



日本の小水力発電の現状と課題

～コミュニティ主体のファイナンスが必要に～

株式会社H&Sエナジー・コンサルタンツ パートナー
石丸 美奈

目次

1. 小水力は日本の自然条件に適したエネルギー源
2. 地域密着性、安定した高い設備利用率などに特徴
3. 複雑だった法的手続きは簡素化
4. 進んだ欧州の技術を取り入れる動きも
5. ファイナンス面の仕組み作りが急務に

1. 小水力は日本の自然条件に適したエネルギー源

水の勢いでタービンを回して電力を得る小水力発電は、同じ再生可能エネルギー（RE）である太陽光や風力発電に比べると、今一つ地味で注目度が低い。しかし、山がちで滝や急流が多く、雨量も多い日本には適したエネルギー源で、小水力は国内のRE電力供給量の48.4%と実に半分近くを占めている（図1）。基本的に落差と流量がある場所であればどこでも可能となるため、一般の河川、既存

のダムや発電所からの放流水、農業用水路、上下水道施設などの水流、ビルの循環水や工業用水などで、これまでは活用されずに捨てられていたエネルギーを有効利用できる。安定した電源でもあることから、地産地消を基本とした電力供給システムの要としての期待がかかる。

小水力発電の規模に世界的な統一基準はないが、日本では従来、最大出力10,000kWまでのものが小水力と呼ばれており、欧州でも同様だ。資源エネルギー庁のデータによると、

図1 日本の再生可能エネルギー供給量とその内訳（1TJ（テラジュール）は電力量に換算するとおよそ28万kWh）

	2012.3（速報版）			
	総量（TJ）	電力のみ比率	全体比率	伸び率
太陽光発電	52500	19.2%	15.6%	140.6%
風力発電	51924	19.0%	15.4%	103.4%
地熱発電	23449	8.6%	7.0%	101.3%
小水力発電（1万kW以下）	132627	48.4%	39.3%	100.2%
バイオマス発電	13312	4.9%	3.9%	100.0%
再生エネ発電計	273813	100.0%	81.2%	106.8%
太陽熱利用	27600		8.2%	101.0%
地熱利用	23891		7.1%	95.4%
バイオマス熱利用	11928		3.5%	100.0%
再生エネ熱利用計	63419		18.8%	98.6%
総計	337232		100.0%	105.2%
民生用+農林水産業用エネルギー需要に対する比率	3.64%			

（出典）千葉大学倉阪研究所+NPO法人県境エネルギー政策研究所、「エネルギー永続地帯」2013年版試算結果（速報版）、2013年10月18日より抜粋

図2 主な再生可能エネルギーにおける設備利用率（発電効率）の比較

	小水力発電	太陽光発電	風力発電
設備利用率	70%程度	12%程度	20%程度
発電原価	8～25円/kWh	37～46円/kWh (家庭用)	10～14円/kWh (陸域4.5MW以上)
特徴など	発電量の変動は小さいのが一般的	昼間のみ発電 日射量により発電量は変動	風況により発電量は変動

(出典) 環境省

2012年3月31日現在、全国で開発済の水力発電1,918地点のうち1,369地点（10,000kW未満）と、71%が小水力に該当しており、総設備容量はおよそ352万kW、発電量は188億kWhとなっている。技術的・経済的に開発可能とされる小水力は合計で2,461カ所、設備容量でおよそ673万kW、発電量では273億6,000万kWhとされているので、工事中のものも加えると、開発済の1.5倍弱の発電量が新たに確保できる計算になる。

なお、小水力発電はさらに細かく分類される場合があり、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のガイドブックでは1,000～10,000kWを小水力、100～1,000kWをミニ水力、100kW以下をマイクロ水力としており、法律では1,000kW以下のものが「新エネルギーの利用等の促進に関する特別措置法（新エネルギー法）」の施行令改正（2008年4月施行）により「新エネルギー」と認定されている。

