小水力発電と地域づくり

～郡上市石徹白地区の小水力発電事業の事例調査を題材として～

2019 年 1 月

経済学部 3 年　李ゼミ

大田樹・菅谷卓海・瀬沢玲二・田中大河

目次

第1章　はじめに

第2章　小水力発電の特徴と導入の意義

第3章　固定価格買取制度と小水力発電

第4章　石徹白地区における小水力発電事業の事例

第5章　小水力発電事業に対する石徹白住民の考え

- 市民アンケート調査結果の要約

第6章　まとめと結論

付録　小水力アンケート調査票

第1章 はじめに

本研究の目的は、小水力発電が、地域社会のエネルギー自給の向上、地域の経済や雇用創出の活性化、地域社会のネットワーク形成など地域づくりに与える影響について、文献調査と現地調査を踏まえ明らかにしたうえ、今後小水力発電が地域づくりに資するための普及に向けた方策を提案することにある。その際に、本研究では、事例調査として地域の過疎化が進んでいる中、小水力発電からの売電収入を農産物加工や集落維持活動など地域づくりに一定の成果を収めている岐阜県郡上市石徹白の小水力発電事業を取り上げる。

2011 年 3 月 11 日の福島第一原発事故（以下、福島原発事故）、そして 2015 年の地球温暖化防止に関するパリ協定の成立により、日本でも再生可能エネルギーを中心とする分散型エネルギーシステムが注目されている。また、この分散型エネルギーシステムは、 地域で未利用の自然資源を活用し、農山村など衰退一路を辿っている地域を再生させる政策手段としても有効であるといわれている。ただし再生可能エネルギーは、まだ石炭火力など従来の発電による電力に比べ発電単価が高く、市場に頼ってはなかなか普及拡大が進まない状況にある。そこでわが国では再生可能エネルギーの普及を支える制度として固定価格買取制度が、2012 年 9 月から導入されるようになった。

この固定価格買取制度の施行により、再生可能エネルギー発電割合が、制度施行当時の７%程度（大型水力を含む）から 2017 年には約 15.6%へ大きく伸びた（資源エネルギー庁、2017）。ただしその大半は、太陽光発電であり、小水力発電のような地域密着型再生可能エネルギーはあまり伸びていない。太陽光発電は、設置が簡単であり、メガソーラーなど大規模資本による大量発電が可能であるためである。ただし、このような大型再生可能エネルギー発電方式は、二酸化炭素削減には貢献できるが、地域づくりにはあまり寄与することはない。再生可能エネルギーは、分散型エネルギーとして売電収入の地域経済への循環、雇用創出、地域コミュニティの活性化など地域価値を作ることに社会的意義は高いと言える。

小水力発電は、農水路や地域の小川などを利用する典型的な地域密着の分散型エネルギーといえる。また日本の国土地理与件上、潜在力も高い発電である。従って小水力発電の普及拡大は、日本にとって地球温暖化防止と地域づくりの両面で大きく貢献できる貴重なエネルギー源と言える。ただし、現在の段階では、高い発電単価、設置上の難点（許可手続き、設置技術など）、地域住民との合意形成の難しさなどによりなかなか普及が進まない状況である。

そこで、本研究では小水力発電による地域づくりに一定の成果を収めている、岐阜県石徹白町の小水力発電を事例調査対象とし、現地住民へのアンケート及びヒアリング調査を踏まえ今後日本で小水力発電普及拡大のための条件と課題を明らかにしたい。

本研究に関連する主要な先行研究は、基本文献として正岡（2015）、鈴木（2013）を参考した。これらの研究では、小水力発電の先進的な地域による取り組みが地域振興につながる

ものと論じている。特に小林(2013)は、自然エネルギーについて、「集中して大量に生産供給することにあまり適していない、自然エネルギーを利用する社会に向かう場合、現行の大規模集中のエネルギーシステムを大幅に転換して分散複合型に変更する覚悟が必要である」と述べている。ただし、これらの研究は、大規模集中型で供給されているエネルギーを、どのようなシステムで、どのような手順で再生可能エネルギーへ代替できるのかについて具体的な方策は示していない。また本研究のような地道な現場調査による考察もあまり見られなかった。

以下、2 章では小水力発電の特徴と地域づくりへのメリット及び課題を考察し、3 章では日本の再生可能エネルギー普及を支えている固定価格買取制度の実態を明らかにする。4 章と 5 章では石徹白地域の小水力発電事業の事例を考察することで、地域づくりに与える成果と課題を考察し、第 6 章では 石徹白地域住民への現地アンケート調査分析により地域住民の立場からの小水力発電の地域づくりの成果を検証する。7 章では、まとめと小水力発電の地域づくりに資する今後の普及の方向性を明らかにしたい。

第2章 小水力発電の特徴と導入の意義

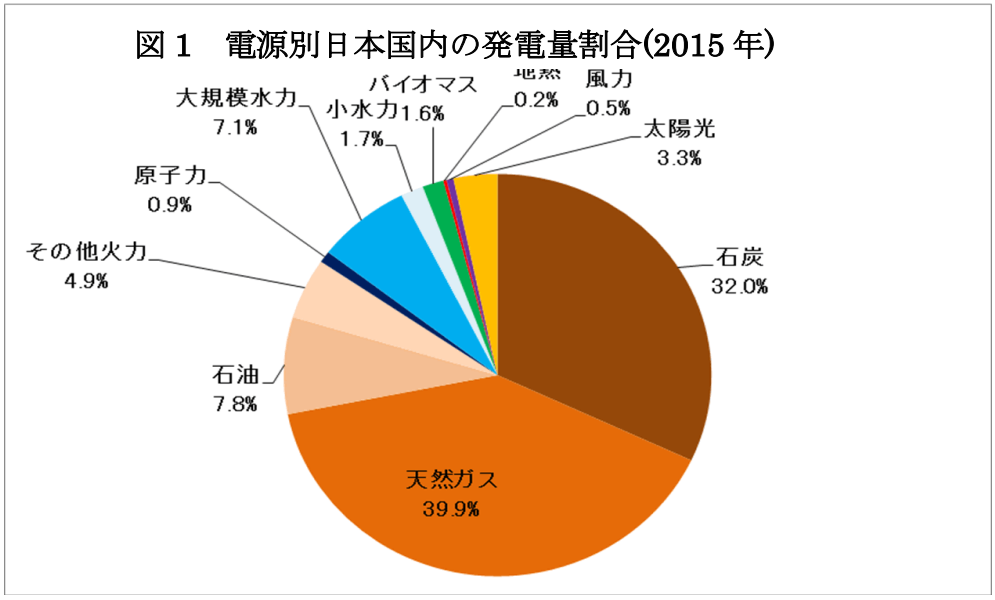
2-1. 小水力の歴史と特徴

小水力に対する厳密な定義は存在しないが、わが国では一般的に、10 万キロワット以上を大水力、1～10 万キロワットを中水力とし、1,000～1 万キロワットを小水力と呼ぶことが多い（環境省小水力情報サイト）。また、小水力のうち、出力が 100～1000 キロワットをミニ水力、100 キロワット未満をマイクロ水力と呼ぶこともある。

（1）小水力の歴史

日本では、明治時代に欧米の産業技術を移植して産業を興す政策によって、産業に必要なエネルギーをまかなうために欧米から水力発電の技術が導入された。これが、水力発電の導入期であり、産業用の大規模な水力発電所と各戸に明かりを灯すための小規模な水力発電所が併存して増加した。そして、大正末期には日本の水力発電技術はほとんど確立していた。

