

京都大学大学院経済学研究科
再生可能エネルギー経済学講座
ディスカッションペーパー

村レベルの再生可能エネルギー100%による地域付加価値創造分析

— 発電事業と熱供給事業 —

Local Value-Added Creation of 100% Renewable Energy at Village Level

Power Supply and Heat Supply Business from Renewables



2019年11月15日

15th November 2019

京都大学大学院経済学研究科

特定講師

中山琢夫

Takuo NAKAYAMA

Senior Lecturer,

Graduate School of Economics,

Kyoto University



村レベルの再生可能エネルギー100%による地域付加価値創造分析

－ 発電事業と熱供給事業 －

Local Value-Added Creation of 100% Renewable Energy at Village Level

Power Supply and Heat Supply Businesses from Renewables

京都大学大学院経済学研究科 特定講師 中山琢夫

Takuo NAKAYAMA

Senior Lecturer, Graduate School of Economics, Kyoto University

Abstract:

Renewable energies (REs) have great potential for revitalizing rural areas. In advanced area of introduction of REs, 100% energy self-sufficiency by REs has been reached. In this paper, in order to look out 100% REs at village level, RE businesses are classified into power generation and heat supply businesses, then estimated by using local value-added analysis whether it had an economic effect with cooperation of Nishi-Awakura village in Okayama prefecture. In this village, 70% of electricity can be self-sufficient if the small hydro power plant under construction start operation. Similarly, 40% of heat can be self-sufficient if district heat supply system using woody biomass under construction start operation. By using actual and planning value of such project in this village, the amount of electricity and heat required for self-sufficiency in the village by 100% REs are estimated for electricity and heat respectively. Furthermore, by multiplying the local value-added creation unit price determined from the power generation and heat supply businesses in operation in the same village, the amount of local value-added creation by 100% REs self-sufficiency was estimated. This analysis only showed single platform for 100% REs area. It is hoped that each local subject will think and make sustainable scenario and implement it by using this kind of analysis.

Keywords: 100% Renewable Energy, Rural Area, Small Hydro Generation, PV Generation, Woody Biomass Thermal Supply, Local Value-added Analysis

要旨

農山村地域の活性化にとって、再生可能エネルギー（再エネ）は大きなポテンシャルを秘めている。再エネ導入の先進的な地域では、すでに再エネ100%自給を展望できるレベルに達している。本稿では、村レベルの再エネ100%を展望するために、岡山県西栗倉村の協力の下、同村における再エネ事業を発電事業と熱供給事業に分類して、その事業がどの程度地元地域に経済効果をもたらしているのかを、地域付加価値創造分析を用いて試算した。同村ではすでに、現在工事中の小水力発電所の稼働が始まれば電気の7割を自給することができる。同様に、工事中の木質バイオマスによる地域熱供給の稼働が始まれば、熱の4割を自給することができるという。村内におけるこうした事業の実績値・計画地を用いて、100%再エネによる電気と熱の地域内自給に必要な量を電気と熱でそれぞれ推計し、さらに同村で運転中の発電事業、熱供給事業から割り出した地域付加価値創造単価を掛け合わせることで、100%再エネ自給による地域付加価値創造額を推計した。本分析は、再エネ100%に向けた一つの叩き台を示したに過ぎない。このような分析を活用しながら、実施する自治体内の各主体が自ら持続可能なシナリオを構築し、実践することが望まれる。

キーワード：100%再生可能エネルギー、農山村地域、小水力発電、太陽光発電、バイオマス熱供給、地域付加価値創造分析
(2019年10月5日受理)

1. はじめに

今日、農山村地域の自然環境が劣化し、その生態系サービスの生産能力の低下が問題となっている。それは、これまで人の手が適切に入ることによって維持されてきた、里地・里山と呼ばれるような二次的自然の荒廃を意味している。なぜ二次的自然は荒廃しているのだろうか。なぜならば、農山村の自然に人が手を入れる経済的インセンティブが薄れているからである。里地里山の直接的利用価値が低くなっているからこそ手が入らず、結果として間接的利用価値や、非利用価値の生産能力も低下しているのである。

再生可能エネルギー事業は、カーボンニュートラルの原則のもとでは二酸化炭素を排出しないから、環境的にも優しいとされる。一方で、地域経済にとっては地域資源を利活用してエネルギー事業を営むことで、二次的自然（里地・里山）の利用価値が新たに生じることになる。こうして直接的利用価値が高まって、供給サービスの適正利用が進めば、調整サービスや生息・生息地サービス、文化的サービスなどの生産能力を高めることが期待できる。つまり、地域経済社会にとっては、エネルギー事業という経済効果と、二次的自然環境整備という環境効果の、両方の効果を狙うことができる。

一方で近年、日本の地方自治体レベルにおいて、国連の持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals : SDGs）による地域活性化が注目されている。SDGs そのものは、基本的に国レベルを単位としてグローバルスケールの課題解決のための枠組みとして企画、提案されたものであるから、自治体レベルの課題解決に活用しようとする場合、そのままでは利用しにくい状況が発生する。そのため、地域レベルの課題解決に適用するためにローカライズする必要がある。

日本では、地方創生や、強靱で環境に優しいまちづくりを目指し、政府が一体となって、「SDGs 未来都市事業」を推進し、先進的モデルとなる自治体を支援している。SDGs を全国的に実施するためには、広く全国の地方自治体およびその地域で活動するステークホルダーによる、積極的な取り組みを推進することが不可欠である。この観点から、各地方自治体に、各種計画の戦略、方針の策定にあたっては SDGs の要素を最大限反映することを奨励しつつ、関係府省庁の施策等も通じ、関係するステークホルダーとの連携の強化等、SDGs 達成に向けた取り組みを促進することとなっている（村上ら 2019）。

この枠組みによって、2018年6月には、全国29自治体が内閣府によってSDGs 未来都市および自治体SDGs モデル事業に指定されている。こうした中央政府による支援によるものだけでなく、自治体において独自の取り組みを行う例も盛んにみられるようになってきた。これは、世界だけでなく日本においても、自治体レベルで環境エネルギー、経済分野の持続可能な地域の発展が望まれていることを示している。もちろん、環境的に負荷が少なく、さらに地域の経済的な発展が展望される、地域主導の再生可能エネルギー（以下、再エネと略す）の推進が重要な発展要素となってくる。

このSDGsのアジェンダのうち7番目は、「7. エネルギーをみんなにそしてクリーンに」と設定され、すべての人々に手頃で信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセ



スを確保することを目標としている。同時に「8. 働きがいも経済成長も」「11. 住み続けられるまちづくりを」「9. 産業と技術革新基盤をつくろう」「12. つくる責任 つかう責任」「13. 気候変動に具体的な対策を」といったアジェンダが設定される。

2012年、日本において本格導入された再エネの固定価格全量買取制度（Feed in Tariff：FIT）のインパクトは絶大なものであった。その後、太陽光発電を中心に大量の新規導入が進展するとともに、さまざまな議論を呼んだ。ただし、この制度によって、とりわけ太陽光発電ではその目的どおり、学習曲線が効いて、年を追う毎に大きく下落していることは間違いない。

化石燃料に依存しない分散型の再エネは、FITによる下支えがある発電事業を中心に、さまざまな事業者の新規参入を促している。それは、コミュニティにも大きな参入のチャンスをもたらした。2012年当時、FIT買取価格によって再エネ発電に人々の関心が集中した一方で、理論的にエネルギー効率の高い、太陽熱やバイオマスの直接熱利用の可能性も議論に上った。

地域コミュニティ、もしくは自治体による分散型の再エネ事業は、海外から輸入する化石燃料に依存しないからCO₂を排出することなく、一方でウラン燃料にも依存しないから、環境的な負荷が小さいことはいうまでもない。重要なのは、これまで地域コミュニティや自治体が、自らエネルギー事業に参入することによって、新たな富を得、地域の持続可能な発展に資する経済活動を新たに始めることができるチャンスが訪れたことである。

本稿では、人口約1500人程度の山間地域の岡山県西栗倉村における小水力発電事業、太陽光発電、木質バイオマスの熱供給事業によって、地域経済効果を得られていることを、我々が用いている地域付加価値創造分析を使って明らかにする。また、日本では固定価格買取制度の対象とはなっていない熱供給事業においても、地産地消のビジネスモデルをうまくデザインすれば、地域経済的な合理性を持つことを示す。

2. エネルギー事業評価における定量分析の必要性

本章では、エネルギー事業評価における定量評価、とりわけ経済的な側面における定量分析の必要性について述べる。その内容は、大きく分けて二点である。

第一に、エネルギー事業そのものの事業性を担保する必要があることがあげられる。コミュニティレベルの再生可能エネルギー事業は、従来型の大規模火力発電や原子力発電と比較して、規模が小さく基本的に分散型である。

ただし、いかに規模が小さくとも、その導入のための初期投資として決して少なくない費用が必要である。そのためのファイナンスを得るためには、事業実施期間を見越した事業計画が必要である。再生可能エネルギーは環境に優しいからといって、それが赤字経営計画であれば金融機関ほか出資者が、その事業に参入することは不可能である。

さらに、発電事業や熱供給事業は、いわば公益事業、地方自治体が直接行う場合は公共事業である。公益事業は、公衆の日常生活に欠くことのできない事業であるから、その事業は

安定的に電気や熱を需要家に供給しなければならない。その事業は営利を伴ってもよいものの、安定供給ができないようなずさんな経営体質であれば、その社会的責任を果たすことはできない。

第二に、エネルギー事業をとおして、その自治体、地域に継続的に富がもたらされるかどうかである。ドイツにおける協同組合や自治体公社による再生可能エネルギー事業では、温室効果ガスを排出しないという意味で環境に優しいという理由だけでなく、地域の地域経済効果を狙って独自に行うものが少なくない。そういったときにしばしば用いられるのが、本章でも利用している地域付加価値創造分析である。

再生可能エネルギーは、海外から輸入を強いられる化石燃料や核燃料に依存せず、地元地域に賦存する太陽光、風、水資源、バイオマス資源、地熱資源などを利活用する。したがって、地域資源を利活用した新たなビジネスを展開する可能性があるが、燃料調達の必要なバイオマス事業を除き、その他の発電・熱供給をはじめとするエネルギー事業は、一度そのための設備を作ってしまうと、その後はメンテナンス作業だけになる。その意味では、資本集約型産業である。

資本集約型産業では、労働集約型産業と比べて雇用効果は少ない。それはとりわけ運転開始後顕著になる。つまり、地域外からの出資が大部分を占める場合、その地元地域に帰属する経済効果は限定的になり、売電収入、熱供給により売上から経費を除いた事業者の利潤は、地域外に流出してしまうことになる。

再生可能エネルギー事業は、地元で賦存する自然資源を利活用し、地域に新たな富をもたらすポテンシャルをもった有益な事業である。とりわけ、エネルギー事業においては事業者の利潤が付加価値創造の大部分を占めることになる。この富の大部分が、大手資本によって域外流出するとすれば、それは地元地域にとってもったいないと言わざるをえない。

こうした地域における経済効果を、地域のステークホルダーにも理解しやすいように設計されたのが、ドイツを中心に発展・普及してきた地域付加価値創造分析モデルである。地元地域が、自治体レベルで将来どの程度経済的な効果を得られるのかを定量的に明らかにすることは、その事業を始めようとする時に、地元の理解を得るために有益である。また、エネルギーの需要は安定的に続くわけであるから、将来の自治体経営を考える際にも有用である。

