

Title	再生エネルギーを利用した地域活性化の可能性の分析 ：小水力発電の事例分析
Author(s)	三森, 八重子
Citation	年次学術大会講演要旨集, 30: 187-191
Issue Date	2015-10-10
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/13255">http://hdl.handle.net/10119/13255</a>
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

○三森八重子（大阪大学）

### 1. 小水力発電が注目される背景

日本は1970年代ごろから、原子力発電を柱とするエネルギー政策をとってきた。[1]しかし、2011年3月に発生した東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）とそれに続く福島第一原子力発電所の事故（いわゆる3.11）により、日本政府はそのエネルギー政策を大きく変えることを余儀なくされた。[2]

日本にある48基の原子力発電所のすべてが失われた今、再生可能エネルギーの利用が注目を集めている。[3]（注：九州川内原子力発電所1号機は、8月14日発電を再開）。中でも、二酸化炭素をほとんど発生せず地球にやさしい、地産地消でコミュニティにベネフィットをもたらす、大きなポテンシャルを持つ小水力発電が注目を集めている。

小水力は、大きなダム建設を必要とする（したがって環境を破壊する）大型の水力発電とは異なり、ダムを必要とせず、多くの場合既存の河川の水を水路を建設して導き小型の水車と小型の発電機を設置して電気を発生させるものである。[4]

### 2. 小水力発電の定義

小水力の確固とした定義はない。たとえば欧州小水力協会（The European Small Hydropower Association (ESHA)）は、10,000kW未満を小水力発電と定義づけている。[5]日本の大手電力会社は、出力1,000kW未満の水力発電所を小水力発電と呼んでいる。[6]一方、日本の経済産業省傘下の主要な研究所である新エネルギー開発事業団（NEDO）は、小水力発電所を出力により3つのカテゴリーに分けている。すなわち、10,000kW以下を「小水力発電」、1,000kW以下を「ミニ水力発電」、100kW以下を「マイクロ水力発電」と定義づけている。[7]さらに、全日本小水力利用推進協議会は、1000kW未満を小水力と定義づけている。[8]

### 3. 小水力発電のポテンシャル

山地が多く豊かな水に恵まれた日本には、数多くの小水力発電所の立地がある。[9]環境省が行った「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」によると、設備容量が3万kW未満の中小水力発電の国内賦存量は、河川部で1665万kW、農業用水路で、32万kW、上下水道で、18万kWで総計1705万kW、導入ポテンシャルは河川部で1398万kW、農業用水路で30万kW、上下水道で16万kW、総計1444万kWと試算されている。なお、同調査においては賦存量は全資源エネルギー量から現状の技術水準では利用することが困難なものを除いたもの、導入ポテンシャルは賦存量から種々の制約要因を満たさないものを除いたものとして定義されている。[10]一方現在稼働している日本の小水力発電所（3万kW以下）は、1764基で総発電量は、962万kWに過ぎない。[11]その意味で日本の小水力発電の資源は、現在のところ十分使われていないと結論せざるを得ない。

### 4. 小水力発電のベネフィットおよび課題

前述のように、小水力発電が注目を集めている理由には、3.11とそれに引き続くエネルギー危機がある。3.11を受けて日本政府はエネルギーミックスを見直し、原子力発電に依存するエネルギー政策から、再生可能エネルギーの割合を大幅に増加させる政策に転換した。[2]再生可能エネルギーには太陽光、風力、地熱、バイオマス、小水力など多様なエネルギーが存在するが、他の再生エネルギーに比較しても小水力は大きな利便性を兼ね備えている。

水力発電所は建設されると24時間稼働が可能であるため、エネルギー効率が低い。（たとえば昼間しか発電しない太陽光や、風が吹くときだけ発電する風力と比較して極めて高いエネルギー効率をもつ）

