

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

ラウパッハ スミヤ ヨーク・中山琢夫・諸富 徹

1 はじめに

太陽光・風力・水力・バイオマス・地熱といった、再生可能エネルギー（以下「再エネ」と略す）は、世界的に、電源・熱源・交通のために重要なエネルギー源となっており、すでに世界のエネルギー消費の19%を占めるようになっている。この比率は、2050年には30～45%に上昇すると予想され、年々4,000億～5,000億ドルの再エネへの投資が進むと言われている（Raupach-Sumiya et al. 2015）。

このような世界的な再エネの急速な進展は、原理的に、経済・社会・環境的な側面から、国家のエネルギーシステムを構造的に変革させる。それは、これまで優位であった強固な集中型から、フレキシブルな分散型への供給システムの転換である。再エネを基盤とした分散型システムの導入は、市町村・郡・都道府県といった地域レベルで、経済発展のポテンシャルがどの程度か、という疑問にたどり着く。

ドイツでは、再エネの導入による地方の雇用やビジネスの創出は、再エネへの投資の鍵となる動機であることは広く知られており、ドイツの2013年の全電力消費量の25.4%が再エネで賄われているように、急速な発展を遂げている（BMW i 2014）。

福島第一原子力発電の災害に対応して、再エネを政府が促進している日本においても、研究者や政策立案者、地方のコミュニティは、再エネによる地域経済発展のポテンシャルに関心をもち始めている（諸富 2013）。このことは、再エネ導入の拡大の結果としてもたらされる地域経済効果を計測し、評価するにふさわしい手法が必要となってきていることを示している。

ドイツでは、エコロジー経済研究所（IÖW）、カッセル大学経済研究所、トリーア大学応用マテリアルフロー研究所（IFaS）、分散型エネルギー技術研究所（IdE）といった多くの研究機関によって、特定技術毎のバリュー・チェーン分析を組み合わせ、再エネ特定技術毎の地域経済の直接効果を計測し評価する、付加価値モデル分析手法が開発されている（Raupach-Sumiya 2014）。

本章では、IÖW によるバリュー・チェーン分析モデルを用いて、各電源特有のバリュー・チェーンを構築し、地域付加価値、とりわけ直接効果について、現在日本において入手可能な限りの基礎データを用いて試算する。

2 産業連関分析とバリュー・チェーン分析を用いた地域付加価値分析

日本でも、再エネによる地域経済効果を分析した研究は、次第に蓄積されようとしている。これらは、すべて、産業連関分析を用いたものである。たとえば、霜村ら（2013）による、環境産業分析用地域産業連関表を用いた太陽光発電に関する分析、石川ら（2012）による、東北地域における再エネ導入、とりわけ風力発電の経済効果の分析、稗貫・本藤（2012）による拡張産業連関表を用いた地熱発電のライフサイクル分析、中村ら（2012）による、木質バイオマスを活用したCO₂削減と地域経済効果に関する分析、松本・本藤（2011）による、拡張産業連関表を利用した太陽光・風力導入による雇用効果に関する分析などがあげられる。

一方、科学技術動向研究センター（2013）による、拡張産業連関表による、太陽光・風力・水力・地熱・バイオマス発電施設建設の経済・環境への波及効果に関する包括的な研究、野村総研（2012）による太陽光・風力を中心とした、エネルギー経済・雇用等への影響に関する包括的な研究もある。

とりわけ、中村ら（2012）による木質バイオマスに関する研究と、さらに風力・太陽光に関する研究を取り入れた、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。たとえば、Breitschopf et al.（2011）では、ドイツ国家レベルにおけるさまざまな電源毎の、

環境効果、経済効果、雇用効果が試算されている。スペイン再エネ協会では、スペイン国家レベルにおける再エネによる、さまざまな経済、社会、環境影響効果が表示されており、付加価値と雇用効果が明らかにされている（Heinbach et al. 2014）。