3. 地域付加価値を分析する経済モデル

我々は、地域レベル、とりわけ自治体レベルの再エネの経済効果を測定するために、地域付加価値創造分析モデルを用いている。これは、分散型の再エネの普及・導入の先進国であるドイツで開発され、普及しているものである (Heinbach et al. (2014), Hirschl et al. (2010), Kosfeld und Gückelhorm(2012), IfaS und DUH,(2013), Hoppenbrock und Albrecht(2009), BMVBS(2011)など)。

重要となるのは、地域の経済効果をいかに計るか、という課題である。再エネの普及導入先進国ドイツでは、再エネの拡大と、その結果としての経済効果に関する分析に多くの蓄積がある。ただし、その多くは国家レベルや州レベルのものであり、自治体レベルでの経済効



果を緻密に計ったものは、近年までほとんどなかった。

日本でも、再生可能エネルギーによる地域経済効果を分析した研究成果は、次第に蓄積されようとしている。これらはほとんど、産業連関分析を用いたものである(中山ら、2015)。とりわけ中村ら(2012)と、一連の『環境・地域経済両立型の内生的地域格差是正と地域雇用創出、その政策実施に関する研究』は、自治体レベルに焦点をあて、実証的基礎データをもとに、地域経済波及効果をシミュレーションしているという点で、先駆的であり、斬新な研究であるといえる。

欧米においても、産業連関分析が先行している傾向は同様である。こうした試算は、主として国家レベル、ないしは州レベルで行われている。レオンティエフの逆行列によって、その乗数効果の確からしさが世界的に認められている産業連関分析は、多額の予算と時間を用いて作成される国家レベル・州レベルの産業連関表を用いることで、信頼性を確保している。ところが、自治体レベルにこれを按分しようとする、さまざまな課題が生じる。

日本における産業連関表をもとにした分析も同様である。産業連関表は、国レベル、経済産業局レベル、都道府県レベル、政令指定都市レベルといった具合に、トップダウン的に地域を限定して小地域化してゆくから、市町村レベルにまで加工してゆく過程において、どうしても、その制度が粗くなってしまうという課題がある(小長谷・前川、2012)。

こうした課題を解決するために、ベルリンにあるエコロジー経済研究所(Institut für ökologische Wirtschaftsforschung: IÖW)をはじめ、いくつかの研究機関では、Porter(1985)がいうところの「バリュー・チェーン」を用いることで、精密に地域経済付加価値を計るモデルを開発した(Hirschl et al., 2010)。これは、生産面からみた域内総生産と同義であると定義される。

IÖW モデルには、現在、分散型電源や熱利用施設、バイオ燃料の輸送・供給、木質燃料による熱電併給、地域遠隔熱供給といった、代表的なポートフォリオから、広範囲にわたるバリュー・チェーンが含まれている(Heinbach et al., 2014)。

つまり、電力・熱供給・バイオ燃料領域について、全ての技術、プラント規模において、ドイツの平均的な自治体に適用可能である。このモデルは、ドイツ固有の状況に合わせて設計されており、企業の収益性、生産性市場、賃金レベル、ドイツの課税システムといった、ドイツ特有の投入データが含まれている。

しかし、このアプローチでは、移転先の国特有のデータが入手可能であり、税制度が適用可能であれば、当該国にも移転可能である。日本でもこうしたデータは一定の範囲において入手可能であるから、日本における適用も可能となる。

そこで、このモデルを応用して日本版にアレンジし、平均的な地域に適用可能にしたものを地域付加価値創造分析モデルと呼んでおり、さらに地域特性に合わせて詳細分析を実施することができる(諸富編著(2019)、中山(2018)、小川・ラウパッハ(2018)、山東(2017)、中山ら(2016)、ラウパッハら(2015)、Raupach-Sumiya et al.(2015)、Raupach-Sumiya(2014)など)。

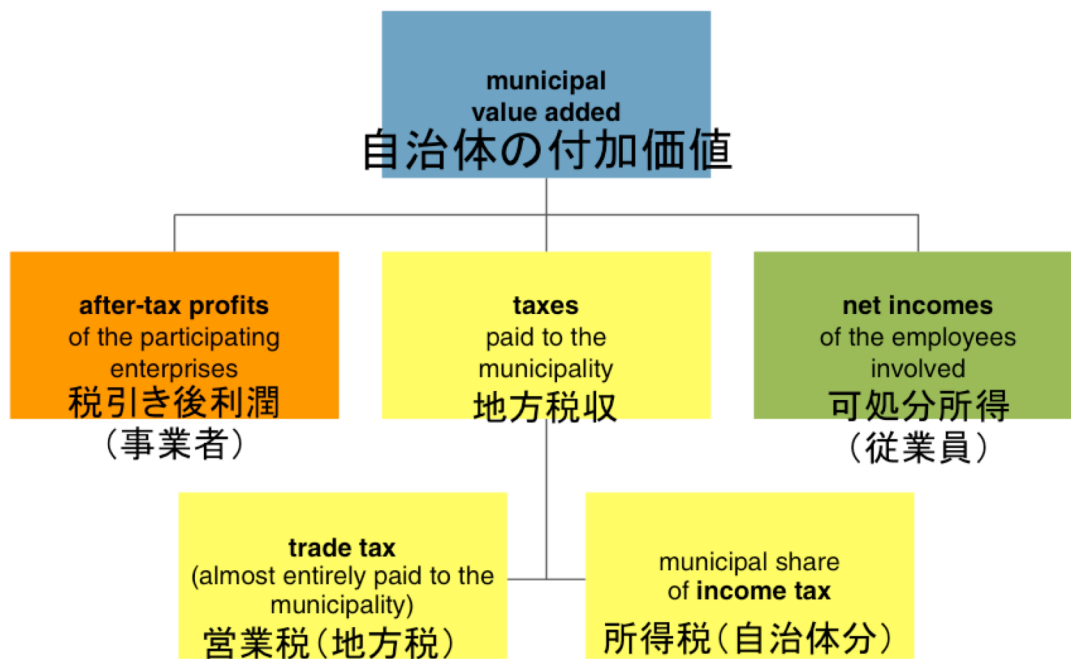


図 1 自治体の付加価値の要素。

出所：Heinbach et al. (2014)より作成

表 1 再生可能エネルギー事業のバリュー・チェーン

出所：Heinbach et al. (2014)より作成。

事業開始時（1 回限り）	
①	システム製造段階
②	計画・導入段階
運転開始後毎年（運転期間中）	
③	運営維持段階（O&M）段階
④	システムオペレーター段階

バリュー・チェーンは、再エネ施設の様々なライフサイクルの段階を反映して、一様に、4つの段階に分解される。それらは、一回だけ計上される①「システム製造段階」、②「計画・導入段階」と、施設の耐用年数期間を通して、継続的に年々発生する③「運営・維持(O&M)段階」、④「システムオペレーター段階」である。

①「システム製造段階」とは、いわゆる設備の製造段階である。たとえば風力発電の場合



は、発電機やタワー、ブレード(羽根)などの部品製造のことを指す。②「計画・導入段階」とは、基礎工事、運搬、系統連系、設備組立などのことを指す。③「運営・維持(O&M)段階」とは、経営管理の技術的側面のこと、保守管理、保険、土地賃借代、外部資本による資金調達などが含まれる。④「システムオペレーター」段階とは、会社経営から産み出される所得のこと、具体的には、事業者の税引き後利潤、地方税収などが含まれる(諸富,2013)。

これらのバリュー・チェーンの4つの段階は、電源毎の特定の技術によって、さまざまなバリュー・チェーンのステップに、さらに細分化される。

こうしたバリュー・チェーンに対応する形で、本手法では、付加価値創造が三つの要素に分解される。その三つの要素とは、(1)事業者の税引き後利潤、(2)従業員の可処分所得、(3)地方税収である(図1)。これらの三要素を、積み上げ方式で足し合わせたものが、再生可能エネルギー事業における、地方自治体の地域付加価値創造額と定義される。

4. 地域付加価値創造分析モデルによる再生可能エネルギー事業の評価

4.1 村レベルの再生可能エネルギー事業

分散型の再エネ事業は、その地域に賦存する再エネ資源、たとえば、その地域に照る太陽光、その地域に吹く風、その地域に降った雨や湧水が集まった水、その地域で生育したバイオマス資源、その地域の地下から噴き出す地熱資源等を活用するのが基本原則である。

農山村地域、とりわけ山間地域と呼ばれる急峻な山に囲まれた地域では、小水力発電と木質バイオマス熱利用のポテンシャルが高い(中山(2016)、中山他(2016)、中山(2015)など)。小水力発電の出力は、取水地点と発電地点との間の落差と入手可能な水の流量に依存する。その点で急峻な地形は優位性を持つ。一方で、山林に関する仕事に付随して木質バイオマス資源を入手できるならば、それを熱源として有効活用することができる。

そこで、本章では、村として再エネ事業を積極的に展開している岡山県西粟倉村の協力のもとに得られたデータを用い、村における地域付加価値創造分析を行う。西粟倉村は「環境モデル都市」として有名であり、低炭素モデル地域の創造を目指している。安定した発電収入となる小水力発電事業、木質バイオマスボイラーの導入を先導的に実施し、さらに太陽光・太陽熱・EV導入を進めることで、エネルギー自給率100%を目指している。

今回の分析では、再エネ事業を実施するにあたり、最初に一度だけ生じる設備投資を「計画導入段階」としている。第2章における③「運営維持(O&M)段階」および④「システムオペレーター段階」は、再エネ設備が運転開始後稼働期間を終えて廃棄されるまでの期間の「運転維持・事業マネジメント段階」として、累積値で求めた。

「計画・導入段階」では、再エネ事業を実施するにあたり、最初に1度のみ生じる設備投資を扱う。ここでは事業や設備に関する企画・設計や設備の購入、設備の設置に関わる工事などが行われる。また事業の資本構成、借入の条件に基づいて事業期間中の返済計画が作成される。この段階で生じる地域付加価値は企画・設計や設置に関わる工事などのうち、対象とする地域に存在する事業者が行う活動についての、被雇用者所得や事業者の利潤、これら

に対して課税される市町村住民税や市町村法人住民税となる。

一方、「運転維持・事業マネジメント段階」は再エネ設備が稼働期間を終えて廃棄されるまでの期間である。この段階については、年ごとにエネルギー生産量、売上、維持管理費などを個別に推計し、再エネ事業のキャッシュフローを作成する。これにより、再エネ事業そのものが生み出す付加価値が明らかとなり、事業の資本構成（地域内外比）を加味することで、事業が直接地域にもたらす付加価値を推計することができる。

また、再エネ事業から支払われた維持管理費のうち、木質燃料の購入など分析対象地域内の事業体に支払われた費用から、地域内の被雇用者所得や事業者の利潤が推計される。そして再エネ事業や関連する地域内事業体の被雇用者所得、事業者利潤から、市町村住民税や市町村法人住民税を推計することができる。また固定資産税のように、事業の利益に関わらず発生する税についても年ごとに個別の推計を行っている。

なお、本章における分析は、中山（2018）をもとに、より詳細分析を加えたものである。

4.2 発電事業

発電事業として同村で実施されているのは、小水力発電事業と太陽光発電事業である。同村では、小水力発電所 M（290kW）、K 水力発電所(5kW)、N おひさま発電所（48.6kW）、道の駅太陽光発電所（20kW+20kW+15kW）が運用されている。また、あらたに O 小水力発電所（199kW）が計画中であり、2020 年度からの稼働を目指している。