しかし、燃料が薪炭から石油、ガスへと移行するに伴い、非効率という理由で分散型自然エネルギーとしての小水力発電は次第に開発されなくなり、既存の発電所も地域によっては廃止されるようになった。1990 年頃から、地球温暖化問題によって小水力が再び注目されるようになった。温暖化防止のための再生可能エネルギーに対する支援制度により、小水力開発は微増傾向にあった。しかし、ヨーロッパなどと比較すると、普及はあまり進まなかった。図 1 で分かるように、2015 年基準のわが国の発電量ベースでの電力張り合いは、小水力発電は、まだ全体の 1.7%にすぎないレベルにとどまっている。



出所：資源エネルギー庁（2016）

(2) 小水力のメリット

小水力は、水の流れを完全分断しない「流れ込み式」であるため、ダム建設を必要とする大・中水力に比較すると環境負荷が小さい。小林(2013)によれば、小水力の長所としては、1.エネルギーの変換効率が高い(70～90%)、2.エネルギー密度が高いため設備が小規模ですむ、3.設備稼働率が高い[1]、4.安定した出力が得られる、5.出力の変動・急変が少ないため発電量が予測しやすい、6.流量を調整することで、発電量を容易に制御できる、などがあげられる。また小林(2013)は、50 年以上経った多くの設備が現役で稼働している例から、長寿命で技術の成熟度の高い発電技術であり、ほかの再生可能エネルギーと異なり実装のための試練をすでに経験している技術であることも重要な特徴であると述べている。

長寿命で、今後の化石エネルギー価格の変動などにもまったく左右されない発電方式である。しかし、最大の魅力は、二酸化炭素を排出しない環境に安全なエネルギーでありながら、地域に密着した分散型エネルギーという点である。

こうした自然エネルギーは太陽光発電がよく知られており、実施数や発電量は自然エネルギー発電の中でもトップである。しかし、地域づくりや地域密着の面においては事業が地域主体で行われる小水力が優れていると言える。なぜなら太陽光発電の設備認定量のうち、10kw 未満の家の屋根につけるような小規模のものは全体の 8%に過ぎない。つまり、ほとんどがメガソーラーなど事業用であるため、収益などが地域外へ流れてしまうからである。

[1] 例えば、天候に左右しやすい太陽光発電の年間 1000 時間や風力発電の年間 2000～2500 時間という年間稼働時間に対し、水力は 5000～7000 時間である

(3) 小水力の地域密着性

日本は小水力発電の可能性に恵まれた土地である。日本の川、特に中山間を流れる川は、傾斜があり、流れが急であるため、水量と落差で発電量が決まる水力発電にとって、十分高いポテンシャルがあるといえる。

水田農業が主体の農業では、水田を潤す農業用水として水は重要である。それだけでなく、生活用水、飲料用水や、水車のような動力源としても、古くから地域で暮らす人々により様々な形で利用されてきた。その利用、管理においても、地域の人々が話し合い、合意と協力の下で行われてきた。特に農業用水については、用水路の維持・補修等、水資源の保全や管理のため共同で負担しあい、公平で持続的な利用のためにルールを設けて利用してきた歴史がある。このように、水資源は地域に密着した資源であり、地域の公共財としての性格を持つ資源でもあるといえる。

2-2. 小水力発電のポテンシャル

我が国の小水力発電のポテンシャルに関しては、いくつかの調査が行われてきた。資源エネルギー庁の「包蔵水力調査」(2010 年 3 月時点) では、「未開発」とされる包蔵水力は 2713 地点、発電能力は総計 1213 万 kW と推計されている。それとは別に、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報告書」(2011 年 4 月) によれば、小水力発電の導入ポテンシャルは 2 万 2298 地点、発電能力総計 1428 万 kW とされている。両調査は、発電地点では大きな差が存在するが、発電総量基準では両者に大きな隔たりはない。大規模及び中規模の水力発電の潜在力の推計という性格が強い資源エネルギー庁の推計では、1 万 kW 以上が 537 万ｋW で全体の 44%を占めているのに対し、1000kW 未満は 371 地点で、24 万 kW(全体の 2%)に過ぎないものとなっている。一方、環境省での調査では、1 万 kW 以上は 96.5 万 kW（全体の 7%）で、1000kW 未満は 1 万 8756 地点、538 万 kW（全体の 38%）となっており、大きな隔たりが存在する。

環境省の調査では、小水力発電のポテンシャルが資源エネルギー庁の調査より大きく集計されており、地点数は 2 万か所近くに達し、大きな広がりの可能性を示している。しかし、この調査でもまだ十分に捉えられていない側面があると考えられる。この時点で農業用水路を利用した導入ポテンシャルは 595 地点、約 30 万 kW であり、1000kW 未満は 527 地点、約 10 万 kW に過ぎない。ただし、農業用水の未利用落差を活用しようとすれば小水力発電の可能性はもっと大きくなると考えられる。

さらに 100kW 未満のマイクロ発電コストが高くなり、採算の確保が難しくなるといわれている。しかし、小規模な発電設備の技術開発が進み、コスト低下が実現されれば、農業用水を利用した簡易発電所の設置の可能性がより大きくなると考えられる。こうした将来の技術開発の進展も視野に入れれば、小規模なものを含む小水力発電の潜在力はかなり大きいものであるといえる。

表１　電力供給エリア別の中小水力発電の賦存量推計結果（地点数）

設備容量区分（万 kW）	※範囲外	北海道	東北	東京	北陸	中部	関西	中国	四国	九州	沖縄	合計
100 未満	54	492	1, 344	843	371	1, 394	308	213	422	569	1	6, 011
100～200	61	584	1, 415	733	402	1, 057	182	223	324	435	3	5, 419
200～500	63	769	1, 988	875	544	1, 222	234	331	390	503	3	6, 922
500～1, 000	28	422	1, 332	527	341	736	92	169	184	290	1	4, 122
1, 000～5, 000	29	352	1, 150	506	527	661	78	169	149	234	0	3, 855
5, 000～10, 000	2	25	86	51	71	62	6	6	11	22	0	342
10, 000 以上	2	4	21	17	57	17	1	1	5	2	0	127
合計	239	2, 648	7, 336	3, 552	2, 313	5, 149	901	1, 112	1, 485	2, 055	8	26, 798

出所：環境省（2011）

2-3.　導入の意義

小水力発電は、単なる大中水力技術の縮小版ではないため、小水力独自の技術開発、育成、普及方式が必要である。大規模水力発電事業は、一般電力会社の主導の下、ゼネコンやエンジニアリング会社などが加わる巨大プロジェクトとして行われる。しかし小水力事業は地域密着型の開発であるため、開発は地元の業者などにより行われるので、地域の活性化、雇用促進に有効である。事業主体は、地方自治体、土地改良区、NPO、民間、個人、つまりこれまでの電力会社主体の開発とは異なり、地域の多様な事業主体が実施している。小水力発電は発電設備を建設するための原材料などを地域で相互に調達しあい、 資金の出し手は地元の企業や市民であるため、資金が域内を循環することになる。 また正岡（2015）によれば農業や観光など連関する産業領域への波及効果が生まれ相互作用を起こし、ますます地域を豊かにしていくという。これらは小水力発電が地域づくりに資する根拠となる。

