題がある。

③バイオマス

バイオマスとは、エネルギーとして再利用できる動植物から生まれた有機性の資源である。バイオマス発電では、この生物資源を固形燃料として直接燃焼して発電する方式とガス化させてから発電する方式が用いられる。地球規模で見て CO₂ バランスを壊さない、持続性のあるエネルギーである。IEA によれば、2009 年時点で世界全体の一次エネルギー総供給の 10% がバイオマスにより賄われている。海外に比べて日本はまだ限定的な利用にとどまっているが、未利用のバイオマス資源が豊富に存在する。資源が広い地域に分散しているため、収集・運搬・管理にコストがかかる小規模分散型の設備になりがちという課題がある。

④地熱発電

地熱発電は地熱貯留層まで生産井と呼ばれる井戸を掘り、熱水や蒸気をくみ出して利用する発電方式である。地熱発電は天候に左右されることなく安定した電力供給が可能であり設備利用率は 70% 程度となっている。実用化されている地熱発電の方式には、地熱貯留層から約 200～350℃ の蒸気と熱水を取り出し、気水分離器で分離した後その蒸気でタービンを回し発電する「フラッシュ方式」と、80～150℃ の中高温熱水や蒸気を熱源として低沸点の媒体を加熱し蒸発させてタービンを回し発電する「バイナリー方式」がある。新エネルギーとして認められているのはバイナリー方式のみである。日本は国土面積が狭いにもかかわらず活火山数が多いことから、世界 3 位の地熱資源量があるとみられており、地熱発電のポテンシャルは高い。しかし地熱発電所の性格上、立地地区は公園や温泉など

の施設が点在する地域と重なるため、地元関係者との調整が必要なことが課題である。

これらと水力発電について電源別に比較したものが表 2 である。

	太陽光	風力	バイオマス	地熱	水力	
					中小水力	一般
出力特性	不安定		安定			
	※気象により変動	※気象により変動	※安定集積が必要	—	—	—
円/kW/h	33.4-38.3	9.9-17.3	17.4-32.2	9.2-11.6	19.1-22.0	10.6
立地特性	大規模化には大面積の設置場所確保が必要	適地が北海道、東北に集中。環境影響への配慮が必要	大規模化には広域収集が必要	適地が国立公園や温泉地に近接するため配慮が必要	水利権の行政手続き有	新規建設内は限定的
設備利用率	12%	20%	80%	70%	60%	45%
	南向き	設置場所により大きく変動	品質の安定及び安定集積が必要	—	—	—

表 2 再生可能エネルギー電源比較

NEDO 再生可能エネルギー技術開発白書より作成

1-5 中小水力発電

水力発電とは水車につなげた発電機を回転させる発電方法である。一般的な水力発電は、ダムに貯めた水を流すことによる流速と水圧で水車を回すが、小水力発電では河川や用水路を流れる水をそのまま利用して電気をつくる。そのため、ダムのような大規模構造物を必要とせず比較的小さな事業者でも運営しやすいのが特徴である。

現在の日本での再生可能エネルギーのほとんどは一般水力発電が占めている。一定量の電力を安定的に供給できるベース電源(流れ込み式)や、電力需要が急増したときのピーク電源(調整池式、貯水池式)として用いられ、化石燃料が普及する前から日本の電力を支えてきた。しかし、大規模な一般水力発電は、発電時にCO₂を排出しないとはいえダムなどが周囲の環境に与える影響や、適地はすでに開発されていることを考慮すると、今後の新規開発は限定的だと考えられる。そのため、日本に多く存在する河川や用水路を用いる小水力発電への期待が高まっている。

小水力発電の明確な定義はないが、出力 10,000kW～30,000kW 以下を「中小水力発電」と呼ぶことが多く、また「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法（新エネ法）」の対象のように出力 1,000kW 以下の比較的小規模な発電設備を総称して「小水力発電」と呼ぶこともある。降水量が多く落差が得られる急峻な流れの多い日本は、平坦な欧州よりも小水力発電に向いているといわれている。しかも、発電量が少ないが小水力発電は、農山村地域、とくに水源域に近い山間農業地域の集落に向いているので、エネルギーを地産地消するには適している。

環境省が「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」で行った設備容量 3 万 kW 未満の中小水力発電を対象としたポテンシャル等試算結果によると、国内賦存量¹は河川部で 1,655 万 kW、農業用水路で 32 万 kW、導入ポテンシャル²は河川部で、1398 万 kW、農業用水路で 30 万 kW と試算されている。少ないように思えるかもしれないが、流量や降水量などの長年にわたるさまざまなデータから予測が立てやすいため、実際に稼働させるまで予測が難しい太陽光や風力と違って、確実に開発可能な数値に近い値である。

小水力発電は、太陽発電や風力発電に比べて、安定的な電力供給を見込めるのがメリットである。灌漑期と非灌漑期であったり季節や天候によって流量が変化したりすることはあるが、年間を通じて設備利用率は 60%程度と安定している。また、流水のエネルギー密度は太陽光や風力に比較して圧倒的に高く、同じ自然

¹賦存量とは設置可能面積、平均風速、河川流量等から理論的に算出することができるエネルギー資源量から現在の技術水準では利用することが困難なものを除き、種々の制約要因(土地の傾斜、法規制、土地利用、居住地からの距離等)を考慮しないもの。

²導入ポテンシャルとはエネルギーの採取・利用に関する種々の制約要因による設置の可否を考慮したエネルギー資源量。賦存量の内数。

の運動エネルギーを電気に変える風力発電とくらべた場合、1秒間に1~1.5m流れるゆるやかな農業用水路の水力エネルギーは、風力に換算すると毎秒10~15m近い暴風の風速と同じである。そのため、小さな設備でも他のエネルギーと同じ効果が得られるので大規模な土地がいらぬ。また、太陽光発電は日照量や日照時間、風力発電は風速や風向によって出力が大きく変動するのに対し、小水力発電は出力変動が少ないので系統の安定や電力品質への悪影響を小さくできる。