【小水力発電所】

まず、小水力発電所 M は、290kW の設備容量を持つ小水力発電所であり、既存の小水力発電所を改修して 2014 年に稼働を開始した。設備投資に必要な費用は約 3 億円とされ、全て村の独自予算によりまかなわれている。支出に補助金が含まれているが、これは事前の検討にかかった費用について補助を受けたものであり、事業実施そのものは全て村の予算から支出されている。固定価格買取制度（FIT）の適用を受けており、発電された電力は 20 年間に渡って 29 円/kWh で売電される。分析結果は図 2 のとおりである。

分析の結果、本事業は投資や運転維持に必要な費用の 3 倍以上の地域付加価値を創造する

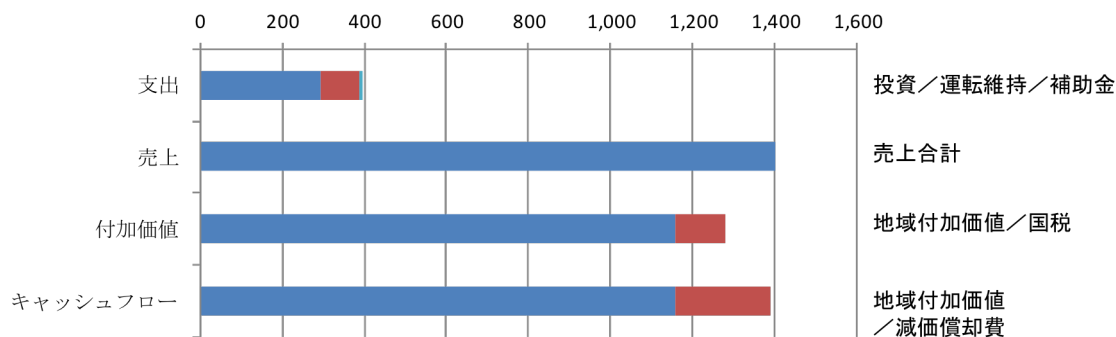


図 2 小水力発電所 M による地域付加価値創造額（単位：100 万円）

注：設置～稼働 20 年目までの累積

出所：西栗倉村のデータをもとに分析

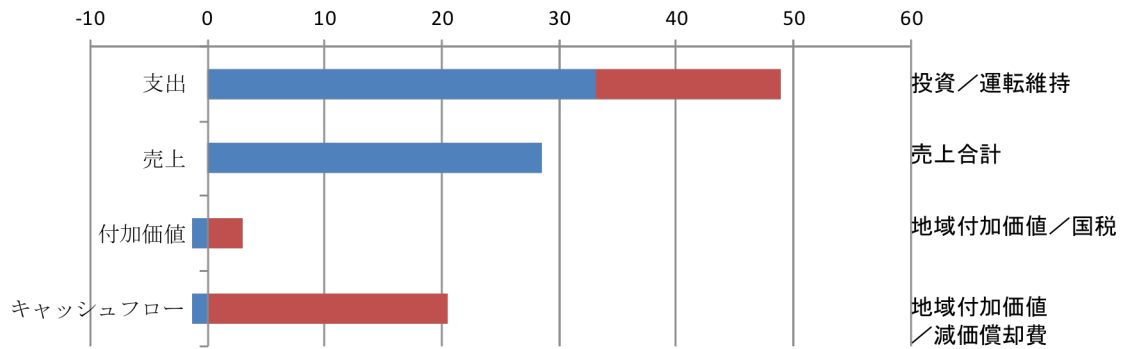


図3 K小水力発電所による地域付加価値創造額（単位：100万円）

注：設置～稼働20年目までの累積

出所：西栗倉村のデータをもとに分析

ことが明らかとなった。FIT 価格で想定されている投資額や運転維持費に対し、実際に必要となった費用が小さかったことが、本事業が大きな付加価値を生んでいる要因と考えられる。小水力発電は FIT が適用される 20 年を超えて稼働することも考えられ、本事業は長期に渡って地域に付加価値をもたらすことが期待される。

なお水力発電に関わる設備の中には、減価償却期間が 38 年ないし 57 年と 20 年以上の長期に及ぶものも存在するため、上図では投資にかかった費用と減価償却費が一致しない。つまり、稼働 20 年後も安定して発電することが想定され、その売電益によってさらに継続的な地域経済付加価値を生み出し続けることが期待される。ただし稼働 21 年目以降は FIT による固定価格買取が終了するため、自家消費（域内消費）も含め、売電方法を工夫することが課題となる。

このほか、村には 5kW の設備容量を持つ K 水力発電所がある。これは、防災目的に設置された発電所で、2016 年から稼働を開始している。設備投資に必要な費用は 3,300 万円とされ、全額を村が独自予算で支出した。FIT の適用を受けており、発電された電力は 20 年間に渡って 34 円/kWh で売電されている。

同様に分析してみると、本事業は投資や運転維持に必要な費用の 40% 程度の地域付加価値しか生み出していない。投資額に対して 20 年間で想定される売上の方が小さくなっており、事業としての採算性が確保されていないからである（図 3）。しかしながら、本施設の設置目的は防災であり、再エネ事業単独で経済効果を狙うものではないため、その妥当性については別途議論が必要になる。

さらに、同村では 199kW の設備容量を持つ O 小水力発電所が、新たに設立する SPC (Specific Purpose Company : 特定目的会社) によって、2020 年からの稼働を目指して計画が進展している。設備投資に必要な費用は約 4.5 億円とされ、村内の企業が 100% 出資し、必要な資金の 2/3 を県内の金融機関からの借り入れによって調達して事業を実施する計画となっている。固定価格買取制度 (FIT) の適用を受け、発電された電力は 20 年間に渡って 34 円/kWh で売電する計画となっている。分析結果は図 4 に示すとおりである。

分析の結果、本事業は設置から稼働 20 年目までの累積で、約 3 億円の地域付加価値を生み

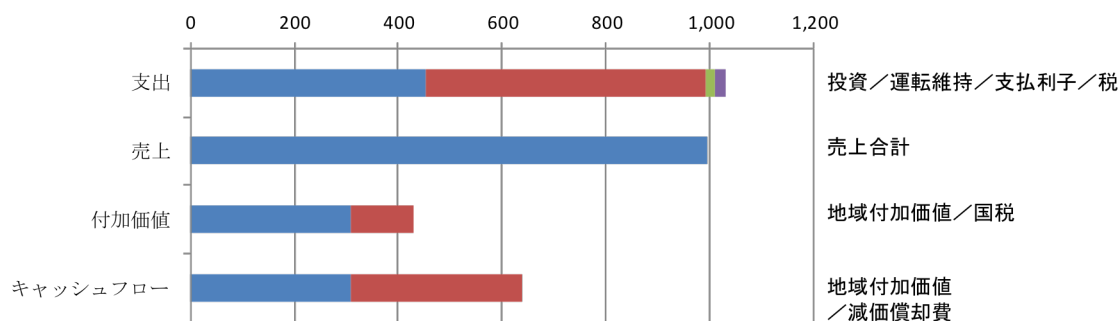


図4 O小水力発電所による地域付加価値創造額（単位：100万円）

注：設置～稼働20年目までの累積

出所：西粟倉村のデータをもとに分析

出すことが明らかとなった。毎年積み立てる設備の廃棄費用引当金が初期投資額の4%あまりと相対的に大きく、事業の利益が圧迫されている。一方で、維持管理に必要な人件費は小さく、事業に従事・関連する被雇用者の所得が小さいため、運転維持・事業マネジメント段階における地域付加価値の源泉は主に事業者（電力事業者）の純利益や固定資産税を中心とする市町村税となっている（図4）。

このように、発電容量の規模、事業経営主体の違い、およびファイナンス方法の違い、そして売電価格の違い等の要因により、各発電所によってコスト構造は異なっているものの、これらの小水力発電所による支出・売上、付加価値を合計したものが、図5である。

小水力発電所Mと比して、採算性の乏しいK小水力発電所や運転維持費用を高く設定しているO小水力発電所を合計してもなお、村内3事業の小水力発電事業では、投資や運転維持に必要な費用の1.6倍程度の売上がある。これらの事業によって村内にもたらされる地域付加価値は、設置から稼働20年目までの累積で約15億円になると推計される。

図6は、村内小水力発電3事業の地域付加価値の帰属先を示している。この図は、従業員

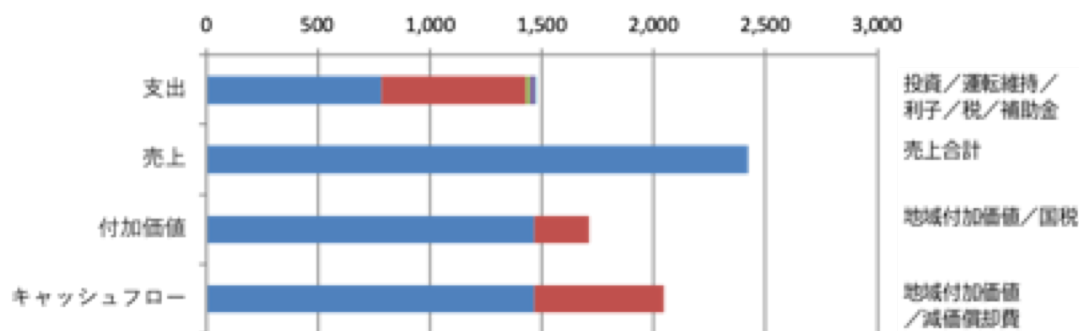


図5 村内3小水力発電所による地域付加価値創造額（単位：100万円）

注：設置～稼働20年目までの累積

出所：西粟倉村のデータをもとに分析

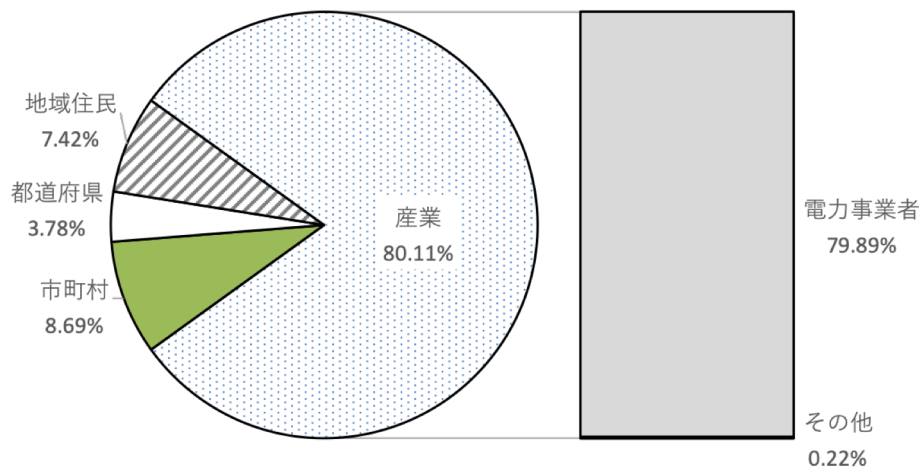


図6 村内小水力発電3事業の運転・維持段階における地域付加価値帰属先
(所得支払い後)