2. 地域密着性、安定した高い設備利用率などに特徴

他の再生可能エネルギー源と比較した場合、小水力には

(1) 地域密着性

開発の主体が電力会社というよりは地方自治体・NPO・民間・個人と多様で、地元

業者による施工・保守管理により地域の活性化と雇用促進に資する、

(2) 昼夜・年間を問わず安定した発電

出力変動が少ないため、電力システムの安定や電力の品質に影響を及ぼさない。また、他の供給が不安定なRE（太陽光や風力）の調整電源として活用できる、

(3) 高い設備利用率（図2）

設備利用率は60～70%とされており、太陽光の12%や風力の20～30%に比べると非常に効率がよい、

(4) 少ない環境負荷

などの利点が挙げられるが、その一方で、

(5) 設置可能場所の限定

落差と流量がある場所に限られ、場所ごとに経済性が大きく異なる、

(6) 高い設備費用（図3）

小規模になるほどコストがかさみ、地元が主体となるため、ファイナンスが難しい、

(7) 複雑な利害関係と手続き

太陽光や風とは違い、国民の資産とされている河川水を事業として利用するには許可（水利権）が必要で、利害関係者との調整、環境への影響調査、その他さまざまな法的手続きなどがあり事業化のハードルとなる、

(8) 独自の技術開発の必要性

図3 再生可能エネルギーの固定買取価格と建設及び運転維持費用（ただし太陽光は2012年度の買取価格。現行は税込で10kW以上が37.8円、10kW未満が38円）

電源		太陽光		風力		地熱		中小水力		
調達区分		10kW以上	10kW未満 (余剰買取)	20kW以上	20kW未満	1.5万kW以上	1.5万kW未満	1,000kW以上 30,000kW未満	200kW以上 1,000kW未満	200kW未満
費用	建設費	32.5万円/kW	46.6万円/kW	30万円/kW	125万円/kW	79万円/kW	123万円/kW	85万円/kW	80万円/kW	100万円/kW
	運転維持費 (1年当たり)	10千円/kW	4.7千円/kW	6.0千円/kW	—	33千円/kW	48千円/kW	9.5千円/kW	69千円/kW	75千円/kW
IRR		税前6%	税前3.2% (*1)	税前8%	税前1.8%	税前13% (*2)		税前7%	税前7%	
調達価格 1kWh 当たり	税込 (*3)	42.00円	42円 (*1)	23.10円	57.75円	27.30円	42.00円	25.20円	30.45円	35.70円
	税抜	40円	42円	22円	55円	26円	40円	24円	29円	34円
調達期間		20年	10年	20年	20年	15年	15年	20年		

(出典) 資源エネルギー庁「再生可能エネルギーの固定価格買取制度について」12頁より
<http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/kaitori/dl/120522setsume.pdf>

大型水力発電の縮小版ではなく専用の機器や技術そして地域で対応できる技術が必要、といった難しさがある。

3. 複雑だった法的手続きは簡素化

小水力の普及を妨げている要因のうち設備費用の問題についてだが、30,000kW未満の中小水力発電が2012年7月から実施されている電力の固定価格買取制度(FIT)の対象となり、出力に応じて20年間にわたり24~34円/kWh(税引き後)の価格が設定されたことで、プロジェクトの採算性が明確になり、事業が推進しやすくなった(図3)。ただし、優遇されたレベルの価格設定が続くのは当初の3年間のため、迅速に事業化を進めることが重要になる。

利害関係の調整や法的手続きの面では、FIT開始に伴う小水力発電への関心の高まりを背景に、農業用水の活用に向けて、①水利使用の権限が国土交通大臣から都道府県知事

等へ移譲され、②既に水利使用の許可を得ている農業用水などを利用した小水力発電(従属発電)が許可制から登録制になるなど、河川法(国土交通省)での手続きが簡素化され、③主任技術者の選任に関する要件(電気事業法、経済産業省)も緩和される、といった動きがある。

農林水産省も施設整備や技術力向上などの支援に積極的で、土地改良区(農業用排水施設の管理等を行う土地改良事業の実施を目的とする地域の農業関係者の組織で、全国約4,900か所にある)や市町村などを会員として2012年4月に設立された「全国農業用水小水力発電推進協議会」では、全国の土地改良区で使用している電力量(15.8億kWh)の5割を小水力により自給(現状は1割)することを目標にしている。

使われなくなっていたり、老朽化した既存設備の再開発であれば水利権の調整は比較的スムーズであり、新設する場合に建設費用の7割を占めると言われる土木工事部分の費用

を抑えることができる。神奈川県の箱根町で30年近く止まっていた旅館の自家用水力発電設備が今年の8月に「須雲川すくもがわ発電所」(最大出力190kW)として発電を再開したが、コストの抑制で高収益が期待できるため民間での事業化が実現した例だ。