経済性は地点ごとに異なり、表2からわかるように太陽光発電に比べれば割安と言えるが他の再生エネルギーと同程度である。ただし世界に比べて日本の小水力発電コストは割高である。REN21³によれば世界の小水力発電の発電コストはkW当たり0.05~0.12ドル(4~9.6円)としている。日本の場合、国内市場が十分に成熟していないこともあり初期コストが高いのが原因である。設備の耐用年数が長いというメリットはあるが、初期コストの高さから投資に対する回収期間も長いという課題がある。

他に、小水力発電の長所として環境配慮型であることがあげられる。河川や用水路などの流れをそのまま利用する「流れ込み式中小水力発電所」は、自然の形状をそのまま利用するので大規模ダムなどの施設が不要で周囲の環境への悪影響が抑えられる。自然の形状をそのまま利用するという事は、一般河川、農業用水、砂防ダム、上下水道など、現在無駄に捨てられているエネルギーを有効利用して、燃料を必要としない。しかも比較的設備が小さく、既存の水路設備などを利用することによって開発段階から環境への負荷が小さいため、図3のようにライフサイクルCO₂が他の再生可能エネルギーと比べても少ない。

しかし、小水力発電を普及させるうえ法的手続きの煩雑さが大きなハードルとなっている。エネルギー源となる河川水の利用は無料だが太陽光や風力と異なり、国民の資産と位置付けられている河川水を勝手に事業に使うことはできない。利用には規模に関わらず河川法に基づく許可(水利権)が必要になる。農業用水や工業用水等、既に許可を得ている水を利用して水力発電を行う場合であっても、利用目的が異なるため、新たな許可が必要となる。また、小規模の水力発電であっても、原則として大規模なダムによる水力発電と同様の手続きを経なければなら

³21世紀のための自然エネルギー政策ネットワーク

ない。こうした障害をうけて関係各省庁は現在、発電所設置の際の手続きの簡素化などを見直し、規制緩和を進めている。

ここで、改めて本論文が小水力発電に着目した理由についてまとめる。小水力発電は使う水量が少なく、ダムをつくって水を貯めるのではなく循環させるため、河川水質や水生生物等の周辺生態系に及ぼす影響が小さく、自然にやさしい環境調和型エネルギーである。ライフサイクル CO₂を見ても他のエネルギーより少なく、再生可能エネルギーの中でも特に環境にやさしいといえる。

また、降水量が多く急峻な河川が多い日本の風土にあった発電であり、そのような環境の多い中山間地域など都市とは離れた地域に安定した電力を供給することができるだろう。稼働時間が長くエネルギー密度が高いことで、太陽光や風力などに比べて、小さな設置面積で安定した発電を行えるのも特徴の一つである。

安定性でいえばバイオマス発電も高いが、比較的新しい技術で品質の安定性など発展途上な面もあることを考慮して、日本の風土にあった発電方法といえば、地熱発電も世界 3 位という地熱資源量をもつが国立自然公園や温泉などの環境や生態系に与える影響が課題となっていることを考慮して、小水力発電に注目した。

第二章 小水力発電と地域コミュニティー

2-1 小水力発電がある地域

千葉大学公共センターと NPO 法人環境エネルギー政策研究所が行なっている「エネルギー永続地帯」の推計によれば、2012 年の再生可能エネルギーによる発電量に占める出力規模 1 万 kW 以下の水力の比率は 48.5%と大きい。ただし、これは最近になって小水力発電の開発が積極的に行われてきた結果ではなく、伸び率は、太陽光や風力と比べて劣っている。つまり、過去に開発された小規模の水力発電が今日においても稼働していることを示している。

各市町村の民生および農水部門における電力需要を当該地域の再生可能エネルギー電力供給でどの程度賄われているかを示す「自然エネルギー電力自給率」についての推計では、2008年時点で30以上の市町村では小水力発電だけで「電力自給率」が100%を超えており、50%を超えている市町村は67にのぼっていた。これらの市町村のほとんどは、小水力発電の適地である中山間地域に位置した小さなコミュニティである。第一章で日本のエネルギー自給率の低さについて触れたが、小水力発電は適地となる地域コミュニティの暮らしを支えるだけの力があるということである。未開発の小水力発電が開発されれば、このような潜在的に「エネルギー(電力)自給率」が高いコミュニティは大幅に増えるであろう。

過去に開発されたとあるが、そもそも小水力発電は新しいものではなく明治後期から大正にかけて、日本各地の中山間地域を中心に普及していた。明治40(1907)年には116社、大正14(1925)年には738社もの電力会社が設立されたが、やがて大電力会社に統合され高度経済成長期からは火力発電所などが席卷し、小水力発電所の多くは閉鎖されてしまった。そのときから今でも現役として残っている地域もあれば、時代の流れに追いやられて閉鎖されたものの小水力発電に適した地域が日本にはまだあるということである。

2-2 地域との関係性

2-1では過去に開発された小水力発電がいまでもその地域コミュニティの暮らしを支えるだけの力があることを確認したが、そのような可能性を持つ小水力発電を近年になって開発したいくつかの事例をその地域との関係性とともに見る。

嵐山保勝会水力発電所

発電出力 5.5kW 2005年～

京都を代表する観光地である、嵐山の渡月橋の夜を飾っている照明の電力は、実は桂川を流れる水の力で生み出されている。

渡月橋は、平安時代に架けられたとされているが、現在の橋は、照明設備を義務づける法令施行前の1934年に架設され、1994～2000年の改修時も景観の重視により、照明の設置が見送られていた。そこで嵐山保勝会が、交通事故や防犯面

を心配する地元の要請を受け、照明設備の設置申請を行っていたのが小水力発電という自然のエネルギーを利用することを条件に設置の許可が下りて実現された。

背景には、地元・嵐山保勝会の京都議定書・地域振興への熱い思いと期待が高まり、それに京都市・メーカー・企業・全国小水力利用推進協議会などが強力に支援したことなど多くの協力があった。

蓼科発電所

発電出力 260kW 2011年～

三峰川電力株式会社によって再建設された発電所である。前身の発電所は、標高が高く電化が進まない時勢に電力不足をまかなうために建設されてから以後約50年にわたって温泉街に電力を送り続けていた。しかし、老朽化と維持管理費の負担などを理由に、2007年に休止した。発電所を所有していた「蓼科開発農業協同組合」は、なんとか小水力発電を復活させようと譲渡先を探し、地元企業のつながりから丸紅グループの三峰川電力株式会社と交渉が進み、再生に至った。発電所が所在する茅野市で消費される地産地消型の発電所となっている