注：設置～稼働20年目までの累積値ベース

出所：西栗倉村のデータをもとに分析

への所得は支払った後の、事業者の利潤、地方税収から見た付加価値の帰属比率を示している。

その大部分である8割程度は産業部門のうち電力事業者（発電事業者）に帰属する。産業部門のその他に該当するのは、メンテナンス等を担う機械等修理業者である。地元の村や県への税収は14%強、事業に出資した地域住民へも7%強帰属している。

【太陽光発電事業】

Nおひさま発電所は48.64kWの設備容量を持つ太陽光発電所であり、西栗倉コンベンションホールの屋根に設置されて2014年から稼働を開始している。施設の屋根を西栗倉村が無償で貸し出し、災害時の非常用電源とするほか、環境教育にも活用されている。

設備の設置にかかる費用は、村民28名からの出資4,900万円と、岡山県の地方銀行からの融資1億円によってまかなわれている。事業主体は岡山市のNPO法人が担っており、収益の一部は中山間地域の活性化に資する取組への支援にも活用されている。本事業もFIT制度の適用を受けており、発電された電力は20年間に渡って36円/kWhで売電される。分析結果を図7に示す。

分析の結果、本事業は投資や運転維持に必要な費用の50%以上の地域付加価値を生み出すことが明らかとなった。売上は投資額や運転維持費、利子、税を合計した支出総額よりも大きくなると推計され、事業の採算性は確保されている。付加価値の配分としては事業そのものの純利益が最大であり、これは事業のオーナーシップを持つ村内の出資者に帰属するため、地域にとって価値のある事業になっていると言える。

運転維持費は年間で約178万円であるが、そのうち148万円は「その他のコストと収入の差額」として地域外への支払いとなっている。これは事業主体となっているNPO法人への支

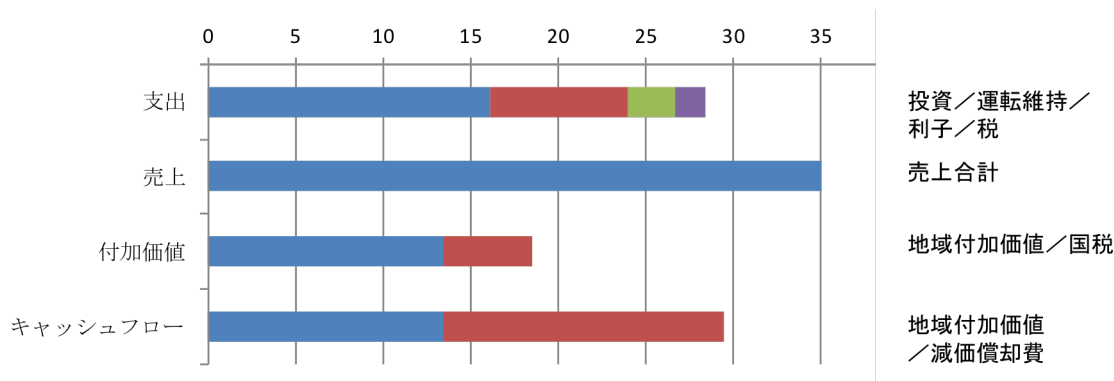


図7 N おひさま発電所による地域付加価値創造額 (単位: 100 万円)

注: 設置～稼働 20 年目までの累積

出所: 西粟倉村のデータをもとに分析

払いと推測される。

もうひとつ、道の駅太陽光発電事業は N おひさま発電所と同様に村が屋根貸しを行って、20kW の設備を 2 カ所、15kW の設備を 1 カ所設置する予定となっている (2017 年 8 月時点)。また資金調達についても N おひさま発電所と同様に村民出資と金融機関からの借入によって実施することが想定されている。

本分析では稼働開始を 2018 年、FIT 制度の適用を受けて発電した電力を 20 年間に渡り 21 円/kWh で売電するものと想定した。また投資総額については村が想定している価格、総額約 6,800 万円として分析を行った。分析結果を図 8 に示す。

分析の結果、本事業は投資や運転維持に必要な費用の 20%程度の地域付加価値を生み出すことが明らかとなった。投資額に対して 20 年間で想定される売上の方がわずかに小さくなっており、事業としての採算性が確保されていない。その要因としては、最新の、安価になった買取価格を適用して分析したことが挙げられる。すでに FIT の認定を取得済みで、より高い買取価格が適用される場合は事業として採算性が成り立つと考えられる。

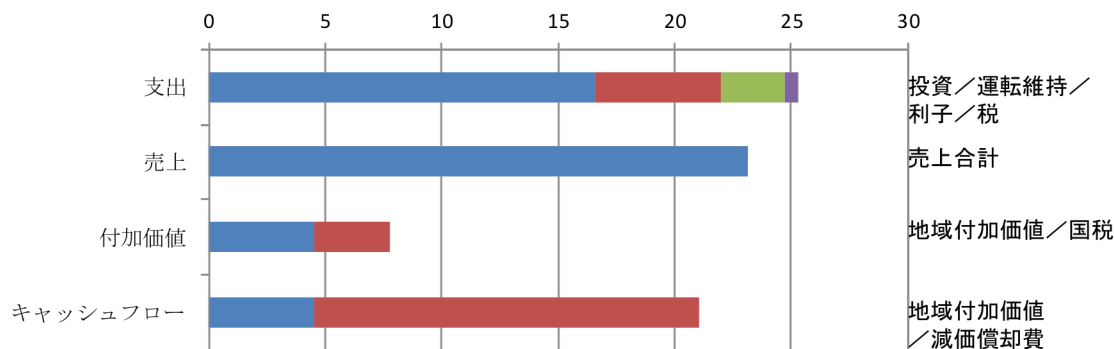


図8 道の駅 太陽光発電所による地域付加価値創造額 (単位: 100 万円)

注: 設置～稼働 20 年目までの累積

出所: 西粟倉村のデータをもとに分析

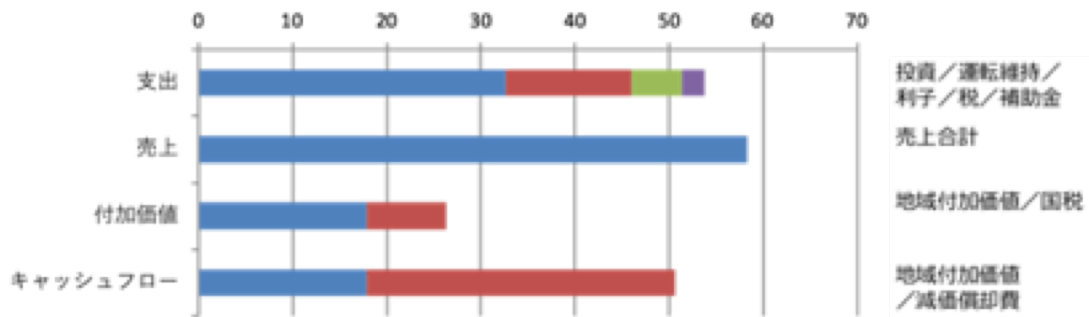


図9 太陽光発電全事業の地域付加価値創造額（単位：100万円）

注：設置～稼働20年目までの累積

出所：西粟倉村のデータをもとに分析

また、投資にかかる費用もNおひさま発電所と比較して高価となっており、設置時の費用を圧縮することができれば最新の買取価格水準でも採算性を確保することが可能になると考えられる。こうした対策によって事業の採算性が改善すれば地域に帰属する付加価値も、より大きくなる。

図9が示すように、村が関与している屋根貸し型の村内の事業用太陽光発電所の合計値を見ると、事業全体での採算性は確保されていることがわかる。一方で、設置から稼働20年目までの地域付加価値の累積で、村内に1,800万円の付加価値が生まれると推計される。

さらに、その運転・維持段階における太陽光発電事業による、従業員の所得支払後の地域付加価値の帰属先を示したものが、図10である。この太陽光発電事業はいわゆる屋根貸し事

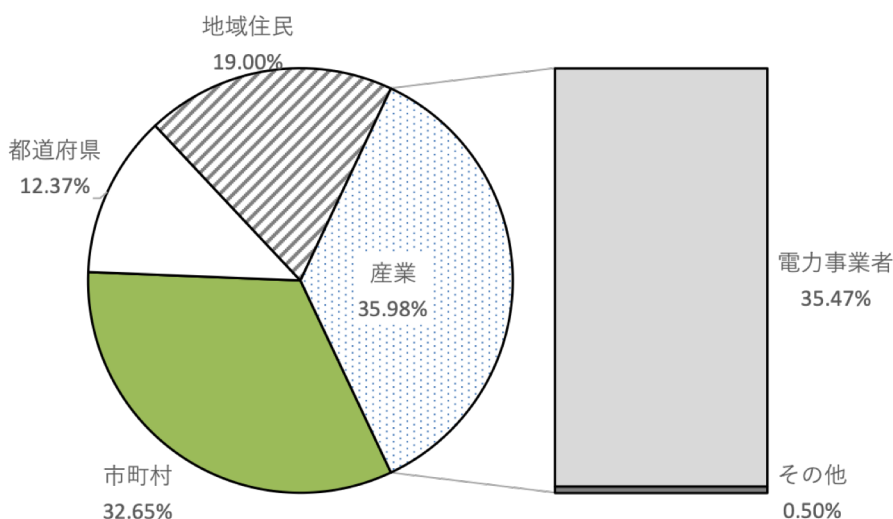


図10 太陽光発電全事業の運転・維持段階における地域付加価値の帰属先（所得支払後）

注：設置～稼働20年目までの累積値ベース

出所：西粟倉村のデータをもとに分析

業であるため、他の発電事業と比べて産業部門の帰属比率は低く、36%程度に留まっている。一方、村・県に帰属する寄付・税収比率が約 45%を占めている。地元住民の出資に対するリターンも 2 割を占めており、小水力発電に比べて高い比率を示している。

4.3 バイオマス熱供給事業

西粟倉村では、木質バイオマスを活用した熱供給事業を展開している。本項ではまず、村内の温浴施設 Y に 2015 年に設置され、2015 年から稼働している熱供給専用の薪ボイラー (340kW) 運用による、地域付加価値創造分析を行う。

この事業の資本構成は域内企業の出資が 30%、残る 70%を域外金融機関からの借入と想定した。ただし村提供のデータで借入期間が 12 年、借入利率が 0.1%とされており、支払利子は非常に小さい。

ボイラーは施設を所有する西粟倉村が所有している。施設そのものは指定管理者である A 社 (熱需要家) が運営しているが、ボイラーは S 社 (熱供給事業者) が運営する形を取っている。ボイラーのメンテナンス費用や稼働に必要な電力にかかる費用については A 社が、バイオマス燃料費等、ボイラーの稼働にかかるその他の費用については熱供給事業者 S 社が負担している。

熱供給事業者 S から需要家 A への熱販売単価 (2018 年 6 月以降) は 2,220 円/GJ となっており、これに熱需要家 A 側が負担しているメンテナンス費用や電力料金を加味すると、熱需要家 A の熱購入単価は 2,625 円/GJ になるとのことである。

本分析では熱供給事業として収益性や地域付加価値を評価するため、熱需要家 A 側が負担しているメンテナンス費用や電力料金も熱供給事業体の費用として計上する一方、熱販売単価は需要家 A の実質的な購入単価である 2,625 円/GJ として分析した。なお運転維持にかかる費用のうちバイオマス燃料 (薪) は地域内から全量購入するものと想定した。分析結果の概要は、図 11 のとおりである。