こうした試算は、主として、国家レベルないしは、州レベルにおいて試算されている。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・州での産業連関表を用いることで、信頼性に富んでいる。ところが、地域や自治体レベルにこれを按分しようとする、地域・自治体産業構造の実態が見えなくなるという課題がある。

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。

さらに、現在入手可能な国レベルでの基本表は、最新のものが平成17年度（2005年度）表である。この国表を基準として、地域の産業連関表へとブレイクダウンされてゆくから、その地域表は、どうしても古いものにならざるを得ない。

もうひとつの課題は、再エネ事業の特性を、どのように評価するか、という問題である。再エネ産業は、既存のエネルギー産業、具体的には、海外からの原料調達が必要となる、石炭・石油火力発電とは、根本的に性質の異なった産業である。

このように、どのようにして、再エネの産業構成を明らかにしてゆくか、ということとは、地域経済分析の分野において、極めて重要な課題となってきた。この課題に対して、IÖW によるバリュー・チェーンアプローチは、有益な示唆を含んでいる。

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）。

このように、IÖW モデルは、電力・熱供給・バイオ燃料領域における、あらゆる技術、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¹⁾。

表5-1 再エネ事業のバリュー・チェーン

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
操業開始後毎年【20年間継続】
③ 運転・維持（O&M）段階
④ 事業マネジメント段階

（出所）Heinbach et al. (2014) より作成。

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、ドイツの税金システムといった、ドイツ特有の投入データが含まれている。

一方、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、その他の国にも移転可能である。つまり、日本でもこうしたデータは入手可能であるから、日本における適用も可能となる。

地域の付加価値を評価するにあたり、このモデルにおいて、まず基本となるのは、再エネ技術のバリュー・チェーンにしたがって、導入される電源・キャパシティー（kW）毎の、総売上を分析することである。この分析では、再エネに直接的に関連する産業毎の総売上によって規定される。（たとえば、再エネ技術の要素、生産、導入、運営に必要なサービス等。）

バリュー・チェーンは、再エネ施設のさまざま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。それは、一回だけ計算される①「システム製造段階」、②「計画・導入段階」と、③「運転・維持（O&M）段階」、④「事業マネジメント段階」である。また、施設の耐用年数期間を通して、継続的に、年々発生する効果も含まれる（表5-1）。

4つの段階とは、具体的には①「システム製造段階」とは、いわゆる設備投資のことである。たとえば風力発電の場合は、発電機やタワー、ブレード（羽）な

1) ただし、ドイツにおける IÖW のモデルセットには、大規模水力、洋上風力、深層地熱といった、特別な再エネは、適地制約のため、わずかな自治体しか適用できないため、現在のところ、含まれていない（Heinbach et al. 2014）。

どのことを指す。②「計画・導入段階」とは、プロジェクト企画、システム設計、基礎工事、運搬、系統連系、設備組立などのことを指す。③「運転・維持」段階とは、経営管理の技術的側面のことで、保守管理、保険、土地賃借代、保険、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で、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）。

研究開発と、施設の解体は、さらに別の段階とするが、それらの地域レベルでのインパクトは、その他の段階と比べてさほど大きくないため、ここでは詳しく言及しない。それでも、その地域雇用や付加価値創造への貢献は、総売上アプローチに含まれている。

バリュー・チェーンの4つの段階は、それに含まれる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。システム製造には、さまざまな部品の製造・生産が含まれる。O&M 段階では、メンテナンスや燃料費といった品目が含まれる。システムオペレーター段階では、エネルギー生産による利益と、関連する地域税収が含まれる。

それぞれのバリュー・チェーン段階において、特定技術毎の投資の費用構造と、システムオペレーション段階の総売上が決定される。バリュー・チェーンの各ステップにおける、個々の費用が配分されることで、各ステップにおける出来高を計算することが可能になる。

しばしば、費用構造は投資コストと関連する状態にあり、部分的に、副次的な投資費用に関連する、といわれている。このような、パーセンテージをベースとしたアプローチは、特定の投資コストの費用構造に応じて可能になるものであり、それらは、最近の市場分析、事業評価報告書などにも示されている。