廃止された発電所を再生する場合、新設だと建設費の70%を占める土木設備が既設のもので活用できるため経済性を得られることが多い。

那須野ヶ原発電所

発電出力 340kW 1992年～

那須野ヶ原土地改良区連合(水土里ネット那須野ヶ原)は、那珂川上流で取水した那須野ヶ原地域の約4,500haの農地に供給する灌漑施設を管理している。1967年からはじまった農林省の総合農地開発事業が終了する1994年をむかえると農家が地元負担金を納めなければならないうえ、それまで国が管理していたのが自主管理となってしまったため、少しでも負担を減らせるよう電気代を下げするために那須野ヶ原発電所を1992年に建設した。発電した電力は農業用施設で使用し、光熱費を節約するとともに、余剰電力を電力会社に販売して水路維持費の一部として充てている。

現在は管内の発電所は7基で総合計出力が1,000kWある。メンテナンスは、外注すると楽でも高くつくのでごみの処理は近隣の集落にお願いしたり、メンテ

ナンスもある程度は農家と職員で行ったりすることで節約するとともに、地域の出番をつくり地域活性化につなげている。

小早月川発電所

発電出力 990kW 2011～

小早月発電所は、初期投資費用およそ 10.5 億円のうち、約 5 割を市民出資でまかなう小水力発電である。つなぎ資金として別途 2 億をファンドでまかなうほか、環境省からは、事業費の 50% 補助を受けている。ファンドは、太陽光発電の市民出資事業で実績のあるおひさまエネルギーファンド株式会社の協力を得て運用されている。2010 年からファンドを募集し始め、東日本大震災の影響による、自然エネルギーへの関心の高まりにも後押しされ、2011 年 11 月までにほぼ予定をクリアした。売電を目的とした事業を、市民出資による調達でまかなったことでも注目を集めた。

ファンドへの出資金は、自然エネルギーの普及につながります。

出資者からのおひさまファンドへの出資金を元に、太陽光発電を中心とした自然エネルギー設備の導入事業及び自然エネルギー事業を行う営業者への匿名組合出資を行い、事業の収益及び出資の分配金から、出資者に元本の返還と利益を還元する仕組み。

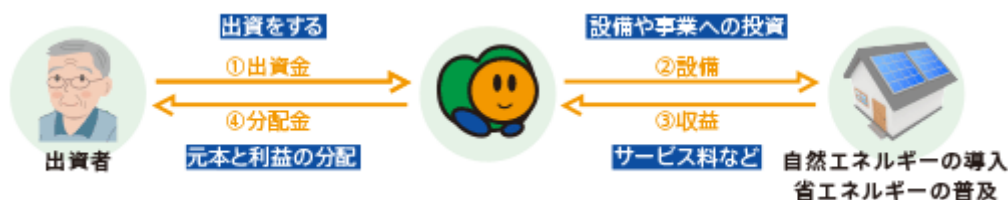


図 5 おひさまファンド

出典：おひさまエネルギーファンド HP

近年の公共工事の急激な減少でそれまで地域経済を支えてきた土建業が立ち行かなくなろうとしていたとき、富山県内の地元経済人が集まり小水力発電を目的として設立した事業会社「株式会社アルプス発電」が、「先人が残してくれた豊富な水資源を利用して小水力発電所をつくれないうか」という思いが結集させたものである。

2-3 家中川小水力市民発電

この節では、山梨県都留市にある家中川小水力市民発電、通称「元気くん 1~3号」について詳しくみていく。

都留市の概要

都留市は山梨県の東部に位置し、日本”新・花の百名山”に選ばれた三ツ峠山、二十六夜山など、それぞれ個性ある山々に囲まれた、豊かな緑と清らかな水の溢れる自然環境に恵まれた城下町の面影を残す小都市である。

人口は 31,980 人(平成 26 年 1 月 1 日時点)、面積は 161,58km²で、桂川(相模川)が市域の中央を西から東に貫流し、主要な平坦地はこの河川に沿って帯状に形成されている。

産業は絹織物を中心に発展していたが、昭和 30 年から工場誘致を進めてからは、金属、一般機械、電気機械工業などが中心産業として発展し市勢の進展に寄与した。

家中川の歴史と水力発電

「元気くん」の建設されている「家中川」は寛永 16 年(1639 年)に開削され、農業や生活、防火や織物産業など、さまざまな分野において欠かせない存在であった。家中川は水量が豊かで、富士のすそ野が尾をひく傾斜地のため流れが急で、水車による動力源の確保に最適であった。そのため、穀物の精米・製粉などに水車の動力が利用された。また、江戸時代にはこの地域の基幹産業であった絹織物生産の動力源としても水車が用いられ、大正末年ごろまでは家中川の流れを利用して多くの水車が設置された。

実は「元気くん」が建設されるよりも昔、明治 38 年に三の丸(現高尾公園北)において家中川の落差を利用した、出力 70kW の谷村発電所(三の丸発電所)が建設されていた。谷村町および十日市場に灯数 1,200 個の電気を供給し、県内で 2

番目に電灯の明かりの灯るまちとなった。しかし昭和 28 年 4 月に廃止となり同 29 年 4 月に取り壊された。

元気くんの取り組み経緯

平成 13 年、県内でもいち早く水力発電を導入して地域を発展させたことを誇りと思っていた市民や東電 OB、教員 OB、青年会議所などのメンバーが集まり、家中川に対する関心を高め、水を活用した地域づくりを進めるため、都留水エネルギー研究会が結成された。そして同 6 月 2 日にミュージアム都留前の家中川にて、英国製アクエア UW(DC12V、定格最大出力 100W)を、都留市の市民委員会制度を活用し、市の補助を得て設置した。この電力によるイルミネーションの点灯などの実験が行われ、マイクロ水力発電推進の契機となった。

平成 15 年には、信州大学工学部寛容昨日工学研究室の池田敏彦教授が就寝となり谷村工業高校の生徒を交え、市役所前を流れる家中川でマイクロ水力発電機の実験が行われた。谷村工業高校はその電力を使った人工ルビー生成の実験など小水力発電を活用した産業につながる実験に取り組んだほか、今回の実験で見えてきた河川のゴミの課題に取り組み、実験フィールドとなった家中川周辺の家庭を回り、河川環境の美化活動も実施した。