上記に関連するが、24時間稼働が可能で、高い安定性を持ち、ベースロードエネルギーとして利用が可能である。

- 発電に必要なリソースが水だけであり、発電に使用された後は河川に戻されるため、環境を汚すことがない。極めてクリーンなエネルギーである。
- 日本国中に多くの立地（小水力発電を建設できる可能性のある立地）がある。
- 多くの小水力発電所はコミュニティにより建設され、運営されており、コミュニティを活性化する可能性を持つ。
- 小水力発電所が建設されると、発電所は長年にわたり稼働が可能で、長年にわたりエネルギーを、そして売電する場合には売電益をコミュニティに供給する。

一方、小水力発電には多くの課題もある。

- 水力発電自体が衰退産業であるため、水車メーカーや専門家が極めて少ない。
- 上記に関連するが、そのため、水車や関連機器の価格が高く、初期コストが大きい。
- 河川には水利権が設定されており、小水力発電所を建設するとなると、水利権をクリアしなければならない。

他の再生可能エネルギーとの制約条件の比較を下記に記す。

表 1 「再生エネルギーの様々な制約条件」

再生エネルギーの種類	技術的制約条件	経済的制約条件	社会的制約条件	環境的制約条件
太陽エネルギー(太陽光発電)	発電効率	導入コスト	合意形成	地域生態系
	機器の信頼性	売買単価	用地取得	景観の悪化
	メンテナンスサービス		日照権の確保	
	施工不良 経年変化			
中水力発電	信頼性	導入コスト	合意形成	水生生物への影響
	メンテナンスサービス	売買単価	水利権・漁業権	
	受給の距離的關係		農業用水路の目的外使用	
	取水口の管理方法		日常点検の体制	
風力エネルギー	発電効率	導入コスト	系統容量	騒音
	信頼性	売買単価	合意形成	電波障害
	強風対策の有無	維持管理コスト	法規制	景観の悪化
	落雷対策の有無	林道整備状況		バードストライク
地熱エネルギー	発電効率	導入コスト	合意形成	温泉資源への影響
	信頼性	地熱探査費用	法規制	景観の悪化
	還元方法	売買単価		
バイオマスエネルギー	効率	導入コスト	合意形成	騒音
	成熟度	売買単価	法規制	振動
	信頼性	維持管理コスト		排ガス、廃液
	受給の距離的關係			

出典：「再生可能エネルギー資源などの賦存量等の調査についての統一的なガイドライン～再生可能エネルギー資源等の活用による「緑の分権改革」の推進のために～」 2011年3月 緑の分権改革推進会議第4分科会（一部改変）

## 5. 日本の小水力発電の歴史

実際のところ、日本の小水力発電の歴史は長い。記録として残っている中では日本最初の水力発電所は、現在東北電力が管理している「三居沢発電所」で明治21(1888)年7月1日に運用を開始したとされる。[12] 水力発電は日本の発電方式の主流であったが、高度経済成長時代に電気需要が急増し、1960年ごろには発電の主体は水力発電から火力発電へと移行した。[13] 小水力発電は第2次世界大戦後の一時期多くが建設された時期があった。第2次世界大戦後、戦争で疲弊した日本は、欠乏しがちな電気を獲得するため、各地域に小水力発電所を建設した。「農山漁村電気導入促進法」が昭和27年(1952年)に制定されて、これを機に行政や電気利用組合、土地改良区などによって各地に小水力発電所が建設されていった。[14] とりわけ中国地方には100基を超える小水力発電所が当時建設され、いまでもそのうちの50基ほどが稼働している。[15]

## 6. FIT

再生可能エネルギーの普及に大きな影響を与えているのが2012年に導入された固定価格買取制度(FIT)である。「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」が2011年8月26日に成立し、同法の下2012年7月に固定価格買取制度(FIT)導入された。それ以降、太陽光発電業者の再生可能エネルギー事業への参入が殺到し、そのため、一部の電力会社が、FITに基づく再生可能エネルギー発電設備の電力系統への接続申し込みに対する回答を保留する方針を打ち出した。現在のFIT価格は以下のとおりである。