2-4.　小水力発電の課題と新たな役割

以上のように小水力発電は多様な特徴とメリットがあるが、技術から制度まで多岐にわたる課題も抱えている。小林（2013）は、主な課題として「小規模生産に見合う設備や技術の非経済性、地域における小水力発電にかかわる技術や知識の消失などの「技術」にかかわるものと、水利用に関する責任分界点の地域からの遊離、縦割り管理の許認可システムと手続きの煩雑さ、複雑な利害関係調整と合意形成プロセス、資源に対する価値認識と権利意識

の消失、事業形態の不確かなどの「社会・制度」にかかわるものに分けられる」としている。

「技術」にかかわる課題の根本的な要因は、小規模水力に関する技術の開発や改良がこれまでの 50 年間ほどほとんど停滞していたことにある。わが国の水力発電技術は、1950 年以降、5000 キロワット～数十万キロワットを中心に発展してきた。1000 キロワット以下の小水力発電開発にも、この大・中水力で培われた技術が転用されたが、低落差、小流量、小型設備に対応する小水力のための発電技術の発展は不十分であった。

また、小規模に適した土木施設の整備手法もほとんど確立されていない。今後は、固定価格買取制度による、経済性のある小水力発電事業モデルを早期に実現するための妥当な価格水準の設備開発や装置・部品等の品揃えの充実、地域で対応できる技術の導入が必要である。そのためには、多くの新規参入者が小水力事業にかかわれる環境をつくることが不可欠である。

「社会・制度」的な課題としては、許認可にかかわる法制度や手続きを第一に取り上げられる。ただし、これに関しては、国土交通省が 2014 年に行った河川法改正により、許可制が登録制に変わったことで、水利権を持つ個人などからの同意が得られれば、国や都道府県による許可は必要なくなった(国土交通省 流水の占用許可制度より)。 これにより小水力発電の水利使用手続きの簡素化・円滑化等への動きが進むようになった。今後は発電にかかわる電気事業法や、施設利用にかかわる土地改良法なども適正な方向への規制緩和が一層すすむ必要がある。また、 小林（2013）によれば、スウェーデンの環境裁判所のように、開発側、保全側と許認可者が同席し、必要な資料や情報を関係者で共有し、論点を確認しながら妥協点を探るような仕組みの構築が望まれるという。

第二に、事業の主体や形態、資金調達・経営などにかかわる課題がある。固定価格買取制度の導入により経営計画の事前検討が可能になったことで、資源配分や合意形成や利害調整メカニズムの一般化などを通して、いくつかの課題は解決の糸口を見いだせる可能性がある。一方、地域ごとでの採算性は、地理的条件などの違いから異なってくる。すると、当然事業の難易度も異なり、地域のみでの対応が難しいケースも発生し、外部の協力も必要となる。2019 年 1 月 9 日、清水建設が小水力発電事業への本格的な参入を発表し、富山県をはじめとする、5～6 県の数十ヶ所で開発に取り組むことを発表した。このように、大手の資金力のある企業などが小水力事業を進めていくことも一つの選択肢として考えられる。しかし、おそらく開発が行われる人々は、その事業で発生する「富」を誰が得るのか当然考えると思う。すなわち、自分達の土地の資源で一部の人だけが設けることへの不公平感などが生まれることである。そこで、事業主体が地域外の場合でも(もちろん事業で発生した利益は事業主だけでなく地域にも還元されることが前提)、その地域に住む住民の生活基盤である資源を利用させてもらっているという姿勢でなら地域から生まれた「富」を分かち合うことも可能であろう。このような、資源の価値や価値認識などの問題も重要な課題である。

第 3 章．固定価格買取制度と小水力発電

小水力発電のような再生可能エネルギーは、石炭火力や原子力など在来の発電より発電容量が小さいので、発電単価はどうしも市場の電力価格より大きく上回ることになる。したがって発電単価の中で市場価格を上回る分を補助しない限り普及拡大は望め難い。日本では、福島原発事故の影響により、2012 年 9 月から再生可能エネルギー発電の採算を保障する固定価格買取制度（Feed-in- Tariff、以下 FIT）が始まった。小水力発電事業も、こうした FIT による売電収入を前提として行われている。つまり、FIT 制度のサポートなしで事業を行うのは現状厳しい状況にある。

3-1. 固定価格買取制度（FIT 制度）の概要

FIT 制度とは、再生可能エネルギー（以下、再エネ）で発電した電気を電力会社が一定価格で長期間買い取ることを国が約束する制度である。これにより小水力のような発電量に比べて、発電設備の高い発電の建設コストも回収の見通しが立ちやすくなった[2]。

表 2　小水力発電の発電容量別固定価格買取制度

	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2018年度
1,000kW以上30,000kW未満					
買取価格	24円＋税	24円＋税	24円＋税	24円＋税	24円＋税
買取期間	20年間	20年間	20年間	20年間	20年間
200kW以上1,000kW未満					
買取価格	29円＋税	29円＋税	29円＋税	29円＋税	29円＋税
買取期間	20年間	20年間	20年間	20年間	20年間
200kW未満					
買取価格	34円＋税	34円＋税	34円＋税	34円＋税	34円＋税
買取期間	20年間	20年間	20年間	20年間	20年間

[2] 固定価格買取制度の対象となる再生可能エネルギー発電は、小水力発電のほか、太陽光、風力、バイオマス、地熱などを利用した発電がある。

出所：**資源エネルギー庁の固定価格買取制度ウェブサイト**

一般電力会社は、表２のように、法律（新エネルギー促進法）で定められた価格で、小水力から発電された電気について、20 年間買い取る義務があるので、採算が取れやすくなる。買取価格は、太陽光の場合制度施行時の 40 円/kWh 前後から 2018 年には 18 円/kWh 前後まで大幅に下落したが、小水力発電の場合、制度施行以降現在までに変わっていない。ただし発電容量別は、1,000kW 以上 30,000kW 未満は 24 円/ｋWh、200kW 以上 1,000kW 未満は 29 円/ｋWh 、200kW 未満は 34 円/ｋWh のように、発電容量が小さいほど買取価格が高くなり、優遇されている。

3-2. FIT 制度導入による成果

かつて自然エネルギー電力は、開発余力が少ない大規模水力が中心であったため、発電量は長期低迷傾向にあったが、FIT 制度の施行はこうした傾向を大きく変えた。制度施行直前の 2011 年度に約 9%であった自然エネルギー電力の割合（大型水力を含む）が、2016 年度には 15%にまで増加している。その結果、自然エネルギーは LNG、石炭に次ぐ第 3 の電源となっており、FIT 制度は、自然エネルギーの基幹電源化に向けた展望を拓いたと評価できる。

表 3 では、FIT 制度施行後（ここでは 2012 年 7 月から 2017 年 3 月までの 4 年 9 ヶ月）の普及効果を、FIT 制度施行前の５年間とほぼ同じ期間の普及効果を比較したものである。もっとも普及効果が高かったのは太陽光発電で、FIT 制度施行前の 5 年間の導入量が 268 万 kW であったのに対して、FIT 制度施行後には 3,350 万 kW が導入された。これは施行前の約 5 年間の導入量の 12.5 倍に達している。その他の電源(中小水力発電、バイオマス発電、地熱発電)は、太陽光発電よりは大きく劣っているが、制度施行前の約 5 年間に比べ、一定の普及成果はあった。 このように FIT 制度は再エネを進めるための大きな役割を果たしているといえる。