このように市として元気くん建設に取り組む前から、家中川に小水力発電を導入する機運が高まっていた。

そして平成 16 年度、都留市は市制 50 周年を迎えこれを記念して、水のまち都留市のシンボルとして、また市において利用可能なエネルギーの中で最も期待される小水力発電の普及・啓発を図ることを目的に、家中川を利用し市役所を供給先とする「元気くん 1 号」を市民参加型で実施することになった。さらに平成 22 年度には「元気くん 2 号」が、平成 23 年度には「元気くん 3 号」が稼働を開始している。なお、ここで作られた電気は都留市役所、都留市エコハウス、植物栽培展示施設「城南創庫」に供給し、電力の一部を賄っている。

元気くん 1～3 号

家中川は、市内を流れる生活河川であるとともに農業用水としても利用されているため元気くん設置にあたり浮上した課題としては

- ① 農業用水として活用しており季節によって取水量が異なるため、流水量の変動が激しい。
- ② いくつかの街を経て流れてくる桂川から取水しているため、ゴミ類が多く流れ込み市街地を通るうえでさらにゴミが多くなる。

という 2 点があげられた。これらの問題に対応するために都留市は

- ① 可変速ギアを搭載した水車発電システムによって水量の変化に対応して効率よく発電し、水車の負担も軽減させた。
- ② 河川美化を呼びかけるのとは別に新型除塵機によってゴミを取り除いた。

これらの新技術の導入は NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の水力発電施設に係わる新技術の導入事業(自治体として全国初)として実地した。

以下、各水車についての紹介である。

元気くん 1 号

稼働開始日 平成 18 年 4 月 6 日

水車の形式 開放型下掛け水車

水車の直径 6m

有効落差 最大 2.0m

最大出力 20kW

総建設費 43,374,450 円

年間発電量(平成 24 年) 61,011kWh



図 6 元気くん 1 号

筆者撮影

元気くん2号

稼働開始日 平成22年5月24日

水車の形式 開放型上掛け水車

水車の直径 3m

有効落差 最大3.5m

最大出力 19kW

総建設費 62,318,550円

年間発電量(平成24年) 66,831kWh



図7 元気くん2号

筆者撮影

元気くん3号

稼働開始日 平成24年3月2日

水車の形式 開放型らせん水車

スクリーンの直径 1.6m

有効落差 最大1.0m

最大出力 7.3kW

総建設費 35,722,050円

年間発電量(平成24年) 21,920kWh



図 8 元気くん 3 号
筆者撮影

都留市エコハウスと植物栽培施設「城南創庫」

都留市の特性を活かしたエコライフの普及啓発につなげるためのモデルハウスである。「元気くん」や太陽光発電の電力利用、薪ストーブや太陽熱による暖房、地域の森林資源の活用、雨水の高度利用・地下水保全による水の循環サイクルなどの環境保全を意識した仕組みが取り入れられている。

エコハウスの隣には、次代の農業を担うと期待されている「植物工場」のモデル施設を展示した城南創庫という施設がある。植物工場とは太陽の光のかわりに蛍光灯を使い、土を使わず肥料の入った水を野菜に与えて栽培するもので、その蛍光灯の電力に元気くんが使われている。



図 9 エコハウスと城南創庫
筆者撮影

発電量

元気くんが発電した電気は、市役所の高圧受電設備に連携し、市役所や都留市エコハウス、植物栽培施設の電力として活用し、夜間や土・日などの市役所が計負担のときには東京電力株式会社に売電している。なお、元気くん1号が稼働し始めた平成18年から平成25年3月31日までは、RPS法⁴に基づき電力会社と契約を結んでいたが、平成25年4月1日からは再生可能エネルギー特別措置法に基づき電力会社と契約を結んでいる。RPS法による売電価格は7.7円＋消費税、固定価格買取制度による売電価格は26.27円＋消費税である。

家中川の水は農業用水としても活用されているため、農業で多くの水を使う夏季は多く水の必要がなくなる冬季は少ないので夏と冬とでは発電量が大きく変動する。また、河川工事や天災などによって稼働を停止することもあるので、いつでも最大の電力を発電できるわけではない。

表3で平成18年度から平成24年度にかけての総発電量と電力自給率をまとめた。電力自給率の単位は「%」それ以外の項目の単位は「kWh」である。

	1号	2号	3号	総発電量	売電量	電力使用量 ⁵	電力自給率 ⁶
H.18	45,387			45,387		368,850	11.0
H.19	60,877			60,877		363,750	14.3
H.20	63,445	建設開始		63,445		357,198	15.1
H.21	45,109	建設中		45,109		403,020	10.1
H.22	48,603	55,832		104,435		321,648	23.0
H.23	54,583	54,536	2,160	111,279	12,714	319,875	30.8
H.24	61,011	66,831	21,920	149,762	23,250	325,718	43.2

表3 H18～H24 総発電量と電力自給率

都留市ホームページより作成

⁴ 2002年6月に公布された「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」のこと。電気事業者に対して、一定量以上の新エネルギー等を利用して得られる電気の利用を義務付けることにより、新エネルギー等の利用を推進していくものである。

⁵ 都留市市役所、エコハウス、城南創庫で使われた総使用電力量

⁶ (総発電量－売電量) / 総使用電力 × 100 (%) で算定

費用

元気くんの建設費および財源の内訳は表 4～9 となっている。

科目	金額	備考
工事費	16,429,923	据付工事・電気工事・土木工事・付帯工事経費・ アスファルト舗装修復・駐輪所撤去・案内板設置 等
機械設備費	25,474,527	水車・発電機・発電機盤 等
設計管理費	1,470,000	
合計	43,374,450	

表 4 元気くん 1 号の建設費内訳

都留市 HP より作成

項目	金額	備考
NEDO 補助金	15,166,000	
市民公募債	17,000,000	つるのおんがえし債
都留市一般財源	11,208,450	
合計	43,474,450	