表2. 再生可能エネルギー別FIT価格

太陽光発電	10kW以上	27円+税	20年
	10kW未満(出力制御対応機器設置義務なし)	33円+税	10年
	10kW未満(出力制御対応機器設置義務あり)	35円+税	10年
風力発電	20kW以上	22円+税	20年
	20kW未満	55円+税	20年
地熱発電	15,000kW以上	26円+税	15年
	15,000kW未満	40円+税	15年
水力発電	1,000kW以上30,000kW未満	24円+税	20年
	200kW以上1,000kW未満	29円+税	20年
	200kW未満	34円+税	20年
バイオマス発電	メタン発酵ガス	39円+税	20年
	間伐材など由来の木質バイオマス2000kW未満	40円+税	20年
	間伐材など由来の木質バイオマス2000kW以上	32円+税	20年
	一般木質バイオマス・農作物残渣	24円+税	20年
	建設資材廃棄物	13円+税	20年
	一般廃棄物その他のバイオマス	17円+税	20年

出典：経済産業省ウェブサイトより。

## 7. ケーススタディ：「那須野ヶ原の小水力」

いわゆるコミュニティベースの「地産地消費型」小水力発電のコミュニティへの影響を分析するため、「那須野ヶ原の小水力」を事例として取り上げる。[16]

### 7-1. 那須野ヶ原の小水力の概要

那須野ヶ原扇状地には「国営総合開拓パイロット事業地区」(1967年～1995年)により造成された330kmに及ぶ農業用の用水路が張り巡らされている。これらの用水路は、上流と下流の標高差が約480メートルと落差が大きく、この落差を利用して小水力発電がおこなわれている。1992年3月に稼働を開始した「那須野ヶ原発電所」に加えて、「百村第一発電所」、「百村第二発電所」(3基)、「墓沼第一発電所」、「墓沼第二発電所」、「新青木発電所」の8基が現在稼働しており、合計発電出力は1,500kWに上る。那須野ヶ原土地改良区連合の小水力発電の総発電電力量は4,616,000kWh(H25実績)である。

表3. 那須野ヶ原小水力発電所スペック

発電所名	那須野ヶ原発電所	百村第一発電所	百村第二発電所	墓沼第一発電所	墓沼第二発電所	新青木発電所
用水路名	戸田東用水路	上段幹線用水路	上段幹線用水路	墓沼用水路	墓沼用水路	戸田東用水路
最大出力	340 kW	30 kW	90 kW	360 kW	180 kW	500 kW
有効落差	28m	2.0m	2.0m	29.11m	15.51m	44 m
発電使用水量	1.6 m <sup>3</sup> /s	2.4 m <sup>3</sup> /s	2.4 m <sup>3</sup> /s	1.6 m <sup>3</sup> /s	1.6 m <sup>3</sup> /s	1.4 m <sup>3</sup> /s
水車型式	横軸フランシス	縦軸カプラン水車	縦軸カプラン水車	横軸フランシス	横軸プロペラ	横軸フランシス
水車のメーカー	中川	中川	中川	中川	中川	中川
発電機	三相交流同期発電機	三相誘導発電機	三相誘導発電機	三相誘導発電機	三相誘導発電機	三相誘導発電機
運転開始年月	1992年3月	2006年4月	2006年4月	2009年2月	2009年2月	2014年3月

### 7-2. ビジネスモデル

那須野ヶ原の小水力発電所は、水土里ネット那須野ヶ原(那須野ヶ原土地改良区連合)が事業主体となって運営している。(那須野ヶ原発電所は国が事業主体)。発電した電気の全量を売電し、売電収入を、組合員へ還元している。具体的には、会員に課している維持管理費の軽減に充ててきた。実際のところ、賦課金は平成7年(1995年)の5千円～6千円から現在は1900円へと減額された。