表 3　　設備導入量の比較（FIT 制度施行前の５年間と FIT 制度施行後の 5 年間）

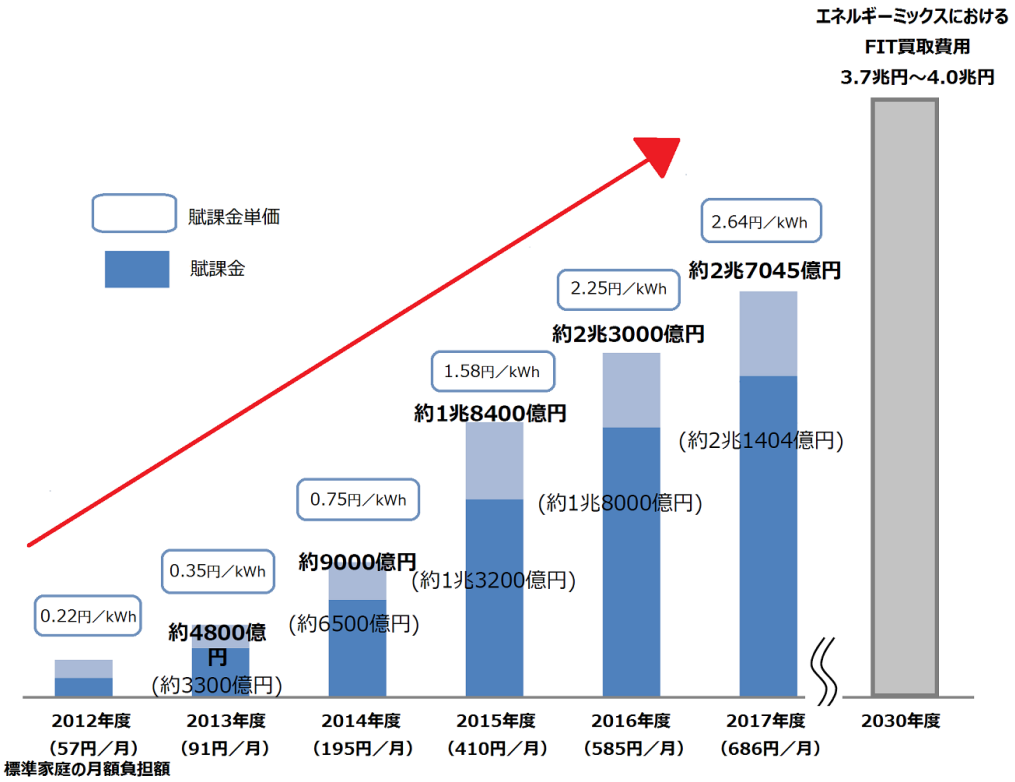
	2007~11 年度の新規導入量（万 kW）	FIT 法施行後新規導入量（万 kW）	導入量比
	(A)	(B)	B/A
太陽光	268	3,350	12.5
風力	101	79	0.8
地熱	0.2	1.5	7.5
バイオマス	52	85	1.6
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

出典：自然エネルギー財団（2017）

3-3.　FIT 制度の課題

FIT 制度により、再エネの電力量は急速に増えたが、電力会社が電気を買い取る際の費用については、一般国民の電気料金に「再生可能エネルギー促進賦課金」として上乗せている。この「賦課金」は、2017 年には約 2.7 兆円に達している（図 2）。つまり再エネ事業を進めるために、高い固定価格を維持するとなると、その分国民の負担も増加している。また、すでに述べたように、FIT 制度導入によって、新規導入量を増やしたのは、ほとんどが太陽光であり、小水力などほかの地域密着型再エネ電力は増加してはいるが、微増にとどまっていることが分かる。これは現行の FIT 制度の導入だけでは太陽光以外の再エネ事業の普及拡大は難しいことを示している。

図２　再生可能エネルギー促進賦課金等の推移状況



出所：資源エネルギー庁（2017b）

第 4 章．石徹白地区における小水力発電事業の事例

小水力発電の事業活動は、前述のように CO2 排出の削減といった「環境的側面」はもちろん、地域にとって、地域づくり、すなわちエネルギーの地産地消や雇用創出など地域活性化に資する「経済的側面」や、地域社会の人々の関係の構築といった「社会的側面」においても良い影響を与えている。そこで本章では、石徹白地域の事例を題材として、小水力発電導入の取り組みが地域づくりにどのような働きをするのかを明らかにしたい。

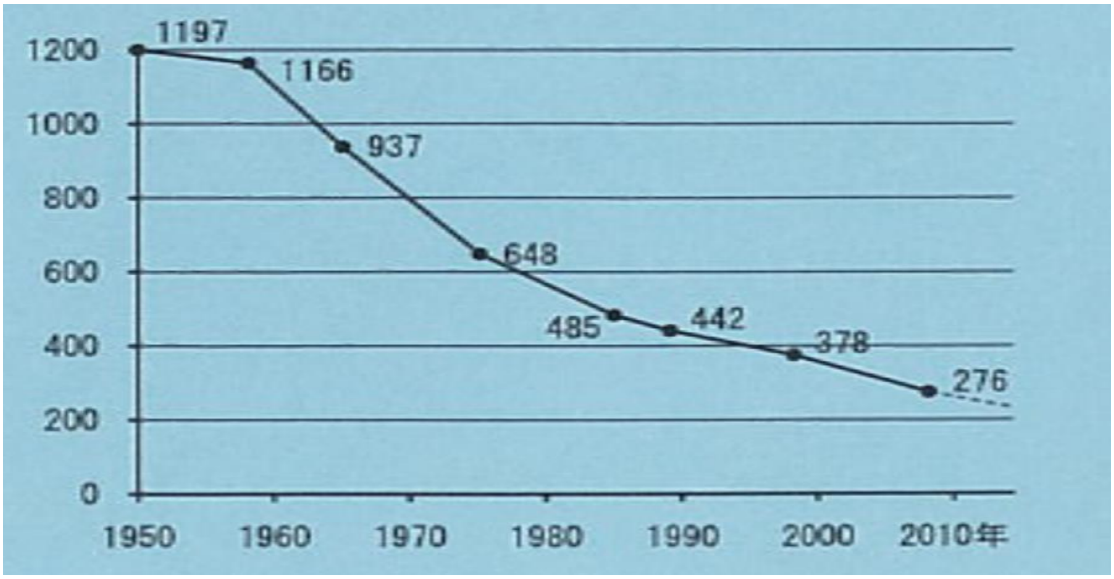
4-1.　石徹白地域の概要

今回事例研究の対象とした石徹白は、古くから信仰の対象とされてきた白山の麓にある、岐阜県郡上市白鳥町に位置する、人口約 270 人の小さな集落である。標高 700 メートルにあるこの集落は、冬は豪雪に覆われ、俗世間から離れた「別天地」とも呼ばれている。易々と暮らせないこの地域で今、代々暮らしを繋いできた人々と協力し、エネルギーをもとにした、「持続可能な農村」のあり方を模索する姿がある(赤司 2016)。

4-2.　事業の経緯

図 3 より、この集落の人口はかつて 1200 人にも及んだが、年々減少し、2017 年には約 250 人、世帯数 110 戸（50 年間で約 4 分の 1）となっている。65 歳以上が約 50%で、小学校児童 6 人、小学生未満 17 人（平成 30 年 8 月時点）と、過疎化・少子高齢化に悩まされていた。