表 5 元気くん 1 号の財源内訳

都留 HP より作成

科目	金額	備考
工事費	26,231,100	据付工事・電気工事・土木工事・ 付帯工事経費・住民影響度調査 等
機械設備費	31,227,000	水車・発電機・遠隔監視装置・発電機盤 等
設計管理費	4,860,450	
合計	62,318,550	

表 6 元気くん 2 号の建設費内訳

都留市 HP より作成

項目	金額	備考
NEDO 補助金	1,995,000	H.21 より補助事業が NEPC に移行された
NEPC 補助金	26,543,475	(NEPC とは一般社団法人新エネルギー導入促進協議会のこと)
GIAC 補助金	3,800,000	GIAC とは広域関東圏産業活性化センターのこと
市民公募債	23,600,000	つるのおんがえし債
都留市一般財源	6,380,075	
合計	63,318,550	

表 7 元気くん 2 号の財源内訳

都留市 HP より作成

科目	金額	備考
工事費	14,323,530	据付工事・電気工事・土木工事・ 付帯工事経費 等
機械設備費	14,944,850	水車・発電機・遠隔監視装置・発電機盤 等
設計管理費	3,164,220	
LED 灯付替工事	3,289,450	元気くん 3 号建設と LED 灯付替事業のセットで事業補助 を受けたため
合計	35,722,050	

表 8 元気くん 3 号の建設費内訳

都留市 HP より作成

項目	金額	備考
山梨県補助金	35,722,000	山梨県地域クリーンエネルギー促進事業費補助金
都留市一般財源	50	
合計	35,722,050	

表 9 元気くん 3 号の財源内訳

都留市 HP より作成

年間コストは、メンテナンス経費として発電機 1 基につき年間約 15 万円程度となっている。また、3 基の発信機とも「遠隔情報管理システム」を活用している。これは WEB 上で①現在の発電量②現在の危機の状態が確認できるほか、異常を感知した場合あらかじめ登録したメールアドレスに自動で異常感知メールを送信するシステムである。このサーバ使用料と通信料の費用は 1 基につき年間 6 万円程度となっている。このほか、必要に応じて元気くん 1 号の木製の羽となるマツ材(1 枚 2000 円程度)の交換などがある。

つるのおんがえし債

財源内訳でも示した通りさまざまな機関からの補助金のほかに、山梨県内では県内初(元気くん 1 号導入時)となる住民参加型市場公募債⁷を活用した。この公募債は「水力発電のようにクリーンな発電は『都留市』から、私たちが育ててきた地球への『恩返し』である」という意味から『つるのおんがえし債』と名付けられた。この公募債の導入により多くの市民からの協力を得て小水力発電機を導入することができたため、『家中川小水力“市民”発電所』と名付けられた。

市民公募債を購入できるのは都留市に住民票のある二十歳以上の人とし、元気くん 1 号のときには 1700 万円を募集したところ、4 倍以上の 6800 万円以上の応募があった⁸。利率はその年の国債に 0.1%上乗せすることとし、実績としては 0.9%、でまわっていた。2 号のときは利率が 0.6%で 2360 万円の募集に対して、3190 万円の応募があった。

グリーン電力証書

平成 20 年 8 月、都留市では全国の自治体で初めてグリーン電力証書発行者としてのスキーム(計画書と仕組み)が認められた。これにより現在、2 種類の証書を発行している。

・小水力発電によるグリーン電力証書…「元気くん 1 号」「元気くん 2 号」⁹の発電した電力のうち、自家消費¹⁰した分の電力の環境価値を販売

⁷地方自治体が一般市民向けに発行する地方債のことで、自治体の資金調達手段の多様化、住民の行政への参加意識の向上などの効果が期待されている。

⁸ 申し込み多数の場合は公開抽選

⁹ 「元気くん 3 号」は建設費のほとんどを補助金で賄い設備認定を受けられなかったため 2 基のみ。

・太陽光発電によるグリーン電力証書…都留市ソーラーまちづくり事業に参加している家庭の太陽光発電機が発電した電力のうち自家消費した分の電力の環境価値を販売

グリーン電力証書とは、「二酸化炭素をほとんど排出せずに発電した電力」をつかっている価値を売買する媒体である。一般的な発電事業は石油などの化石燃料を燃焼して発電を行っているので二酸化炭素を排出するのに比べて、元気くんのように自然エネルギーを活用した発電事業は二酸化炭素をほとんど排出せずに発電している。この差が環境価値となり、証書として取引されている。

取引の仕組みとしてはまず、自然エネルギーを一定期間発電した電力を「グリーンエネルギー認証センター」に認証してもらい、電力そのものはそのままこの場合は市役所などで消費する。そして、環境価値を購入したいという企業などに認証された環境価値を「グリーン電力証書」として販売し都留市はその代金を受け取れる。購入した企業は、一般の電気事業者から供給された電力に購入した環境価値を付加することで「地球環境に優しい自然エネルギー発電所で発電した電力を使っている」と見なすことができる。都留市では 1kWh あたり 12 円で平成 21 年度から表 10 のように販売している。

購入者	販売年度	販売電力量
有限会社 岸川製作所	H21	1,000kWh
株式会社 小松電工	H21	1,000kWh
株式会社 秀建コンサルタント	H21	2,000kWh
ネオス株式会社	H22	3,306kWh
株式会社 ぐるなび	H22	35,694kWh
小水力発電サミット	H22	1,000kWh
パルシステム山梨	H23	10,000kWh
株式会社 アマノ新聞店	H23	3,000kWh
株式会社 ぐるなび	H24	33,000kWh
パルシステム山梨	H24	10,000kWh
下水道公社 桂川清流センター	H24	1,000kWh

¹⁰自家発電した電力のうち自家消費分以外の電力は環境価値も含めて電力会社に売っているため。

表 10 グリーン電力証書購入者一覧

家中川小水力市民発電所パンフレッドより作成

評価

元気くんへの取り組みは全国から見ても先進的で、視察のために多くの人が都留市に訪れた。その人数は、市役所の方が案内しただけでも 10,064 人(平成 17 年度～平成 25 年 3 月末)に上る。また、日本だけでなく海外(韓国、中国、フィリピン、ベトナム、タイ、ガーナ等)から訪れる視察者もいる。