4. 進んだ欧州の技術を取り入れる動きも

技術に関しては、戦後、日本では大規模・大容量の水力開発が中心となったため、小水力の発電技術が廃れてしまい、欧州に比べて非常に遅れているのが現状だ。

欧州では水車が製粉や製材に使われてきた長い歴史があり、小規模な水力の利用が地域への電力供給の一旦を担ってきた。一時期、小水力発電所の新設は低調となったが、ドイツをはじめとする各国でFITが本格的に導入されて以来、新設や既存施設のアップグレードが再び盛んになった。

日本と比較して欧州各国に特徴的なのは、10,000kW以下の小水力発電所数に占める1,000kW未満の施設(NEDOの分類でのミ

ニ・マイクロ水力)の割合が高いことで、ドイツでは実に96%にもものぼっている。日本の36%(ただし、10,000kW未満の既開発地点に占める1,000kW未満の地点の比率で、2012年度の資源エネルギー庁の統計から算出)に比べると圧倒的な多さだ。施設数で比較すると、ドイツの1,000kW未満の施設は7,199(2010年)と日本の495(2012年度)の実に14.5倍にもなる(図4)。

このように小規模の水力発電所が多いため、欧州の小水力発電産業は高い国際競争力を持つ成熟産業となっており、水車発電機の性能、信頼性、経済性、多様性、実績などは評価が高い。

日本の課題は技術力のアップとコスト・ダウンだ。福島県では市販の部品を組み合わせた低コストの小水力発電システム開発を目指す県内の企業が、再生可能エネルギー分野で同県と連携する欧州最大規模の科学技術研究機関「フラウンホーファー研究機構」(本部・ドイツ)の技術者を通じて、小水力発電が普

図4 欧州の小水力発電先進国と日本における発電所数の比較

発電所数(2010年)				
	1,000kW未満	10,000kW以下	10,000kW超	計
ドイツ	7,199	7,516	84	7,600
オーストリア	2,173	2,441	157	2,598
イタリア	1,727	2,427	302	2,729
フランス	1,421	1,935	290	2,225
スウェーデン	1,603	1,853	201	2,054
スペイン	—	1,047	—	—

既開発地点(2012年度)				
	1,000kW未満	10,000kW未満	10,000kW以上	計
日本	495	1,369	549	1,918

(出典) 欧州は欧州小水力発電協会(ESHA)のデータベース、日本は資源エネルギー庁のデータより筆者作成

及しているドイツの技術を取り入れるといった試みが始まっている。

5. ファイナンス面の仕組み作りが急務に

また、急がれるのはファイナンス面での仕組み作りだ。資源エネルギー庁は出力200kW未満の発電所の建設費用を100万円/kW程度と試算しているが(図3)、採算ラインと言われる出力100kWの施設でも最低1億円は必要となる計算で、建設費は規模が小さくなるほどかさむ。

鳥取県で今年9月に運転を開始した「賀^{かしやう}祥発電所」(最大出力260kW)の総事業費は3億2,000万円だが、そのうち5,000万円は2012年に募集したとっとり県民債「ゲゲのふるさと」で調達した資金10億円から、その他は公営企業債の発行で賄われている。中国電力に全量を売電することで見込まれる収入4,060万円(税別)を公債の償還や県民債の利払いなどに充てるという。

欧州の中では小水力先進国とは言えない英国でも、最近では村々で小水力発電事業がブームになっており、英国環境・食料・農村地域省の外庁である環境庁はすでに500以上のプロジェクトを承認している。

オックスフォード州を流れるテムズ川にあるOsney Lockでは、営利を目的とせず、地域や社会問題の解消にビジネス手法で取り組む「社会的企業(Social Enterprise)」と称されている協同組合と非営利組織(NPO)の中間的組織が事業主体となり、出力49kWのマイクロ水力発電所(およそ50世帯分の電力供給が可能)の新設に必要な資金調達のため、目標「金利」年4%、20年後に出資金は全額返金という条件で出資を募ったところ、10日間で32万ポンド、3週間で必要額である50万

ポンドを超える59万700ポンド(1ポンドは約160円)が集まり、そのほとんどが地域住民が同州内からの出資だった。

計画によると、売電による初年度の収入は5万ポンドだが、発電所の稼働が予定されている40年間では200万ポンド以上が地域に還元されるという(“Osney Lock Hydro, Share Offer Document” April 2013)。地産地消の性格が強い小水力には、こういったコミュニティーを主体としたファイナンスのモデル作りが急務だ。

小水力発電の抱える課題は多く、個々の問題への対処は重要だ。しかし、それと同時に、分散型エネルギーシステムを基礎とする持続可能な地域社会を構築するために、小水力をどのように活用してゆくべきか、という長期的なビジョンが必要となろう。