図３　石徹白の人口推移



出典：NPO 法人「やすらぎの里いとしろ」のパンフレットより

石徹白で電子機器を扱う会社を営む久保田政則氏は、地域のために、自分は何か出来ないかと思い[3]、「豊富な農業用水を目に見える形で活用すれば、地域おこしの起爆剤のひとつのツールになるのではないか」と考えた（平野 2014)）。そこに、2007 年に平野彰秀氏が石徹白に訪れた。平野彰秀氏は、岐阜県出身で、東京で就職していたが、いつか地元の地域づくりに関わりたいと考えて、当時、岐阜のまちづくり団体のメンバーとともに、郡上市で活動をしていた。そこで久保田氏と平野氏が出会い、両氏ともに小水力発電が農山村の復興を成す存在になるのではないかと考えた。なぜ小水力発電を選んだのかというと、大きく 2 つの理由からである。①小水力発電に必要な条件を十分に満たしていたことが大きい。白山連峰の麓に位置し、そこから流れる川から先人たちが引いた大量の水資源を有しており、中山間部に位置するため斜面が多く存在し、発電に必要な落差も十分に確保できていた。(いとしろ一号用水と川の間にある 44m もの落差が存在する)
②風力発電は安定さに欠けるとのことで却下されたが、太陽光発電は久保田氏の意向に沿わなかったため、小水力発電が選ばれた。理由を聞いたが、ソーラーパネルを住む土地にあまり起きたくないから、雪国であるためメンテナンスが大変であり、故障の可能性が高いなどが挙げられた。 主にこの２つの理由から小水力発電事業が動き出した。

そして、2007 年の夏、両氏が「地域再生機構」の理事長である駒宮氏と出会ったことで、後に小水力発電事業の事業主体となる「やすらぎの里いとしろ」と縁がつながり、その後の半年間で 3 機の小水力発電機を実験的に設置するまでに至った。しかし発電のポテ

[3] 同氏は、現在は地域おこしを担う NPO 法人「やすらぎの里いとしろ」の理事長も務める。

ンシャルと消費電力量の調査を開始するも「失敗だらけだった」と、両氏は当時を振り帰る。

タテ軸型、らせん型、上掛け水車型を試験的に導入し、自分達で手作りできるものは手作りし、コストを下げて、失敗を繰り返しつつ、改良を重ねた。その後、水力発電の専門家もチームに加わり、2009 年に設置した水車によって NPO 事務所の電気を賄うことに成功し、2011 年には水車の設置と同時に休眠中だった農産物加工所を再開させ、加工所の電気づくりと加工品開発の開始を可能とした。その後、発電所の設置にもこぎつけ、事業主体が必要になったことで、2014 年に、住民が出資・参加する「石徹白農業用水農業協同組合」を新たに設置した。発電所建設費 2 億 4000 万円のうち岐阜県と郡上市からの補助金で 75%を確保し、残りの 6000 万円を農協への出資と借入金で賄うことにした。また、地区の自治会長だった上村源悟氏が、新設した農協の組合長に就任し、地区の代表たちと手分けして住民への説得を行った。

4-3. 石徹白の稼働中の小水力発電

石徹白では、下記の４つの発電機により生産された電力について集落全体の電力使用量から余る量（自給率 230%）の電気を売電することが可能となっている。また、売電収入は年間およそ 2400 万円に達しており、その収入は、街灯の無料化や土地改良施設の維持管理費、自治会の維持費、発電施設の運営費、農村振興活動費など、地域の維持活動に充てられている。

（1）らせん型水車 2 号機
◎発電出力　最大 800W
NPO 法人地域再生機構、篠田製作所による共同開発
発電した電気は、住宅兼 NPO 事務所の主要な電気を賄っている。
（2）　上掛け水車
◎発電出力　最大 2.2KW
この水車の設置をきっかけに、隣接する食品加工施設が稼働を再開し、農産物加工品の生産が行われている。
（3）　石徹白清流発電所
◎発電出力　最大 63KW　総事業費２億４千万円（国 50%県・市それぞれ 25%）
岐阜県が事業主体となり、２０１５年に運用開始。郡上市が運営
（4）　石徹白番場清流発電所
◎発電出力　最大 125KW　　総事業費２億３千万円（県 55%市 20%農協 25%）
地域住民の出資による農業組合が事業主体となり、
２０１６年６月に運用開始

らせんと上掛け水車は売電はしておらず、売電収入(2400 万円前後)は残り 2 つの発電機によって得られており、1500 万円～2000 万円が投資コストの回収に当てられている。
国や県、市からの補助金によって、石徹白が負担したコストは約 6000 万円であるので、3、4 年で投資コストが回収できる予定である。

4-4. 小水力発電事業と地域づくり

小水力発電が呼び水となり、それと連動して、石徹白では大小さまざまな取り組みが行なわれてきた。その一部を簡単に紹介する（赤司 2016)。

(1)特産品開発: 2011 年、休眠していた農産物加工所に、水車でつくられた電気を送り、加工品開発に着手。石徹白の名産であるとうもろこし「あまえんぼう」の乾燥品、蜜柑や苺など、素材を活かしたドライフルーツが開発されている。また、外部からの加工委託も受けるようになり、8 月および冬季のあいだの小さな雇用が生まれている。

(2)くくりひめカフェ: 2009 年より、地元の女性有志で運営しているコミュニティカフェである。地元でとれる新鮮で安全な食材をふんだんに使い、料理やスイーツを提供している。小水力事業の見学者が増加したことで、地元の女性たちの「カフェをしたい」という思いがきっかけとなって実現し、見学者たちにも好評である。

(3)集落の豊かな自然を生かした「いとしろアウトドアライフヴィレッジ」: 放置林を生かした自然共生型のアウトドアパーク「冒険の森」や、直火が使えるキャンプ場「ロックフィールド」など、自然と人をつなぐことを商いにする外部からの事業者も参入。森・川・山・里など集落全体でできる体験をひとくくりにして、「いとしろアウトドアライフヴィレッジ」という編集を施して発信している。それらの体験が 2 日間に凝縮された「いとしろアウトドアフェスティバル」も、新たに始まった。小水力発電とは直接のつながりは無いが、事業をきっかけに人が増えたことによって生まれている取り組みも少しだけ紹介する。

(4)土地のあらゆる豊かさを発信する石徹白洋品店: 小水力事業をきっかけに石徹白に移住した平野氏の妻がはじめたこの洋品店は、地域に残る伝統的な野良着を復刻し、直線断ちのみで構成されるズボンや上着を制作している。先人の知恵を学びながら、この土地のあらゆる豊かさを発信している。

(5)より自然な方法での農産物栽培に取り組む若手農家: こちらも、(1)～(4)の取り組みに魅力を感じ移住してきた人たちが、農家になって新しいことを自分達でもやりたいと考えたことで始まった取り組みである。自然栽培で野菜を育てる「サユールイトシロ」や、化学農薬・化学肥料を使用せずにフルーツほおずきや、お米を育てる「えがおの畑」など、より自然に配慮した方法で農産物栽培に取り組む若手農家が活躍している。

ただし、こうした取り組みの元となった小水力発電も、ただ水資源が豊富だったから実現したわけではなく、地域住民の意志や意識、平野氏や久保田氏といったリーダーの存在、行政の支援などがあって初めて地域振興を可能としていることに注意したい。最後

のまとめで述べるが、「資源が存在し、事業が可能」なだけでは、本当の地域づくりには繋がらないのである。

このように、実にさまざまな取り組みが起こりながら、2008 年から 2016 年の 8 年間で、13 世帯 32 人の移住が実現した。またこうした取り組みを見学したいという訪問客も増え、2017 年では年間約 800 人が訪れ、地域にさらなる活力を与えている。以上の事例から、小水力発電業が地域に与える影響を、大きく分けて「環境」、「経済」、「社会」の 3 つの側面から考察した。