また、これまでに表 11 のような受賞歴がある。

H18	新エネルギー財団より「新エネルギー財団会長賞」受賞
H19	総務省より「地域づくり総務大臣表彰」受賞
H19	環境省主催による「ストップ温暖化『一村一品』大作戦」で金賞受賞
H20	NEDO による「新エネ 100 選」に選定

表 11 元気くんの受賞歴

家中川小水力市民発電所パンフレッドより作成

「ストップ温暖化『一村一品』大作戦」とは、日本全国 47 都道府県の各地域(一村)の創意工夫を活かした地球温暖化防止のための取り組み(一品)を掘り起こし、この一村一品の取り組みを全国に広く発信していくことを通じて、地域の温暖化対策やその活動を盛り上げていくプロジェクトである。平成 19 年度から 21 年度まで実施され、平成 19 年度は総応募数 1,074 団体の中から代表となった 47 団体において金賞を受賞した。「山梨には山が多く、豊富な水がたくさんあるという地域の特性をうまく生かして地球温暖化防止に役立っている。また、市民の理解と協力の元に、非常に広がりを感じさせてくれる取り組みであり、これからの小水力発電の普及に大きく貢献できるもの」という高い評価を受けた。

第3章 小水力発電と地域振興

3-1 問題意識

小水力発電は、太陽光発電や風力発電と比較すると開発ポテンシャルは大きいとは言えないが、安定性など他の再生可能エネルギー発電と比較しても優れた性質を持ち、促進する意義は小さくない。

ただし、経済性に関しては、条件によっては小水力発電でも高く見込める場所もあるが、現時点では電力量に対する初期コストの大きさから短期的には他のエネルギーに軍配が上がる。耐用年数の長さなどから考えて、この先、長い間、小水力発電を用いて自然と地域と共生していくようなビジョンを前提とした地域に根差したスタイルが合っている。よって、電力料金から得られる短期的な収益以外の、小水力が地域にあたえる影響しだいで長く続いていくものだと考えられる。

そこで前章の事例をもとにどのような効果があり、そのことからわかる自然と地域が共生できるような地域振興のかたちについて検証していく。

3-2 小水力発電が地域に与える効果の検証

都留市の事例を中心に、小水力発電が地域に与える影響について検証していく。都留市の事例において、まず資金面で特徴的なのが「つるのおんがえし債」である。補助金とは異なり、この住民参加型市場公募債は市民の積極的な協力のあらわれである。一般財源ももとは市民の税金ではあるが、この公募債の場合は「元気くん建設を目的とした」出資を通じて地域住民の賛同と参加を得ることができる。1号のために公募を行ったときには住民参加型市場公募債自体の事例が全国的にまだ少なかったが、行政が元気くん建設に取り組む前から小水力発電のために市民団体が活動していたことからわかるように、すでに市民からの関心があったので協力の見込みがあったから実現できたと思われる。さらに、地域密着を重視するため購入対象者は都留市民に限定したがより多くの人に関心を持ってもらい参加しやすくするために購入限度額は10万円から50万円までと小口にしている。また、市民にとって「寄付」ではなく「投資」という資産の活用というメリ

ットももたせるために、利率は販売直前の 5 年利付国債の利率に 0.1% 上乗せして金融商品としての魅力もある。おかげで 1 号 2 号ともに建設費の約 40% を「つるのおんがえし債」で賄うことができた。

気になった点は 1 号と 2 号を比較したとき、発行総額は 2 号の方が 6,600,000 円多いが応募人数は 1 号の方が 97 人多いことである。1 号と 2 号のときに市民の参加意欲に温度差が出たのかと思ひ市役所の方に伺ったところ、国債の利率が 0.3% 低下していることもあるが、1 号と 2 号の起債のあいだで金融商品取引法が改正したことで発行手続きが難化したことが主な原因のようだ。ここでも法規制がネックとなっているが募集した金額は上回り建設費の半分近くを支えている。そのため、自治体が主体となって地域の協力を得るためには「つるのおんがえし債」のような住民参加型市場公募債は有効な手段だと言える。

他にも地域密着のための資金面の特徴として、グリーン電力証書による企業や団体との連携がある。小水力発電は二酸化炭素の排出量が少ない「地球にやさしいエネルギー」という環境価値をグリーン電力証書として市が発行し、地場企業がそれを購入して企業広報や商品宣伝に役立てている。こうして直接的に小水力発電とは関係のない企業でもこのように恩恵を受けることができている。

3-1 で電力料金などから得られる短期的な利益以外の効果に注目すると述べたが、ここで経済性についても触れておく。元気くんは市役所やエコハウスの電力の 43% を担っているため、電力会社からの電力を使うよりも年間の費用で見れば電気代の節約ができているという実績がある。表 2 の総発電量から売電量をひいたものが、市役所などが小水力発電による電力を使用した量なので、例えば平成 24 年であれば 126,512kwh である。そこに、電力会社から購入した電力量と請求料金から市が算出した 1kwh あたりの金額をかけると、約 4,300,000 円分の電気料金を抑えていることがわかった。ここから年間コスト(メンテナンス費と遠隔情報管理システム費)にあたる 21 万円を 3 基分さしひいても 3,670,000 円なので、「その年抑えられた電力料金」として考えるなら節約となっている。しかしこれだけでは初期コストを考慮していないことになる。一般に、発電電力量当たりの建設単価として 250~300 円/kWh 程度が小水力発電の経済性をみる一つの指標ではないかと言われているので、単純に元気くん 1~3 号の建設費合計と平成 24 年の総発電量で計算すると単価は約 944 円となった。もし各種補助金などを財源

内訳から除いて一般財源だけで考えると約 177 円、市民公募債まで含めると約 388 円となるので、この事例に関しては経済性を長所としてはあげられないと考える。

しかしそもそも都留市としては、元気くん建設の大きな目的は環境政策や市民等の意識向上のためとしているので、削減電力料金分や売電、グリーン電力証書販売等で得た収入については、建設費回収のためではなく都留市の環境政策や補助等のために使われている。