分析の結果、本事業は投資や運転維持に必要な費用、税、補助金の合計に対して 70%以上の地域付加価値を生み出すことが明らかとなった。支出額を累積の売上が上回っており、事

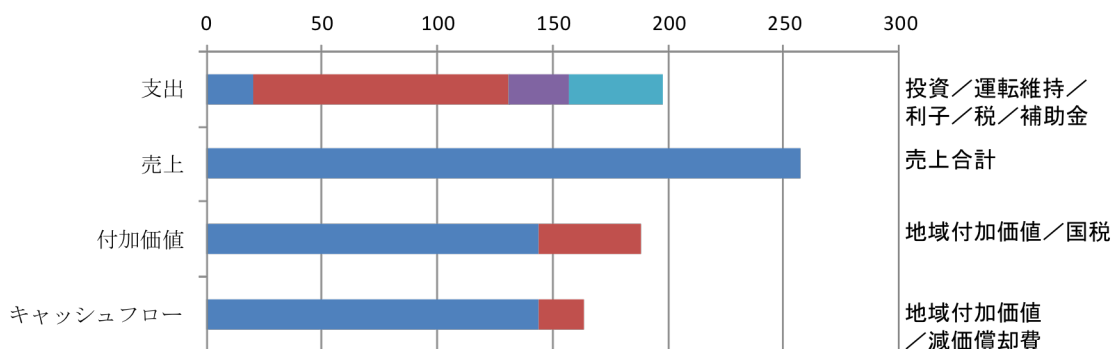


図 1 1 薪ボイラー (340kW) による地域付加価値創造額 (単位: 100 万円)

注: 設置~稼働 20 年目までの累積

出所: 西粟倉村のデータをもとに分析

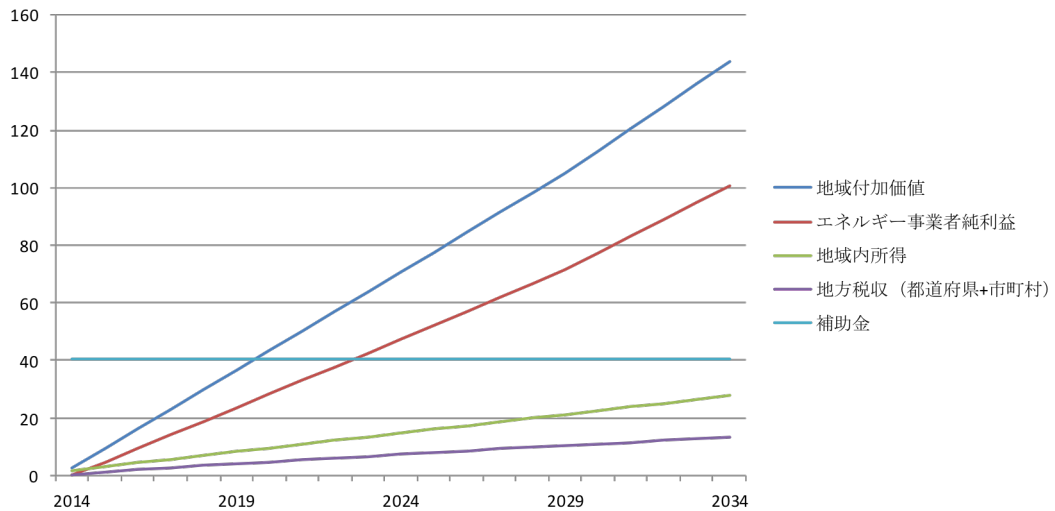


図 12 薪ボイラー (340kW) による地域付加価値累積の変遷
(単位 : 100 万円)

注 : 設置～稼働 20 年目までの累積

出所 : 西栗倉村のデータをもとに分析

業としての採算性も確保されていることが分かる。

図 12 は、地域付加価値とその構成要素の累積額の経年変化を表している。本事業には約 4,000 万円の補助金が投入されているが、事業開始から 6 年目の 2020 年には投入された補助金以上の地域付加価値を生み出していることが分かる。地域付加価値のうち最大の割合を占めるのは、事業そのものが生み出す利潤だが、

運転維持にかかる費用のうちバイオマス燃料にかかる費用が地域内の農林業に支払われ、地域内の農林業でも付加価値が生じ、地域内所得も一定程度生じている。

村内にはこのほかに、270kW (=170kW+100kW) の薪ボイラーを持つ宿泊施設 K がある。このボイラーは 2016 年から稼働を開始している。設備の設置にかかる費用や運転維持費に

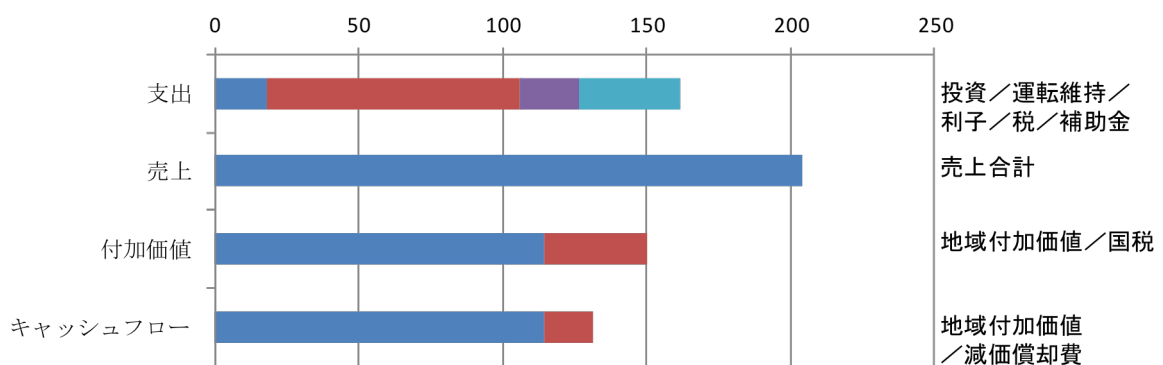


図 13 薪ボイラー (170kW+100kW) による地域付加価値創造額
(単位 : 100 万円)

注 : 設置～稼働 20 年目までの累積

出所 : 西栗倉村のデータをもとに分析

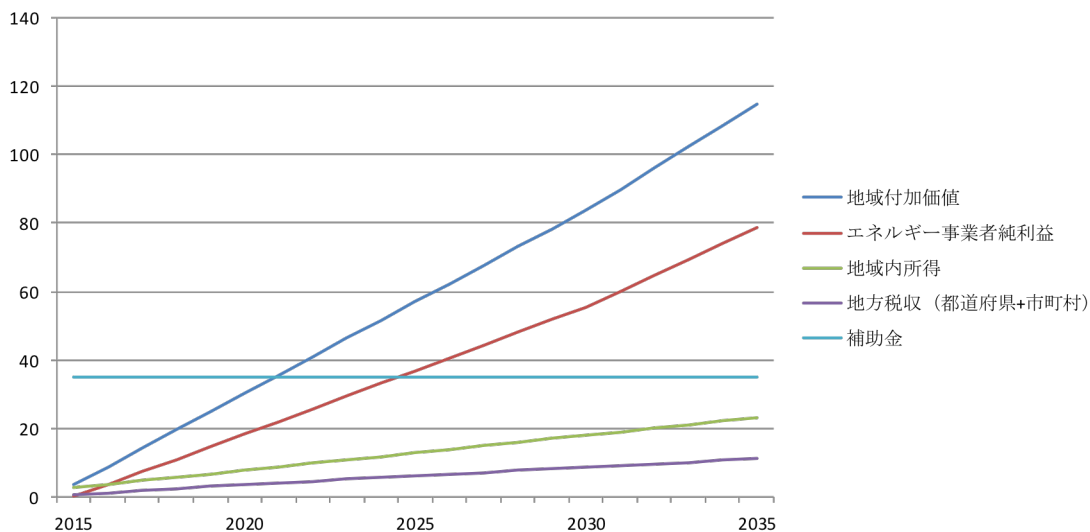


図 14 薪ボイラー（170kW+100kW）による地域付加価値累積の変遷
（単位：100 万円）

注：設置～稼働 20 年目までの累積

出所：西栗倉村のデータをもとに分析

については村が事業者からの聞き取りによって作成したデータの提供を受けた。資本構成は域内企業の出資が 30%、残る 70%を域外金融機関からの借入と想定した。ただし村提供のデータで借入期間が 12 年、借入利率が 0.1%とされており、支払利子は非常に小さい。

温浴施設 Y と同様に、ボイラーは施設を所有する西栗倉村が所有している。施設そのものは指定管理者である A 社（熱需要家）が運営しているが、ボイラーは S 社（熱供給事業者）が運営する形を取っている。ボイラーのメンテナンス費用や稼働に必要な電力にかかる費用については熱需要家 A が、バイオマス燃料費等、ボイラーの稼働にかかるその他の費用については熱供給事業者 S が負担している。

熱供給事業者 S から需要家 A への熱販売単価（2018 年 6 月以降）は 2,220 円/GJ となっており、これに需要家 A 側が負担しているメンテナンス費用や電力料金を加味すると、需要家 A の熱購入単価は 2,625 円/GJ になるとのことである。

本分析では熱供給事業として収益性や地域付加価値を評価するため、需要家 A 側が負担しているメンテナンス費用や電力料金も熱供給事業者の費用として計上する一方、熱販売単価は需要家 A の実質的な購入単価である 2,625 円/GJ として分析した。なお運転維持にかかる費用のうちバイオマス燃料（薪）は地域内から全量購入するものと想定した。分析結果の概要を図 13 に示す。

次に、地域付加価値とその構成要素の経年変化を図 14 に示す。当事業には約 3,500 万円の補助金が投入されているが、事業開始から 7 年目の 2021 年には投入された補助金以上の地域付加価値を生み出していることが分かる。地域付加価値のうちで最大の割合を占めるのは、事業そのものが生み出す利潤だが、運転維持にかかる費用のうちバイオマス燃料にかかる費用が地域内の農林業に支払われ、地域内の農林業でも付加価値が生じ、地域内所得も一定程

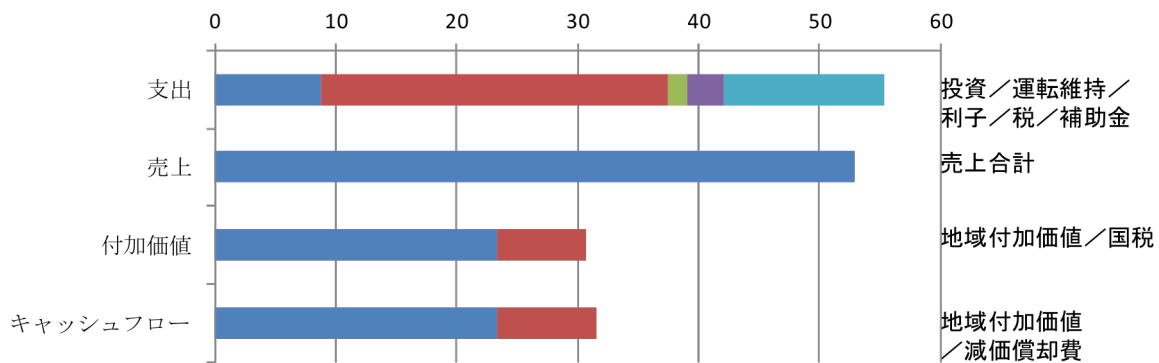


図 15 薪ボイラー（75kW）による地域付加価値創造額
（単位：100 万円）

注：設置～稼働 20 年目までの累積

出所：西栗倉村のデータをもとに分析

度生じていることが分かる。

分析の結果、本事業は投資や運転維持に必要な費用、税、補助金の合計に対して 70%以上の地域付加価値を生み出すことが明らかとなった。支出額を累積の売上が上回っており、事業としての採算性も確保されていることが分かる。