(1) 環境

小水力発電は、太陽光や風力といった他の再生可能エネルギー源と比較したときに、設備稼働率が高い、出力の変動が少ない、発電量が予測・制御しやすいなどの特徴を持っている。東日本大震災による福島原発事故以降，原子力発電に対する依存度は下げざるを得ない状況であり、同時に地球温暖化防止のための CO2 排出削減も求められている。このような状況においては、再生可能エネルギー源の中では相対的に利用効率が高い小水力発電は、電力の増加による環境負荷の抑制に意義があるとはいえ、水力発電なため CO2 も排出しない、クリーンなエネルギーである。石徹白の 4 つの小水力発電の年間生産量が約 80 万 kWh なので、日本の平均電力の二酸化炭素排出係数は、日本電気事業連合会によれば 0.624 であるので、2017 年間小水力発電による二酸化炭素削減効果は約 50 万トンとなる[4]。

日本では，山間部が多く水資源が豊富という地形的な特徴を備えていたことで，小水力発電は地域資源の再発見・再利用にも役割を果たしており、石徹白地区ではかつて村人が出資して発電所を作った経緯があり、その知恵を見つけ、自分たちの地域資源である、農業用水や河川を使って地域を再生させようと，小水力発電に取り組み始めた。

(2) 経済

石徹白地区においては、人口減少・高齢化という地域の課題に対応するために、小水力発電の導入と合わせて、カフェの開設や地域農産品の加工と販路の拡大といった取り組みを進めており、これらは、小水力発電を地域の外に向けて発信する取り組みと連動して、地域振興のための総合的な生産活動を展開している。

また、固定価格買い取り制度による、専門協同組合として新たな発電所の売電開始後、その売電収益は街灯の電気代や地域の農業経営、農産物の加工・開発、休耕放棄地での農業など地域の維持活動に充てられることになっている。こうした小水力発電の導入は，エネルギー自給のみならず，地域内再投資の原資となり、生産活動の多様化に有意義であ

[4] この二酸化炭素排出係数は、下記の日本電気事業連合会のウェブの公表資料を参考にした。https://www.fepc.or.jp/index.html

り、地域の再生・振興の目指す姿である、循環型地域経済の形成を促進できるという影響を与えているといえる。

（3）社会

石徹白地域の小水力発電は、地域住民の交流による地域活性化と移住定住の促進に効果的であると考える。小水力発電が地域のシンボルとして、地域内外の情報発信や住民らの交流などにつながっており、ひいては農産物栽培の新しい取り組み、移住者の住居の新設など土地の利活用にもつながっている。石徹白地区では，外部の見学者に空き家情報を提供したり、石徹白への移住希望者に対して、住宅を供給できる体制を整えており、小水力発電事業が始まってから現在までに 13 世帯 32 人の移住を実現させた。

第 5 章．小水力発電に対する石徹白住民の考え

- 市民アンケート調査結果の要約 -

5-1.　アンケート調査の概要

再生可能エネルギー発電事業を地域で行い、地域づくりを進めるためには地域住民の理解と協力は欠かせない。小水力発電による地域づくりが、そこに住む住人にいかなる便益を与えているか、住民は小水力発電事業についてどのように考えているのかを明らかにするために、直接現地に訪れ、地域住民へのヒアリングやアンケート調査を行う事は意義高いと言える。

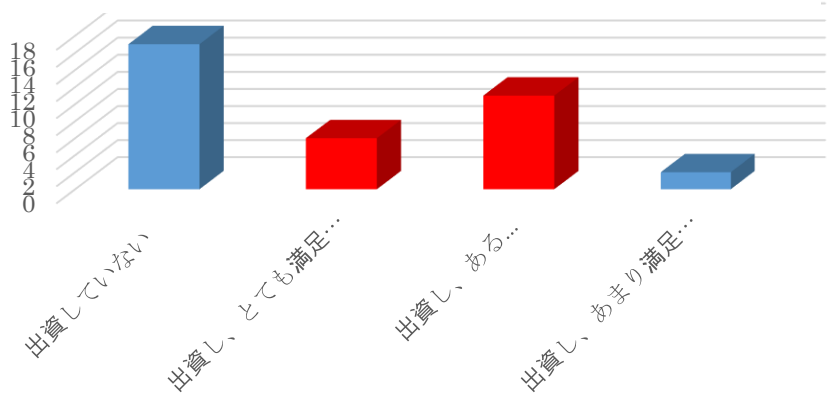
筆者らはその中でも特に、小水力発電事業が、石徹白を含む多くの地方地域の課題である過疎化や少子高齢化に、移住促進・流出防止効果をもたらしているのか、文献調査による事例研究では解明できなかった部分を、直接対面アンケート調査方式による住民の声により考察した。

筆者らは、本学の MS-26 事業活動の一環により、2018 年 11 月 29 日に現地入りし、11 月 30 日午前中は、石徹白市区の４つの小水力発電所を見学し、同日午後に石徹白の住民３６名（３０～８０代）を対象にアンケート調査を行った。次節は、アンケート調査の設問のうち重要な項目を統計処理し、その結果をまとめたものである。

5-2.アンケート調査結果

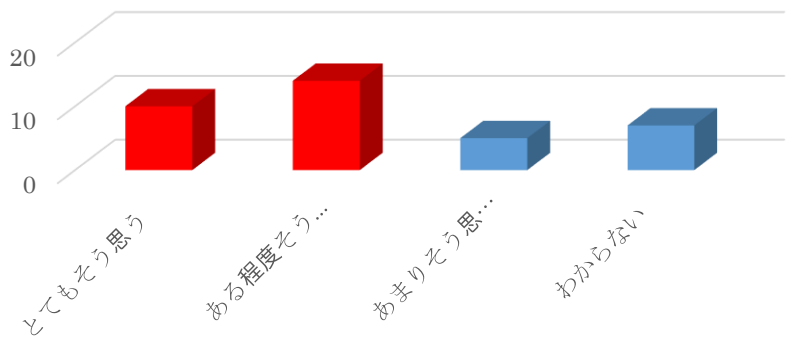
まず、 石徹白地区の住民は、小水力発電事業主体となる農協を設立・出資をし、進めた小水力発電事業に満足していますか？(Q1)という設問には、出資している、出資していない、と答えた人々がそれぞれ半分であった。出資している人々の中では、極少数を除き（2 名）おおむね出資について満足していることが分かった。

Q1　小水力事業主体となる農協設立の出資をし、小水力事業に満足していますか？



小水力発電は地域振興に貢献していると思いますか？(Q2)に対する質問には、調査対象住民の 2/3 近くが、地域振興に貢献していると考えていることがわかり、また、対面ヒアリング調査から、出資に参加していない人も、貢献していると答えていることから、小水力事業に関する情報発信や売電収入の用途などに肯定的な考えを持っていることが分かった。