次に、資金面以外の効果について検証する。実際に元気くんを訪問するとわかったのは、元気くんがある都留市の谷村町の街並みに溶け込んでいるということである。1号は市役所と隣接する谷村第一小学校との境にあり、児童が遊ぶ校庭のすぐ横にある。開放型上掛け水車なので水車が動く様子がよくわかる。来た人が心地よいように、動きに合わせて聞こえる水音は心臓の鼓動と同じくらいのスピードに調整してあるそうだ。2,3号は小学校の裏にある家中川にある。川沿いは10のような普通の小道だった。「発電所」というと生活の場とは離れたところから電力を供給してくれる施設というイメージが覆された。3号は他の2つとは異なり見た目にわかりやすい水車ではなくスクリューのようになっているが、ドイツでは普及している型でスクリューの螺旋の中を魚がそのまま通り抜けられるようになっているらしい。



図 10 家中川沿いの小道

筆者撮影

環境学習のきっかけとなるようなものにするため発電機の選定の際には「水が見える」開放型の機器を選定したのは効果的だと思う。電力が作られる過程を間近で見られることから、環境学習にも役立っている。市役所の方に伺ったところ、平成 24 年に都留市環境教育副読本を都留市教育委員会・都留文科大学が発行し、小学校 3 年次には水車だけではなく、都留の里地・里山・里水、そして自然エネルギーについての授業があるそうだ。「クリーンなエネルギー」という面だけでなく河川美化にも結び付けられる。元気くんが動くためには河川にゴミがないことが必要となる。除塵機が取り付けられているとはいえ、いま一度、河川をきれいにしようという意識が大切になる。小学校に限らず、近くの都留文科大学でも環境問題に関する授業で元気くんについて取り上げているようである。

今後の課題について市役所の方に伺うと「次のステップとして自治体が率先していくのではなく、市民団体や企業、そして個人の皆さんに関心を持っていただきたい」とのことだった。そこで都留市民個人の意識について気になったので、都留市の方 10 数名に元気くんについてヒアリングを行った。元気くんがある谷村町の隣にある都留市文科大学の近くのスーパーで無作為に調査した結果、ほとんどの人が元気くんの存在を知っていた。実際に見たことがある人も多く、元気くんの横の小道は小学生の通学路としてだけではなく、市民の方がよく散歩道として利用されているそうだ。しかし、その電力がどのように使われているか知らない、または関心のない人が多かった。また、今後の小水力発電プロジェクトに期待することについては、東日本大震災を受けて、非常時の電源として使えるようになればいいとの声が多くあった。このことから都留市が掲げる「人と自然が共生する環境のまちづくり」に向けて、元気くんがシンボルとして市民から身近な存在であるという点は実現しているが、環境を守り育て活用していく意識は浸透していないようである。

市民の方が電力の使用用途をあまりよくわかっていないというのには、現在、元気くんの電力を使用しているのが市役所とエコハウスだけであることに少なからず原因があると思う。各家庭に範囲を広げるにはあまりにも今のままでは電力の規模が小さいので不可能だとしても、市役所内などだけでは市民にとって生活と直接結びつく場ではない。そのため、電力が作られる過程を「見える化」した

ように、まずはその電力の使い道に関しても例えば街灯など市民が見たり利用したりするものにするような工夫が必要であろう。

地方自治体が主体な以上、その市民に対して公平であるために公共施設の電力に使用されるのが最適ではある。しかし本当の意味で自然と地域が共生するためには、もっと多くの市民が関心を持てるような身近さが必要となるため、将来的には都留市全体に小水力発電を増やして各家庭でも利用できるようにするべきである。都留市は江戸時代から絹織物の生産動力として水車が多く存在しそのための水路も張り巡らされているため適地は多くある。今後、新たにつくるのであれば、たとえば農業用水を使って農業を行っている家を中心に利用できる代わりに那須野ヶ原の事例のように、メンテナンスなどの協力をその人たちに仰ぎ、市民が参加できる、関わる機会を増やしていくべきである。小水力発電に対する意識の高い人たちが資金面に参加するだけでなく実際に利用する人々が参加できる体制は、長く続けていくうえで重要となるだろう。現在は元気くん 1~3 号の取り組みが注目され、先進都市として視察者も多く訪れているが今後、自治体が率先するモデルとしての取り組みにとどまらず地域に根付いたものにしていくためには、地域住民の積極的参加が不可欠である。

終章

本論文では、日本における小水力発電による地域振興について述べてきた。まずは第一章で、再生可能エネルギー全体について説明しその中でなぜ小水力発電に着目したかについて述べた。次に第二章では、小水力発電の導入ポテンシャルのある地域についてどのような特徴があるか、そしてそれらの地域に対してどのような影響を与えているのか事例を用いて整理した。そして第三章でそれらの事例について家中川小水力市民発電を中心に検証し、小水力発電がその地域に根差すためにはどのようなことが必要かを検証してきた。

その結果、元気くんが都留市にもたらした影響としては以下のことがわかった。

- ① 地域振興…平成 16 年に市政 50 周年を記念して水のまち都留市のシンボルとなっている。導入の際には補助金も利用しているが全体の 40%近くを住民参

加型市場公募債「つるのおんがえし債」から賄った。また、元気くん視察のためにこれまで多くの人が訪れていてこれをきっかけとした産業活性化を市が対策を考えている。

- ② 公共施設の電気料金削減…元気くんが発電した電気は、市役所や都留市エコハウス、植物栽培施設の電力として活用している。平成 24 年度にはそれらの総使用電力のうち 43.2%を賄っていた。
- ③ CO₂排出量削減と環境貢献 PR…小水力発電は二酸化炭素の排出量が小さいので「地球環境にやさしい」環境価値を持ち、市がこれを「グリーン電力証書」として発行している。これを地場企業が購入して企業広報や商品宣伝に役立てている。
- ④ 環境教育…元気くんは 1~3 号があり、それらがすべて小学校の近くにある。特に 1 号は市役所と隣接する谷村第一小学校の校庭にあり木製水車で電気をつくるため、取水から発電までがわかりやすく目に見えて子供たちの環境教育に役立っている。

そして課題としては、実際に地域の人からシンボルとしては身近に感じられているが、市民個人の関心はまだ薄いことである。その原因として、電力の使い道が市民と直接関係ないことにあると考え、他の事例を参考にたとえば街灯に用いたり、農業に利用できるようにしてさらに管理の面で役割を任せることで市民の参加の機会を作ったりして改善できるのではないかと考えた。