このほか、村内には 75kW の薪ボイラーを持つ宿泊施設 M がある。このボイラーも熱供給のみを行うもので、宿泊施設 M に設置されて 2015 年から稼働を開始している。設備の設置にかかる費用や運転維持費については村が事業者からの聞き取りによって作成したデータの提供を受けた。資本構成は域内企業の出資が 30%、残る 70%を域外金融機関からの借入と想定した。ただし村提供のデータで借入期間が 12 年、借入利率が 0.1%とされており、支払利子は非常に小さい。

ボイラーは施設を所有する西栗倉村が所有している。施設そのものは指定管理者である S 社（需要家）が運営しており、ボイラーも同じく S 社（熱供給事業者）が運営している。従って、熱供給事業者と熱を購入する需要家と同じであり、金銭のやり取りは実務上発生していない。本分析では、熱供給事業として収益性や地域付加価値を評価するため、温浴施設 Y や宿泊施設と同様の熱購入単価 2,625 円/GJ を適用して分析した（図 15）。

分析の結果、本事業は投資や運転維持に必要な費用、税、補助金の合計に対して 40%以上の地域付加価値を生み出すことが明らかとなった。本事業は今回分析した事業の中でも最も小規模な事業であり、運転維持段階のメンテナンス等にかかる費用は他の事業と比べて安価となっている一方、設備容量あたりの投資額は最大であり、それが事業の収益を圧迫している。ただし、補助金を有効に活用することで事業としては利益を上げている。

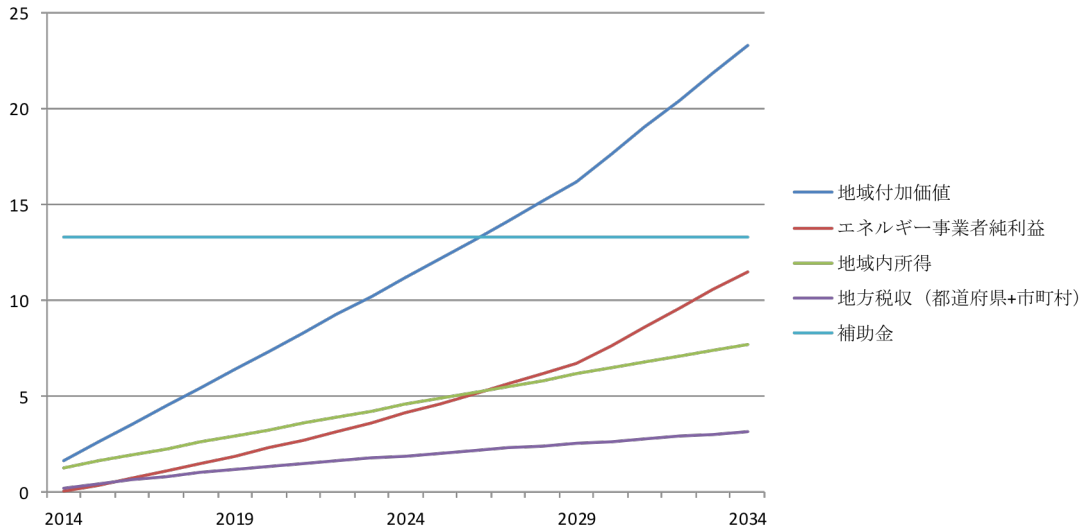


図 16 薪ボイラー（75kW）による地域付加価値累積の変遷
（単位：100 万円）

注：設置～稼働 20 年目までの累積

出所：西栗倉村のデータをもとに分析

次に、地域付加価値とその構成要素の経年変化を図 16 に示す。当事業には約 1,300 万円の補助金が投入されているが、事業開始から 13 年目の 2027 年には投入された補助金以上の地域付加価値を生み出していることが分かる。地域付加価値のうちで最大の割合を占めるのは、事業そのものが生み出す利潤だが、運転維持にかかる費用のうちバイオマス燃料にかかる費用が地域内の農林業に支払われ、地域内の農林業でも付加価値が生じ、地域内所得も一定程度生じていることが分かる。

こうした村内の三つの木質バイオマス熱供給事業（温浴施設 Y、宿泊施設 K、宿泊施設 M）を統合した地域付加価値創造の合計は、図 17 に示される。またその運転維持段階における地

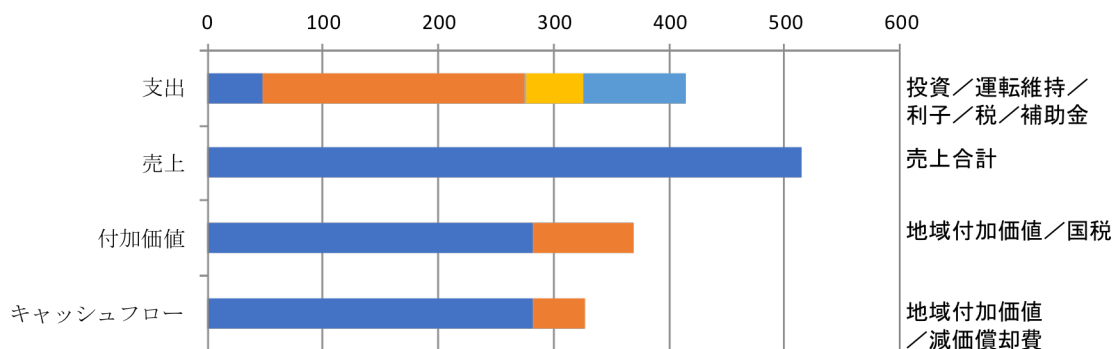


図 17 村内 3 熱供給事業で生み出される地域付加価値創造額
（単位：100 万円）

注：設置～稼働 20 年目までの累積

出所：西栗倉村のデータをもとに分析

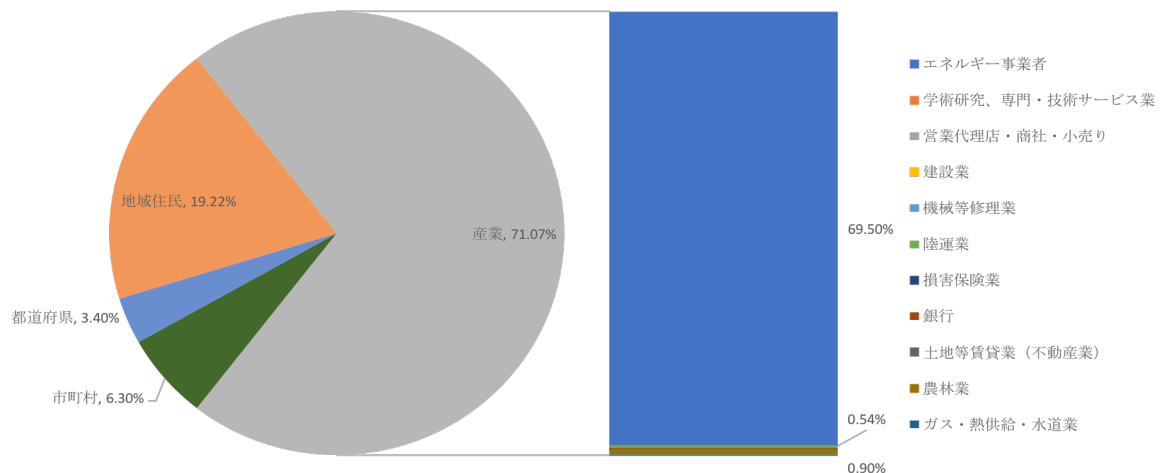


図 18 村内 3 熱供給事業で生み出される地域付加価値の帰属先
(単位：100 万円)

注：設置～稼働 20 年目までの累積

出所：西栗倉村のデータをもとに分析

地域付加価値創造額の配分の内訳は、図 18 に示されているとおりである。

図 17 が示すように、本分析の結果、3 事業合計で稼働 20 年目までに約 2.8 億円の地域付加価値を生み出していることが分かった。投資段階では、費用の大部分を占める設備（ボイラー）を地域外から購入しており、設計や施工で生じる地域付加価値は、運転維持段階に比してわずかである。一方、運転維持段階では、事業による利益や燃料供給元の農林業で地域付加価値が生じており、その累積額は約 2.7 億円に及ぶと試算された。

また、図 18 から、熱供給事業を実施している熱供給事業者（S 社）に帰属する付加価値が 70%と最大の割合を占めていることがわかる。次いで割合が大きいのは地域住民となっているが、これは主に燃料となる薪の原料供給を行う林業に従事者である。

このように、西栗倉村では収益性のあるバイオマスエネルギー事業が行われており、これによって生み出した付加価値を活用して、さらに事業を拡大させていくことが期待される。

5. 100%再生可能エネルギー自治体シナリオとその地域付加価値創造の推計

西栗倉村では、2005 年に「地域新エネルギービジョン」を策定し、エネルギー自給率 100%の村を目標に定めた。その後、環境モデル都市事業やバイオマス産業都市事業等を通じて、再生可能エネルギーによるエネルギー自給率 100%を目指して積極的に活動している。西栗倉村では、現在まとまった規模の発電と熱供給に関するプロジェクトが動いている。

発電については、2020 年に運転開始を目指して、199kW の小水力発電所計画が進行している。村役場によると、この発電所が稼働を始めれば域内の電力需要の 7 割を賄うことができる。

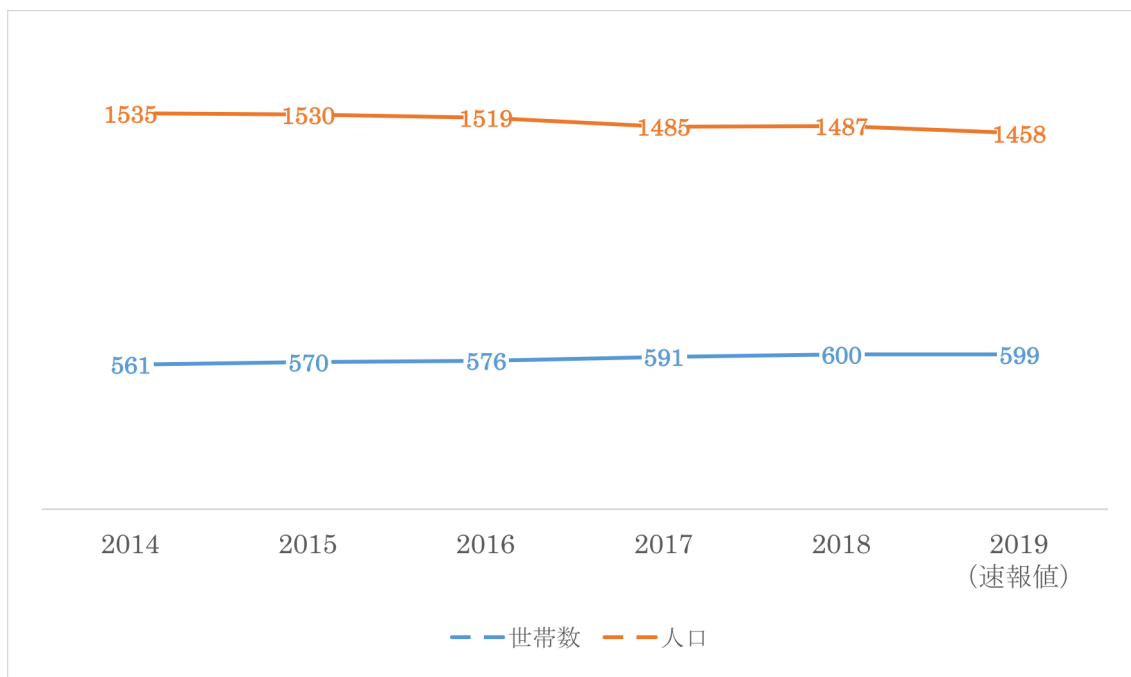


図 19 西栗倉の人口と世帯数の変遷

出所：各年版岡山県県民生活部市町村課「市町村住民基本台帳統計」から作成

熱供給については、村役場庁舎を含む村内中心地において、木質バイオマスボイラー（約 400kW）で作った熱を供給し、暖房・給湯で使用する地域熱供給システムが整備中である。村役場によると、この地域熱供給システムが完成すると、地域の熱需要の 40% 近くを賄えるようになるという。