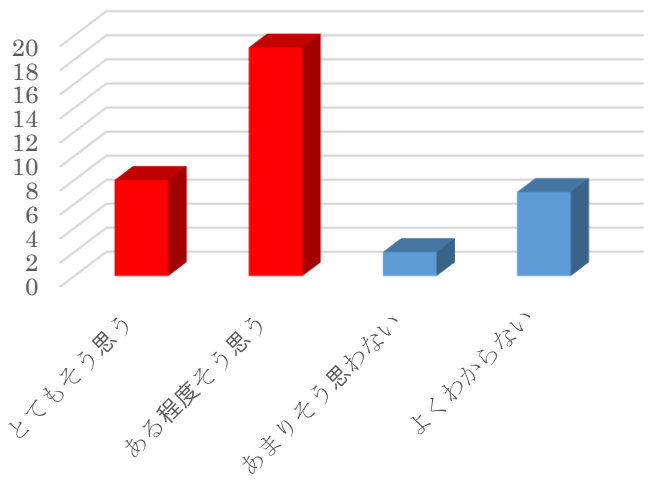
Q2　小水力発電は地域振興に貢献していると思いますか？



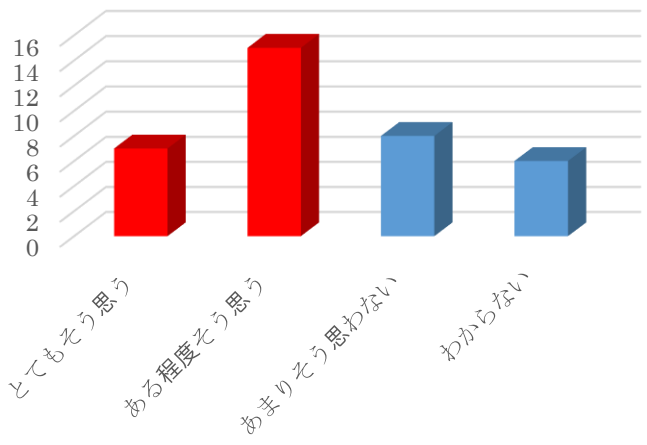
小水力事業が地域交流の活性化に貢献していると思いますか？(Q3)という質問には、調査対象住民の 3/4 近くが、地域交流活性化に貢献していると答えた。また、対面踏査から、住民の意見交換の場をしっかり設けていることで、住民が事業について理解できるような場づくりが充実しており、また環境学習の水準が高いことが伺える。

そして、 小水力事業は移住促進や人口流出に効果をもたらしていると思いますか？(Q4)という質問には、調査対象住民の 2/3 近くが、人口流出防止に効果をもたらしていると考えている。

Q3　小水力事業が地域交流の活性化に貢献していると思いますか？



Q4　小水力事業は移住促進や人口流出に効果をもたらしていると思いますか？



5-3.　アンケートおよびヒアリング調査の結果要約

こうした住民の小水力発電の地域づくりに対する考えは、おおむね前章での文献調査の結果と一致していることが分かった。すなわち、第 4 章の事例調査と本章のアンケート調査により、小水力発電事業は、地域づくりに貢献していると我々は結論付けた。ここで注意したいのが、本文において河川資源と小水力事業は一体であると考え、ただそこにある資源を発電や観光などの形で利用したものを「地域の資源」と定義していることである。

ただし本現地調査からは、依然と小水力発電事業に参加していない住民も多数存在しており、また小水力発電の地域づくりに関してあまり理解していない住民も少なからず存在していることが分かった。石徹白のような小規模な町では、なるべく多くの住民が地域づくりに参加し、その恩恵を受け、地域のコミュニティをより豊かにさせることが今後の課題であると考えた。これらの研究から石徹白での小水力発電は、CO2 の排出削減、地域資源の再発見・再利用に効果的であり、電気料金の節約や売電収益の獲得とそれによる地域維持活動（地域振興）を可能とし、小規模ながらも雇用も生んでいることが分かった。ま

た小水力発電事業を通じて地域内外の交流を促進し地域への移住者を発生させ、過疎化防止の一助になりうることが、明らかになった。特に現地アンケート・ヒアリング調査からは、町の知名度の上昇や街灯の無料化、農地耕作といった地域への再投資、農業用水の活用を人々が例に挙げて小水力への満足を示していたことも確認できた。また売電益による地域への投資、その事業自体による住民たちの交流の活性化、移住促進の一助になっていると石徹白の人々は考えていることが分かった。

前述の通り、石徹白における小水力発電事業は、平野氏など NPO 法人という先導者と、それを支援する石徹白地域の人々によって地域づくりが可能となった。では、このような地域主体性の形成を、また小水力による地域振興を可能とした要因はより具体的に何なのだろうか？現地でのわれわれの問いに対して、平野氏はこのように語っている。

「水力発電は、それ自体が目的ではありません。大事なのは、自分たちの手で暮らしや地域をつくるとか、地域で一つになって未来のために行動することです。顔の見える関係の中で、限られた自然資源を過度に搾取することなく自然と共に暮らしていくこと、次の世代に思いを馳せること、食べ物やエネルギーがどこからやってくるのか知ることや、自分の命がどこへつながっているのかを考えることが大事であります。自然があるから自分たちの暮らしがある、そのことを日々感じているからこそ、「天気がいいですね」と声をかけると「ありがたいね」と返ってくる。感謝するという気持ちが当たり前にある。そういう精神性がベースにあるということが、これから環境や持続可能な社会を考える時に大切なのではないかと思っています」。

このように、石徹白における小水力事業の取り組みや地域づくりの成功の背景には、地域の自然環境への愛着、人と人との強い繋がり、住民自身が地域を振興していくという確固たる意志があったといえる。

第 6 章.　まとめと結論

本稿では、日本の農山村における小水力発電と地域づくりの関係性を明らかにすることと、今後の小水力発電普及への方向性を明らかにすることを目的とし、まず 小水力発電がもつ地域密着型エネルギーとしての魅力と課題を考察した(第 2 章)。そして、小水力発電を含めた再生可能エネルギー事業を支援する制度である固定価格買取制度の現状について考察した(第 3 章)。続いて、石徹白の小水力発電事業に対する事例調査及び現地アンケート調査を通して、小水力発電の取り組みが地域づくりに繋がることと、小水力発電事業が地域の過疎化問題にも寄与することを明らかにした(第 4,5 章)。また、現地ヒアリング調査により小水力発電事業のもたらす効果を享受するためには、事業主体となる地域の人々の意識の大切さ、そして小水力事業を他の地域に適用するには、それぞれの地域の特色を十分に理解することが必要であることも示唆した(第 5 章)。

小水力発電など再生可能エネルギーによる地域づくりは、地域のエネルギー自治に貢献することだけでなく、経済循環をもたらし、そこで暮らす人々に精神的・経済的豊かさも実現させる可能性を持っている。また、パリ協定の成立などにより世界的な流れとなっている分散型エネルギーシステムへの改革が日本でも必要とされている。その中でも特に、小水力発電のポテンシャルは日本の農山村に多く存在しており、適しているため、一層の普及は、分散型エネルギーシステムの普及や、それに伴う地域の過疎化などに対する良い手段にもなる。

次に、小水力発電の課題について検討する。太陽光と風力は、気象や時制条件に大きく左右されるが、小水力は水の流れは気象条件などにさほど左右されないため、乾季や冬季には注意が必要だが、一般に設備利用率が高い。特に、石徹白では、水は地中を通じて引かれているため氷ったりすることがなく年中水量が安定している。一般に、小水力の設備利用率は、太陽光 10～15%、(陸上)風力 20～30%に対し、小水力は 50～90%となっており、小水力は太陽光の 4～5 倍程度となっている。

2 章で述べたが、採算性はやはり大きな課題である。雨が少ない季節には河川の水量が少なくなるため発電量が減少する。そうした変動分を織り込んだ上での年間の発電量の割合は 60%程度と見込まれるが、近年の気候変動による降水量の変化に注意しなければならない。加えて、発電能力は一定だが、それぞれの地域や場所の特性に合わせた建設が必要となるので結果的に発電能力の割には設置コストが高くなってしまうことが大きな難点である。