また、同地域が土地改良区であるアドバンテージを利用し、多くの多様な補助金を得て、小水力発電所の建設費を充当してきた。各種政府補助金で賄えない建設コストについては、水土里ネット那須野ヶ原（那須野ヶ原土地改良区連合）の積立金を使い、賄ってきた。したがって、外部金融機関からの借入金は一切ない。水土里ネット那須野ヶ原（那須野ヶ原土地改良区連合）の積立金については、毎年、売電収入から返済を行っている。

#### 7-3. 那須野ヶ原の小水力発電所の特徴

- ①初期コストを圧縮：土地改良区の利点を利用し、各種の補助金を使って小水力発電所を建設。
- ②FITにより安定した売電収入：発電電力は全量売電し、FITに応じた（一部補助金による減額あり）売電収入を得ている。
- ③地元へ便益を還元：土地改良区の組員に、小水力発電からの売電収入の便益を還元。
- ④幅広い再生エネルギーの活用の試み：小水力発電のほか、太陽光発電、バイオマス発電も手掛ける。
- ⑤専門家の育成：小水力発電の先駆者として多くの見学者を受け入れ、多くの講演を行っている。
- ⑥コミュニティ向け再生エネルギー発電の啓蒙活動：ウォーターパークを建設し、地元住民、興味をもつ一般市民向けの啓蒙を行っている。

#### 7-4. 那須野ヶ原の課題

- ①現在の規定では、売電収入は、既存の施設の維持管理費にのみ利用できると規定されている。したがって現在の小水力発電所の稼働で枠が一杯になり、これ以上は増設できない。
- ②（上記条件が満たされた場合）さらなる小水力発電建設の可能性のあるサイトとして、2か所を探索済みである。
- ③那須野ヶ原発電所は、建設から年月が経っており、改良工事が必要である。現在どの程度の改良工事が必要であるかを資金調達法を含めて精査している。

#### 8. 小水力発電の課題

前章で述べたように、小水力発電には多くの利点がある。

- ①. 環境にやさしい。（環境に対する負のインパクトがほとんどない）
- ②. 安定電源である。（24時間稼働が可能である）
- ③. 長期的に稼働する。（建設から100年以上稼働している小水力発電所もある）
- ④. FITが適用できれば、安定的に売電収入が得られる。
- ⑤. 小水力発電所を建設する大きなポテンシャルがある。
- ⑥. コミュニティが企画し運営するいわゆる「地産地消型」が多い。
- ⑦. 上記4.により、財政的ベネフィットが得て地元活性化に利用することができる可能性がある。

一方多くの課題もある。

- ①. 老朽化した小水力発電所施設にはFITが適用できない。
- ②. 小規模の小水力発電所施設の場合は、FITが適用できても、コストが合わない。
- ③. FITが導入された後、太陽光のビジネスの申請が殺到し、一部の電力会社が系統接続を一時的に保留した。
- ④. 現在事業を行っている水車メーカーが極めて限られており、発注から、納入まで時間がかかる。
- ⑤. 小水力の水車は、オーダーメイドのため、水車の価格が高い。関連設備もコストが高い。
- ⑥. 水利権などの各種規制に対する処置に時間がかかる。

#### 9. 政策へのインプリケーション

実際のところ、各省庁も規制緩和を進め、小水力発電の普及を支援してきた。

経済産業省は、2008年に「新エネルギー法」の施行令を改正し1000kW以下の小水力発電を「新エネルギー法」の対象に加えた。同省はまた2014年、ダム水路主任技術者の規制緩和し、2,000kW以下の中小水力（水路式）については、ダム水路主任技術者の免状を不要とした。[17] 国土交通省は2013年に従属水利権を許可制から登録制に規制緩和した。[18] 農林水産省は、2013年に「農山漁村再生エネルギー法」で手続きの簡素化や農地転用の円滑化を図った。[19] しかしながら、今でも小水力発電の建設には多くのレッドテープがあり、規制のさらなる緩和が求められる。