このように、発電および熱供給事業分野において、西栗倉村にはすでに実施経験がある。したがって、この経験値に基づいた BAU (Business As Usual) シナリオを構築するのが妥当である。

100%シナリオを描く上で、村内需要が将来どうなるか想定しておくことは不可欠である。ここでは家計部門を考えてみたい。図 19 は、2014 年（平成 26 年）から 2019 年（平成 31 年）までの、住民基本台帳による西栗倉村の人口と世帯数の変遷を表している。

2014 年（平成 26 年）、社会に大きな衝撃を与えた日本創世会議人口減少問題検討分科会の推計によると、岡山県内でも 14 の市町村が消滅の危機に瀕しているとされ、西栗倉村も消滅可能性都市とされた。ところが、住民基本台帳を基にした図 19 を見る限り、確かに人口は年々わずかに減しているが、世帯数は微増していることがわかる。これには社会増の要因が考えられる。

つまり、最近 6 年間の傾向を見る限り、将来の人口・世帯数の大幅な減少は見込まれず、これに伴う家計部門の電気や熱のエネルギー消費量の減少はほぼ見込まれない。一方、事業部門においても、西栗倉村では地元の木材を利活用するような新たなローカルベンチャー事業の成長が各所で紹介されている。こうした木材加工業等も、電気や熱のエネルギー需要は



少なからずあるため、事業系のエネルギー需要も大きく減少することはないと考えられる。

したがって、本節の分析では、村内のエネルギーの将来需要の減少は勘案しないことにする。

5.1 電気の100%再生可能エネルギー化

第3章において指摘したように、西栗倉村内では、すでに小水力発電所が2カ所あり、295kW (=290kW (小水力発電所 M) +5kW (K 小水力発電所)) が稼働中である。さらに、199kW の O 小水力発電所を加えて 494kW の容量の小水力発電所を持つことになる(表2)。電気に関しては、年間の発電量 (Wh) の単位で再生可能エネルギー100%を考えてみたい。

西栗倉村における小水力発電所は設備利用率が高く、90%~86%である。ただし、年毎に渇水などの要因で発電量が低くなることも想定されるため、ここでは控えめに村内の小水力発電所の設備利用率を80%と仮定すると、おおよそ 3.5GWh ($\equiv 494\text{kW} \times 365 \text{日} \times 24 \text{時間} \times 0.8$) することになる。つまり、小水力発電所 1kW あたり、年間おおよそ 7MWh ($\equiv 3.5\text{GWh}/494\text{kW}$) 発電していることになる。

また村内には、すでに 104kW ($\equiv 48.64+20+20+15$) の太陽光発電所がある(表3)。ここから、おおよそ年間 100MWh(=0.1GWh)を発電していることになる。村役場によると、48.64kW の容量をもつ N おひさま発電所から年間約 50MWh 発電することができる。つまり、太陽光発電所 1kW あたり、年間おおよそ 1MWh ($\equiv 50\text{MWh}/48.64\text{kW}$) 発電することができる。

表2 西栗倉村における小水力発電所

出所：西栗倉村

	設備容量 (kW)
小水力発電所 M	290
K 小水力発電所	5
O 小水力発電所 (工事中)	199
合計	494

表中文字

英文は半角で

表3 西栗倉村における太陽光発電所

出所：西栗倉村

	設備容量 (kW)
N おひさま発電所	48.64
道の駅太陽光発電所	55
合計	103.64

つまり、西栗倉村における日照条件のもとで、N おひさま発電所と同様の性能を持つ太陽光発電パネル・パワーコンディショナー等の設備を設置するならば、年間 1MWh 発電するためには約 1kW の太陽光発電設備があればよい。

これら小水力発電と太陽光発電を併せて、現在、年間 3.6GWh (=3.5GWh+0.1GWh) 発電していることになる。村役場によると、O 小水力発電所が運転開始すれば、電力自給率 7 割を満たすことができるという。つまり、年間 5.1GWh ($\div 3.6\text{GWh}/0.7$) 村内で発電できれば、村の電力の自給率 100%を達成することができる。

さらにここでは現実的なシナリオとして、再生可能エネルギー100%を達成するために、現在不足している年間 1.5GWh (=5.1GWh-3.6GWh) 分の電力を太陽光発電で賄うシナリオを立ててみたい。

電気の再生可能エネルギー100%を達成するための、年間 1.5GWh の追加的な発電量のためには、N おひさま発電所と同様水準の設備で、1.5MW の設備容量を持つ太陽光発電所を設置すればよいことになる。

5.2 熱の100%再生可能エネルギー化

現在、村内には 685kW(=340kW+170kW+100kW+75kW)の容量をもつ木質由来のバイオマス熱供給設備(薪ボイラー)がある(表4)。西栗倉村によると、2020年度に運転開始予定の地域熱供給用木質バイオマスボイラー(400kW)が導入されれば、約 1.1MW ($\div 685\text{kW}+400\text{kW}$) で村の熱需要の約 40%を賄うことができるという。

つまり、村の熱需要を再生可能エネルギー100%で賄うためには、総容量おおよそ 2.7MW ($\div 1.1\text{MW}/0.4$) あればよい。したがって、あらたに 1.6MW (=2.7MW-1.1MW) 分のバイオマス熱供給システムがあればよいということになる。

このように、これまでの試算によって、再生可能エネルギー100%達成のために必要な、発電施設と熱供給施設の設備容量がわかった。発電施設は年間 1.5GWh 分の新たな発電施設が必要であり、これを太陽光発電で賄うとすれば、既存の N おひさま発電所と同様の技術水準で、おおよそ 1.5MW の設備容量を設置すればよい。また、熱供給施設については、これまでと同様の水準で、新たに 1.6MW の出力があればよいということになる。

表4 西栗倉村におけるバイオマス熱供給施設

出所：西栗倉村

	定格出力 (kW)
温浴施設 Y	340
宿泊施設 K	270
宿泊施設 M	75
地域熱供給 (工事中)	400
合計	1085



5.3 100%再生可能エネルギー導入による地域付加価値創造額（電気）

前節における分析から、村内における小水力発電所3カ所（小水力発電所M、K小水力発電所、O小水力発電所）で合計494kWの設備容量を持ち、これらがうみ出す地域付加価値は、20年間累計で146,300万円になる。一方、太陽光発電所は、2プロジェクト（Nおひさま太陽光発電所、道の駅太陽光発電所）で104kWの設備容量をもち、20年間累計で1,800万円の地域付加価値を生み出す。これらを足し合わせると、20年間累計で148,100万円(①)となる。

ここで、村内の電気の再生可能エネルギー100%を達成するために、1.5MWの太陽光発電所を新たに設置するとしよう。太陽光発電の普及は近年飛躍的に進んでおり、それに伴って固定価格買取制度による調達価格も大きく下がってきているが、ここでは、新設にともなう導入費用も十分に下がり、既存のNおひさま太陽光発電所と同等の事業性で、地域付加価値を創造すると仮定する。

同様に前節による分析から、Nおひさま太陽光発電所では20年間の累計で、26万円/kW（ $\approx 1,300$ 万円/48.64kW）の地域付加価値を創造することが明らかとなった。この事業と同等の水準で新規導入するとすれば、1.5MWの太陽光発電によって20年間累計で新たに39,000万円（ $\approx 1,500$ kW \times 26万円/kW）(②)の地域付加価値創造が見込まれる。

これらを合計すると、発電部門において20年間累計で187,100万円（ $=$ ①+②）の地域付加価値が創造されると試算される。

5.4 100%再生可能エネルギー導入による地域付加価値創造額（熱）

村内には現在、熱供給のための薪ボイラーが3カ所（温浴施設Y、宿泊施設K、宿泊施設M）で合計685kWの設備容量を持っている。これに、現在工事中の地域熱供給用のチップボイラー（400kW）が導入されれば、約1.1MWの設備による熱供給が可能になり、村内需要の4割を満たすことができる。

前節における分析によって、現在運転中の薪ボイラー（685kW）が生み出す地域付加価値は、20年間累積で28,200万円と試算された。ここから、41.17万円/kW（ $\approx 28,200$ 万円/685kW）（20年間累積）という値が得られる。

現在工事中のチップボイラー・地域熱供給事業（400kW）の事業でも、既存の薪ボイラー運用者と同じの熱供給事業者がオペレーションを行うと仮定し、同程度の水準で付加価値を生み出すとすれば、20年間累積で16,500万円（ ≈ 41.17 万円/kW \times 400kW）の地域付加価値が創造されることになる。

これら、現在運転中の薪ボイラー（685kW）とチップボイラー・地域熱供給（400kW）の合計約1.1MWが生み出す地域付加価値は、20年間累計で44,700万円(③)となる。

100%再生可能エネルギー化のために、将来新たに導入が必要な木質バイオマスボイラーを1.6MWとして、既存の薪ボイラーと同様の条件で地域付加価値創造額を求めると、20年間累積で65,900万円（ ≈ 41.17 万円/kW \times 1,600kW）(④)となる。これらを合計すると、熱部門の再生可能エネルギー100%によってもたらされる地域付加価値創造額は、20年間累計で110,600万円（ $=$ ③+④）となる。

5.5 小括

本節では、村レベルの電気と熱部門、それぞれの再生可能エネルギー100%の達成のために必要な設備容量を割り出し、その達成によって見込まれる地域付加価値創造額をシミュレーションした。

電気部門については、現在運転・計画中の発電所に加え、新たに1.5MWの太陽光発電所を設立することで、再生可能エネルギー100%を満たした場合、どの程度の地域付加価値が得られるかを試算した。その結果、既存の発電所を含み、20年間累積で187,100万円(⑤)の地域付加価値が創造されると試算された。

熱部門については、現在運転・計画中の木質バイオマス熱供給施設に加え、新たに1.6MWの木質バイオマス熱供給施設を新設することで、再生可能エネルギー100%を達成した場合、どの程度の地域付加価値が得られるかを試算した。その結果、既存の薪ボイラーを含み、20年間累積で110,600万円(⑥)の地域付加価値が創造されると試算された。

これらを合計すると、20年間累積で297,700万円(=⑤+⑥)の地域付加価値が創造されることになる。単純に単年ごとに割り戻すと、14,885万円/年(=297,700万円/20年)という値が得られる。