しかし、機器の設置やメンテナンスが地域の産業で行われる限り大きな利潤を上げる必要がなくなると考えられる。よって、小水力を含む自然エネルギーの利用には、採算性に対する視点を変える、地域づくりといった社会的意義を内部化した新しいビジネスモデルで考えていく必要がある。そのために、現行のような固定価格買取制度の維持や各補助金制度は事業ハードルを下げる意味合いにおいても欠かせない。現在太陽光発電による固定価格買取制度の発電電力の買取単価が大きく縮小しているが、小水力発電の地域価値と設置上の難点を考えるときに少なくとも現行制度の維持は普及に不可欠であると判断する。

まだ小水力発電は、制度当初の買取価格が維持されているが、今後国民負担を減らす理由で下がる可能性は十分ある。メガソーラーなど規模の経済が高く、地域価値の余地の低い再エネは下落傾向にあることは認めても、小水力のような地域価値の高い再エネは、その公共性を高く評価し、買取価格の維持を提言したい。今回の石徹白は比較的流量が豊富な地域なので、このような小水力事業が成立できたが、流量の少ない地域は、固定価格が下がると採算が取れない恐れがあるため、支援制度の維持は必要不可欠である。

また小水力発電事業の住民参加をより容易にするためには、河川などの公共性が高いものは担保にし難く銀行からの融資が受けづらいので、国や県などからの補助金や銀行からの融資を受け取りやすくなるような制度設計が必要となる。

そして、小水力においては、そのポテンシャルの多くが秘められている農山村が、潜在する資源に気づくことが大切である。それによってエネルギーの自給につながり、外部に頼らない持続的な生産を可能とする農山村が実現するはずである。このように、地域で自然エネルギーの利用に取り組むことは、地域の将来を考えることに繋がっている。そしてその発想に立つことで、例えば地域産業の関わり方や地域資源の開発・運営を地域に定着させるための事業体、それを支える地域行政、そして住民参加を積極的に誘導するリーダーの存在が必要である。

最後に、石徹白以外の地域では小水力発電事業の可能性について考えたい。地域振興には人々の結び付きが必要不可欠である。石徹白の事例から、小水力発電事業は、それ自体が住民の結び付きを強くする機能を備えていると考えられる。しかし、小水力発電事業をしたからといって他の地域も石徹白のように住民が結束し、地域を再生、振興していけるとは限らない。なぜなら、当然だが、それぞれの地域には多様な地域資源が存在し、立地や環境条件、その地域の歴史によって形成された住民性など、地域毎に異なった特色を持っている。それにより、各々の地域で適している再エネ電源も異なるからである。つまり、石徹白の事例を、ただそのまま取り入れるだけでは、小水力発電が地域づくりにつながらないということである。各々の地域性をしっかりと捉えた主体の存在とそれを支える地域の行政と制度作りが欠かせないということになる。

謝辞：本稿は名城大学 MS-26 推進事業の成果の一部である。研究支援についてこの場を借りて感謝の念を表したい。また石徹白の小水力発電の見学の際には、多大な協力をいただいた NPO 法人「やすらぎの里いとしろ」の理事長をはじめ関係者の方々にもこの場を借りて深くお礼を申し上げたい。

【参考文献】

・赤司 研介（2016）『土地に宿る知恵や精神性を時代にふさわしい形でよみがらせる。小水力発電から始まった、岐阜県石徹白集落に暮らす 270 人の「持続可能な農村」へ向けた挑戦』(経済産業省資源エネルギー庁 GREEN POWER プロジェクト)
https://greenz.jp/2016/12/19/itoshiro/
・磯山　友幸(2016)　『自立の精神を取り戻す　石徹白の小水力発電』　Wedge Infinity
・鬼頭　秀一（1996）『自然保護を問い直す～環境倫理とネットワーク～』　ちくま新書
・環境省（2011）　『中小水力発電の賦存量および導入ポテンシャル』
http://www.env.go.jp/earth/report/h22-02/05-chpt5.pdf
・環境省小水力情報サイト
https://www.env.go.jp/earth/ondanka/shg/page01.html

・ 木村 啓二（2017）『固定価格買い取り制度　5 年の成果と今後の課題』 自然エネルギー財団
・国土交通省 HP　（政策・法令・予算）　『流水の占用許可制度』
housaku_02_1602.pdf
・小林　久（2013）『コミュニティ・エネルギー　- 小水力発電、森林バイオマスを中心に - 』（第 2 章　コミュニティ・エネルギーに挑む農山村 - 小水力発電を事例に - ）
・査 蕾，竹歳 一紀（2016）『小水力発電が農山村地域の課題解決に果たす役割
―岐阜県郡上市石徹白地区と奈良県吉野町を事例として― 』）　52 巻 4 号 p. 247-252
・資源エネルギー庁（2016）『電力統計データ』
・資源エネルギー庁（2017）『再エネコストを考える』
http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/saiene/saienecost.html
・清水徹朗（2012）『小水力発電の現状と普及の課題』
https://www.nochuri.co.jp/report/pdf/n1210re1.pdf
・J-STAGE　https://www.jstage.jst.go.jp/article/arfe/52/4/52_247/_html/-char/ja/
・新妻　弘明（2011）『地産地消のエネルギー』
・平野 彰秀(2014)『100 戸の集落で農協を新設し，小水力発電所建設へ』季刊地域 18，p.84-85.
・保母　武彦（2013）『日本の農山村再生への展望』
・正岡　謙司（2015）『小水力発電による農村振興』
・松尾 寿裕・ 伊藤　康(2014)　『小水力発電の意義と普及のための課題』　中小商工業研究　118，55-66.

付録

アンケート調査協力のお願い

私たちは名城大学経済学部の学生で小水力発電と地域づくりについて研究を行っています。恐れ入りますが、純粋な学術目的であり、アンケートにご協力お願いします

〇差し支えなければ下記の欄に年齢、性別、職業をお書きください。

年齢（　　代）　　性別（　　）　　職業（　　）

＊職業は会社員、農家、自営業、専業主婦、学生、その他でお願いします。

Q1.　地域に小水力発電が設置されていることについてどう思いますか

①　とてもよかった　②ある程度よかった　③あまりよくなかった　④あまり関心のない

（良かった場合その理由：　　）

（あまり良くなかった場合その理由：　　）

Q2.　農協の小水力設立に出資について

①　出資していない　②出資し、とても満足している　③出資し、ある程度満足している　④出資し、あまり満足していない

（満足する場合その理由：　　）

（満足しない場合その理由：　　）

Q3. 小水力発電は地域振興に貢献していると思いますか？

①　とてもそう思う　②ある程度そう思いう　③あまりそう思わない　④わからない

Q4. 小水力発電は地域交流活性化に貢献していると思いますか？

①とてもそう思う　②ある程度そう思いう　③あまりそう思わない　④わからない

Q5.　小水力は移住の促進や人口の流出防止に効果があると思いますか

①　とてもそう思う　②ある程度そう思う　③あまりそう思わない④　よくわからない

Q6.　この地域で最も適している再生可能エネルギーは何だと思いますか

（需要順位で１，２，３までお願いします）

①小水力　②太陽光　③風力　④バイオマス　⑤その他（　　）⑥わからない

再生可能エネルギーの活性化に関する意見がありましたらお願いします

＝アンケートにご協力いただき、ありがとうございました。＝