バリュー・チェーンの特定段階への投資によって生じる、こうした直接費用と収入に加え、さらにオペレーション収入が生まれることになる。一度限りの投資費用とは対照的に、こうした費用は、施設の耐用年数期間中毎年発生するものである。運用期間中、補修のための部品が発生する。それらは、バリュー・チェーンのシステム製造段階に計上しておかなければならない、追加的な部品需要である。

このモデルは、付加価値の計算において、インカム・アプローチ（income approach）を踏襲する。このモデルにおける付加価値は、国民会計におけるネ

ットの付加価値（総付加価値－減価償却）と一致する。まず、再エネ事業のバリュー・チェーンにおいて創出される、企業の利潤と従業員の給与が見積もられ、企業と従業員によって支払われる税金が算出される。このように、本研究における地域付加価値は、三つの要素に分解される。その三つの要素は、以下のとおりである。

- (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

これらを、再度足し合わせたものが、再エネ事業における、地域付加価値のインパクトと定義される。

3 日本における再エネの地域付加価値試算モデル

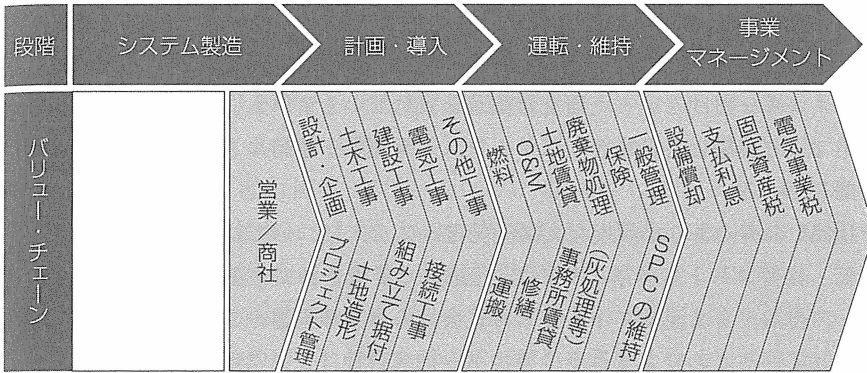
3.1 再エネ各電源のバリュー・チェーンとコスト構造

本節では、IÖW が開発し、ドイツに適用した理論的枠組みと構造と同様のモデルを日本においても適用する。モデルは大別して2つの部分から成る：

- (1) 11の再エネ技術にそれぞれに対し、標準化された各技術のバリュー・チェーンの構築。これは各技術について、詳細な個別のバリュー・チェーンにおける費用構造および利益構造に基づいている。（太陽光：＜10kW 住宅用、30kW 非住宅屋根設置、150kW 非住宅屋根設置、1 MW 非住宅屋根設置、2 MW 非住宅陸上／風力：2 MW 陸上、20基 @ 2 MW 陸上／小水力：85kW、200kW、400kW／木質バイオマス：5 MW 未利用木材）。
- (2) 推定による各技術の地域付加価値と、バリュー・チェーンの各段階で発生する総事業収益、地域における税収および被雇用者の総収入の定量化。

日本を対象とした本モデルが当初の IÖW モデルと異なる点は、システム製造段階における地域経済効果を評価していない点である。国家単位ではシステム製造段階における付加価値創造や雇用効果の潜在的な可能性は大きいが、再エネによる発電設備やその構成要素を製造する企業が地域に経済的な付加価値をもたらすためには、分析対象とする地域にその企業が立地していなくてはならない

表5-2 再生可能エネルギーのバリュー・チェーン



(Heinbach et al. 2014)。

再エネによる発電設備を製造する企業が立地している地域は少なく、分析からシステム製造段階を除外し、設備に関する計画・導入、運転・維持および事業マネージメントの段階における地域経済効果に焦点を絞ることは正当化されと考えられる。計画・導入、運転・維持および事業マネージメントの3段階における標準化されたバリュー・チェーン構造についてはIÖWモデルと同様とし、個別の費用や利益項目は日本円/kWに統一して各段階に振り分けた(表5-2)。