6. まとめ

本稿では、自治体レベルで再エネの地域経済効果を緻密に計ることができる、地域付加価値創造分析を用いて、岡山県西粟倉村における小水力発電事業、木質バイオマス熱供給事業について、その地域付加価値創造額を試算した。小水力発電事業については、特に小水力発電所Mはリプレイス事業であったこともあり、その経済効果は想定ないしはそれ以上のものが得られている。

本稿で特筆すべきは、木質バイオマス熱供給事業で、地域経済的な合理性が得られたことである。化石由来の燃料ボイラーシステムから木質由来の薪ボイラーシステムに設備更新するにあたり、確かにイニシャルコストがかかる。

こうしたボイラーシステムは、必ずしも小さな村で地産できるものではないから、域外(海外)の先進的なノウハウを用いた技術を導入することは合理的である。そのために、何らかの補助金を用いることは、致し方ない。

一方で、運転維持段階において、運転開始後5年程度で地域付加価値の累計額が補助金の額を上回ることは注目しなければならない。地域の持続可能な発展に対して、この補助金は地方創生に対する有用なカンフル剤になっていたことがわかる。

その後の運転維持段階において、設備の耐用年数期間中年々、同事業による地域付加価値は蓄積されていくことになる。この地域付加価値創造は、一部基金として蓄えておけば、次期の設備更新にとって有用となる。



表5 西栗倉の一般会計歳入

出所：「広報にしあわくら」平成30年5月号

□一般会計 歳入

(単位：万円)

		平成30年度	平成29年度	増減額	比率
歳入総額		269,302	244,349	24,953	100
自主財源	村税	13,740	14,344	▲604	5.1
	その他自主財源 (使用料、繰入金、諸収入など)	38,645	41,179	▲2,534	14.4
依存財源	村債(借入金)	59,250	39,040	20,210	2.2
	地方譲与税・交付金など	4,093	4,541	▲448	1.5
	地方交付税	120,116	111,942	8,174	44.6
	国庫支出金	19,738	19,370	368	7.3
	県支出金	13,720	13,933	▲213	5.1

また、西栗倉村では村役場がとりまとめ役となって、関係ステークホルダーによって、原木調達・薪製造・乾燥・薪供給・薪ボイラー管理まで、適正規模でのスケールメリットが効くように、これらのバリューチェーンを敢えて垂直統合¹した。最終需要家に対して熱量単位(J)で販売するという地域ビジネスモデルを構築したことは、中央政府によるFIT(電気)の下支えに頼るだけでなく、地域独自のイニシアティブで地域経済循環モデルを構築しているのである。

この地域における特性を、経済合理性を持つように地域主体間で協議を重ねたことは、特筆すべき作業である。エネルギー(熱供給)事業者S社I代表のアイデア、実践力を始めとするマンパワーが大きな役割を果たしていることは改めて言うまでもない。

このように、本稿では、人口1500人程度の小さな山間の村においても、再エネ事業を地域特性に合わせてうまくアレンジするよって、環境、エネルギー、まちづくり的な側面から見れば、SDGs目標に十分に貢献できるような、持続可能な地域の発展モデル構築が図れることを実証的に示した。

さらに、再生可能エネルギー100%シナリオの構築を試みた結果、20年間累積で合計297,700万円の地域付加価値創造が得られると試算された。単年ごとに割り出せば、14,885万円/年ということになる。地域付加価値創造額は、従業員の可処分所得と事業者の税引き後利潤、地方税収の合計値であるから単純に比較することはできないが、その水準を認識するために平成30年度の西栗倉村の一般会計歳入を見ると、自主財源のうち村税は13,740万円、その他自主財源は38,645万円となっている(図20)。

¹ ここでいう「垂直統合」とは、例えば電力事業において、「発電・送電・配電・小売」というバリューチェーンを、地域独占的な旧一般電気事業者が、垂直統合的に一括して行うようなビジネスモデルのことを指す。規模が肥大化した電力事業では、この垂直統合をアンバンドリングすることが、電力システム改革の対象になっているが、一方、零細な村レベルのバイオマス熱供給事業では、垂直統合して熱量単位で固定価格を提供するほうが、域内関連各主体の事業に関わる付加価値が、適切に配分されることを示唆している。

電気部門に関しては、100%再生可能エネルギー化の実現可能性が見えている状況にあることがわかった。ただし、太陽光発電のシステム価格の低下は今日著しい。今回は BAU シナリオとして、2015 年運転開始の経験から得た付加価値額を適用しているものの、今日の状況を反映したような自家消費型オンサイト発電などの可能性が考慮されてもよい。

一方で、熱部門の再生可能エネルギー100%化に関しては、現在導入・導入予定の倍以上の容量が必要になる。そのために、域内からバイオマス資源を調達可能かどうかについては精査が必要になる。また、これまでの導入・導入予定プロジェクトによって、村内のまとまった熱需要のある事業所等についてはほとんどカバーされることになる。今後、さらに分散化した熱需要を賄うためには、電気による熱供給の可能性等にも言及する必要があるだろう。

もう一つ、ヨーロッパを中心に、電気と熱と交通部門のセクターカップリングの議論がある。西栗倉村でも、村内に電気自動車の急速充電器を設置し、また導入助成補助金も準備しているが、その普及は現在のところ公用車を除いて極めて限定的である。自家用車の更新時期等を見極めながら、ユーザーにとって魅力的なインセンティブを与えるような施策が必要となってくる。

本章をとおして実施してきた再生可能エネルギー100%化の BAU シナリオ構築と地域付加価値創造分析によって、ある程度の実現可能性と地域付加価値創造の水準を見ることができた。しかしながら、本稿の分析は、実際のシナリオ構築のたたき台を提示したに過ぎない。

再生可能エネルギー事業は、実施するその自治体や地域自体が持続可能なシナリオと経済効果をもって、将来的に豊かになることが必要である。実施地域において、そこに住む人たちが望むような、より具体的かつ包括的な、独自の再生可能エネルギー100%実現シナリオが構築され、実践されることが望まれる。

参考文献

- 小川祐貴・ラウパッハ スミヤ ヨーク (2018)「再生可能エネルギーが地域にもたらす経済効果 ～バリュー・チェーン分析 を適用したケーススタディ～」『環境科学会誌』Vol.31 No.1、34-42 頁
- 小長谷一之・前川知史(2012)『経済効果入門-地域活性化・企画立案・政策評価のツール-』（日本評論社）
- 山東晃大 (2017)「地熱発電における地域経済付加価値創造分析」『財政と公共政策』Vol.39 No.2、121-130 頁
- 中村良平・中澤純治・松本明(2012)「木質バイオマスを活用した CO₂ 削減と地域経済効果：地域産業連関モデルの構築と新たな適用」『地域学研究』42 巻 4 号、799-817 頁
- 中山琢夫 (2018)「再エネが農山村にもたらす経済的な力」『科学』岩波書店、Vol.88 No.10、997-1004 頁
- 中山琢夫(2016)「再生可能エネルギーで山間地域に所得 1%を取り戻せるか？」『財政と公共政策』60、3-17 頁
- 中山琢夫・ラウパッハ スミヤ ヨーク・諸富 徹 (2016)「分散型再生可能エネルギーによる地域付加価値創造分析」『環境と公害』岩波書店 45(4)、20-26 頁
- 中山琢夫・ラウパッハ スミヤ ヨーク・諸富 徹 (2016)「日本における再生可能エネルギーの地域付加



- 価値創造-日本版地域付加価値創造分析モデルの紹介、検証、その適用-』『サステナビリティ研究』
6、101-115 頁
- 中山琢夫他 (B スタイル PJ 研究グループ) (2016) 「薪からはじめる小規模システムの経済効果分析-地域主体のシステムづくり」『木質バイオマス熱利用でエネルギーの地産地消』全林協、118-135 頁
- 中山琢夫 (2015) 「地域経済研究：限界集落にひそむ持続可能な資源」諸富徹監修『エネルギーを変える 22 の仕事』学芸出版社、185-192 頁
- 中山琢夫・ラウパッハ スミヤ ヨーク・諸富徹 (2015) 「分散型再生可能エネルギーによる地域付加価値創造分析の日本への適用」ディスカッションペーパーシリーズ No.15-B-1、京都大学「分散型電力システムの制度設計と社会経済的評価、その地域再生への寄与に関する研究」プロジェクト
- 村上周三・遠藤健太郎・藤野純一・佐藤真久・馬奈木俊介 (2019) 『SDGs の実践-自治体・地域活性化編』事業構想大学院大学出版部
- 諸富 徹 編著 (2019) 『入門 地域付加価値創造分析-再生可能エネルギーが促す地域経済循環』日本評論社
- 諸富 徹 (2013) 「再生可能エネルギーで地域を再生する：「分散型電力システム」に移行するドイツから何を学べるか」『世界』岩波書店、2013.10、153-162 頁
- ラウパッハ スミヤ ヨーク・中山琢夫・諸富 徹 (2015) 「再生可能エネルギーが日本の地域にもたらす経済効果：電源毎の産業連鎖分析を用いた試算モデル」諸富 徹 編著『再生可能エネルギーと地域再生』日本評論社、125-146 頁
- BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) (2011) *Strategische Einbindung regenerativer Energien in regionale Energiekonzepte - Wertschöpfung auf regionaler Ebene.* https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2011/DL_ON182011.pdf?_blob=publicationFile&v=2
- Heinbach K, Aretz A, Hirschl B, Prah A, Salecki S (2014) Renewable energies and their impact on local value-added and employment. *Energy, Sustainability and Society* 4(1):1-10
- Hirschl B., Aretz. A., Prah A., Böther T., Heinbach K., Pick. D, Funcke S.(2010) *Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien*, Schriftenreihe des IÖW 196/10, Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung
- Hoppenbrook C, Albrecht AK (2009) Diskussionspapier zur Erfassung der regionaler Wertschöpfung in 100%-EE-Regionen, *DEENET (Hrsg.), Arbeitsmaterialien 100EE*, Nr. 2, http://www.100-ee.de/downloads/schriftenreihe/?eID=dam_frontend_push&docID=1140
- IfaS (Institut für angewandtes Stoffmanagement), DUH (Deutsche Umwelthilfe e.V.) (2013) *Kommunale Investitionen in Erneuerbare Energien – Wirkungen und Perspektiven.* http://www.stoffstrom.org/fileadmin/userdaten/dokumente/Veroeffentlichungen/2013-04-04_Endbericht.pdf
- Kosfeld R., Gückelhorn F. (2012) Ökonomische Effekte erneuerbarer Energien auf regionaler Ebene. *Raumforsch Raumordn* 70:437-449. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13147-012-0167-x>
- Raupach-Sumiya J., Matsubara H., Prah A., Aretz A., Salecki S. (2015) Regional economic effect renewable energies – comparing German and Japan, *Energy, Sustainability and Society* 5:10, a Springer Open Journal, DOI 10.1186/s13705-015-0036-x
- Raupach-Sumiya J. (2014) Measuring regional economic value-added of renewable energy - the case of Germany.



Shakai Shisutemu Kenkyu (Social System Study), Vol. 29. Ritsumeikan University BKC Research Organization of Social Sciences Kyoto pp 1–31; <http://www.ritsumei.ac.jp/acd/re/ssrc/result/memoirs/kiyou29/29-01.pdf>.