## 10. 結論

3.11以降日本をとりまくエネルギー環境は大きく異なり、再生可能エネルギーの利用が焦眉の課題となっている。数多くの再生エネルギーの中でも、小水力は、①環境へのインパクトが少ない、②エネルギー効率がよく、安定した電源である、③いわゆる地産地消型エネルギーで、④コミュニティの活性化など地域へのベネフィットをもたらす一などの多くの利点を持つことから、注目を集めている。

緑と森と海に囲まれた日本には小水力発電の大きなポテンシャルがあるにも関わらず、小水力発電はそのポテンシャルに比較して、開発が十分になされていないといえる。

大きな利便性を持った小水力の可能性を実現するために、政府にはさらに一層規制緩和の推進が望まれる。小水力関連業界は、大学や研究所と協力するなどして、より革新的な技術開発に取り組むべきである。小水力発電の立地のポテンシャルをもつ地域の住民はその可能性を探索すべきである。これらにより「小規模分散型エネルギー」である小水力発電のさらに一層の普及がのぞまれる。(了)

## 参考文献

- [1] 大島堅一、「再生可能エネルギーの政治経済学：エネルギー政策のグリーン改革にむけて」2010年、東洋経済新報社 P. 32
- [2] 近藤かおり、「我が国のエネルギー政策の経緯と課題——福島第一原発事故後の議論をふまえて」、『調査と情報』第762号 P.1 2012年12月26日発刊)
- [3] 石田雅也、「水路があれば発電できる『小水力発電』」、2013年3月22日、itmedia ウェブサイトより。<http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1303/22/news012.html>)
- [4] 「小水力発電とは」一般社団法人小水力発電推進機構ウェブサイトより。<http://j-shpi.org/%e5%b0%8f%e6%b0%b4%e5%8a%9b%e7%99%ba%e9%9b%bb%e3%81%a8%e3%81%af/>)
- [5] “Small Hydropower in Europe” ESHA ウェブサイト、<http://www.esha.be/>)
- [6] 小水力発電とは何ですか？、関西電力ウェブサイト、<http://www.kepco.co.jp/corporate/energy/newenergy/about/learn/qa5.html>)
- [7] マイクロ水力発電導入ガイドブック、NEDO、2003年)
- [8] 「小水力の規模は何 kW? 」全日本小水力利用推進協議会ウェブサイトより。<http://j-water.org/about/index.html>
- [9] 小林久、戸川裕昭、堀尾正靱監修、「小水力発電を地域の力で」2010年12月、公人の友社。
- [10] 「NEDO 再生可能エネルギー技術白書 再生可能エネルギー普及拡大に向けて克服すべき課題と処方箋、第2版」、NEDO)
- [11] 資源エネルギー庁ウェブサイト [http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity\\_and\\_gas/electric/hydroelectric/database/energy\\_japan006/](http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/hydroelectric/database/energy_japan006/)
- [12] 日本の水力発電の歴史水力ドットコムウェブサイトより。<http://www.suiryoku.com/history/m20.html>)
- [13] 「水力発電について」、東京電力ウェブサイトより。[http://www.tepco.co.jp/solution/power\\_equipment/water\\_power/index-j.html](http://www.tepco.co.jp/solution/power_equipment/water_power/index-j.html))
- [14] 渡部喜智、「農協等の取り組む小水力発電事業への期待と課題」、『農中総研 調査と情報』2011年09月号(第25号) P.8-11)、2011年8月4日)
- [15] JA広島中央会聞き取り調査より。
- [16] 那須野ヶ原土地改良区連合聞き取り調査より。
- [17] 経済産業省ウェブサイトより。
- [18] 国土交通省ウェブサイトより。
- [19] 農林水産省ウェブサイトより。