短期的な収益をもとめるより、将来にわたってその地域の人と自然が共生していくスタイルをつくっていくことが「小水力発電を中心とした地域振興」なのだとわかった。

私は、そのスタイルをつくるにあたっては二段階にわかれると考えた。第一段階としては地方自治体が主体となって、元気くんのようなシンボルをつくることで市民に広く認識させ、第二段階として持続可能な共生を目指して規模を拡大していく必要がある。元気くんの場合、市役所周辺の立地や、水力が目に見えてわかりやすい「開放型」にしたことはこの第一段階の目的としては有効であったと思う。しかし、それらの条件を優先したため初期コストが通常の水力発電より高くなったという背景もあるため、第二段階ではもっと実用性を重視し経済的に採算のとりにやすい場所で多くの市民が利用できるシステムを目指す必要がある。そのため

には自治体が主体となるだけでなく、企業や市民団体など様々な主体が取り組めるような体制作りが必要で、そうなることで電力の利用方法も公共施設に限られず多岐にわたることが可能である。

今回は元気くんを中心としたため、他の事例をとりあげたものの具体的に自治体以外が主体となる時のプロセスや課題にまでは検証できなかった。小水力発電による自然と地域の共生をより実現させるために必要となると思うので今後の課題としたい。

参考文献

全国小水力利用推進協議会(2012)「小水力発電がわかる本:しくみから導入まで」
オーム社

都留市(2013)「エコロジカル・バランスタウンをつくる 家中川小水力市民発電
所」

大和総研環境調査部(2012)「図解ビジネス情報源 業界動向と主要企業がひと目で
わかる 新エネルギー」アスキー・メディアワークス

小黒由紀子(2012)「自然エネルギーの可能性(第3回)小水力発電がもたらす恵み」
『地銀協月報』629:38-43 全国地方銀行協会

古矢千吉(2012)「小水力発電事業の現状と今後の展望」『産業と環境』41(11):33-36
産業と環境

星野恵美子(2012)「落差がない平野部でもバッチリ 農業用水路を生かした小水力
発電」『季刊地域』(8):58-63

小林久(2011)「農山村の再生と小水力から見る小規模分散型エネルギーの未来像」
『季刊地域』(7):54-59

資源エネルギー庁 HP なっとく!再生可能エネルギー

<http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/index.html> (最終アクセス日 2014/1/19)

全国小水力利用推進協議会 HP

<http://j-water.org/> (最終アクセス日 2014/1/19)

山梨県都留市 HP 家中川小水力市民発電所

http://www.city.tsuru.yamanashi.jp/forms/info/info.aspx?info_id=2681 (最終アクセス日 2014/1/19)

REN21 「自然エネルギー世界白書 2011 日本語版」

<http://ja.scribd.com/doc/79303976/%E8%87%AA%E7%84%B6%E3%82%A8%E3%83%8D%E3%83%AB%E3%82%AE%E3%83%BC%E4%B8%96%E7%95%8C%E7%99%BD%E6%9B%B8-2011-%E6%97%A5%E6%9C%AC%E8%AA%9E%E7%89%88> (最終アクセス日 2014/1/31)

電気事業連合 HP

<http://www.fepec.or.jp/index.html> (最終アクセス日 2014/1/31)

NEDO 再生可能エネルギー技術開発白書

<http://www.nedo.go.jp/content/100544816.pdf> (最終アクセス日 2014/1/31)

福島大学 再生可能エネルギー人材育成プログラム HP

<http://www.sss.fukushima-u.ac.jp/saiene> (最終アクセス日 2014/1/31)

エネルギー永続地帯 HP

<http://sustainable-zone.org/> (最終アクセス日 2014/1/31)

ストップ温暖化「一村一品」大作戦 HP

<http://www.iccca.org/daisakusen/> (最終アクセス日 2014/1/31)

おひさまエネルギーファンド HP

<http://www.ohisama-fund.jp/index.html> (最終アクセス日 2014/1/31)

伊藤康(2012)「小水力発電の現状・意義と普及のための制度面での課題」

<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt129j/report1.pdf#search='%E5%>

[B0%8F%E6%B0%B4%E5%8A%9B%E7%99%BA%E9%9B%BB%E3%81%AE%E7%8F%BE%E7%8A%B6%E3%83%BB%E6%84%8F%E7%BE%A9%E3%81%A8'](#)

最後に、都留市役所産業観光課の井上様、都留市でヒアリングに協力して下さいました方々にお礼申し上げます。

あとがき

小水力発電をはじめに卒業論文でやろうと候補に入れたときは、今まで知らなかったことを知りたいぐらいの気持ちでした。でも調べていくうちに、日本の風土にあった発電だということが段々わかってきて興味が高まっていきました。決め手となったのはやはり「元気くん」です。都留市にとって、地域の自然・社会・歴史文化の特性から見て非常に適したクリーンなエネルギーであることがよいと思ったことは本論で示せたと思います。それとは別に「元気くん」に思い入れができたのは、発電所なんて自分の生活とは切り離された場所にあるものだと思っていた私にとって、街中の水車として自然と存在する姿、そして小学校の校庭にある風景が印象的だったからです。私が環境経済学に興味を持ったのは、女子高で有野さんの授業を受けたことがきっかけでしたが、そもそも環境問題そのものに気になるようになっていたのは小学生の時でした。地球の環境問題をどうにかしないといけないと考えるほど特に大層な考えがあったわけではなく、私の通っていた小学校の近くが昔、車の排気ガスや地理的な要因により日本で一番空気が汚いと言われていた場所でした。それを信号の位置を変えて改善したなど地元の人に話を聞いたり、きれいな空気のために植物を植えたり、そうやって学んでいくことが面白かった思い出があります。そのため、地域にまつわる環境教育に興味があるけれどアプローチがわからないと思っていた時にこの題材と出会って一石二鳥かもしれないと思いました。もし自分が通っていた学校に発電所なんてあったらとってもわくわくしそうですし、この取り組みで環境問題に関心のある子が育ったら嬉しいな、という思いから「元気くん」を気に入り、もっと小水力発電のいいところを探したいと思って論文として取り組みました。

そのため、納得のいくところまでできたのかは正直自信がありませんが、自分の興味を持てたことだから最後までやりぬくことができたと思います。

大沼先生、ありがとうございました。