ドイツについてIÖWモデルは各技術に関する詳細なデータを有しているが、これは評価報告書や研究調査、ドイツ政府が公表している「再生可能エネルギー報告書」(EEG-Erfahrungsbericht)などの、さまざまな最新の文献を調査して得られたものである。日本で公表されている文献や政府のデータが少ないため、ドイツと同様に、包括的で確度が高く、最新の情報を反映したデータセットを作成、あるいは利用することが現段階では難しい。

平成23年に発行されたコスト等検証委員会報告書(エネルギー・環境会議、2011)や経済産業省の調達価格等算定委員会が公表している報告書が、日本において利用可能なデータソースでは最も包括的で信頼できると考えられる。そこで本研究では各再エネ電源についての総システムコストや運転・維持コストに関する推定の元データとしてこれらの報告書を利用した。

経済産業省によるデータが基本的な参照元ではあるが、環境エネルギー政策研究所(ISEP)や設備運営者が開示しているプロジェクト別の事業計画書、日本

第1部 地域における持続可能な発展の実現と再生可能エネルギー

の再エネ産業界のさまざまな団体が提供しているデータ（公営電気事業経営者会議／全国小水力利用推進協議会／日本風力発電協会／森林再生事業化委員会など）、また国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、自然エネルギー財団といった研究機関が発表している資料も、バリュー・チェーンの中でより詳細に各技術のシステムコストや運転・維持コストを分解するために参照している。

10kW 未満のより小規模な太陽光発電システムについては、システムコストや運転・維持コストの分解について、ISEP で蓄積されているプロジェクトデータベースやおひさま進歩エネルギー株式会社の事業報告書やプロジェクトデータを参照している。おひさま進歩エネルギー株式会社は長野県飯田市で活動している市民出資による再エネファンドである。

10kW 以上の太陽光発電システムについてのコスト分解は、ISEP の調査データおよび自然エネルギー財団、長野県諏訪湖研究所のプロジェクトから得られたデータを用いて行った。

風力発電については自然エネルギー財団、新エネルギー財団、および NEDO によるデータが、システムコストと運転・維持コストの分解の基礎となっている。これらに加えて日本風力発電協会および ISEP から追加的なデータを得て参照している。

小水力発電についてはハイドロバレー計画における実際のプロジェクトから得たデータのシステムコストの分解に関する基礎データをもとにしている。一方で小水力発電の運転・維持コストは、ISEP で蓄積されているプロジェクトデータと事業計画を基に分解し、全国小水力利用推進協議会からのヒヤリングや資料によってクロスチェックした。

木質廃棄物を燃料とするバイオマス発電については、JAPIC による調査および ISEP と会津電力の公式発表資料からデータを得ている。なお木質バイオマスに関するコストの詳細な分解は、農林水産省による最新の調査を基に行った。

各技術における導入設備 1kW あたりの平均的な利益額は、調達価格等算定委員会が定めている各再エネ電源の設備利用率から導出される年間予測発電量に基づいている。次に年間予測発電量の20年間分と、該当する固定価格買取制度の調達価格とを乗算する。

ただし10kW 未満の太陽光発電設備に関しては、通常は家計の所有に限定され

ていて、自家消費を超える余剰分のみ10年間売電するものとされているため、利益の推計にあたっては異なる推計式を用いている。こうしたケースにおける利益は、発電した電力のうち自家消費した分を外部からの電力購入の節約であると捉え、家計の可処分所得を増やし、地域付加価値をもたらしものとして推計した。

推計は日本の家計の典型的な電力消費パターン（～4,000kWh/年）に基づき、2012～2014年の平均電力価格（24.3～29.5円）を適用して行った。利益額は4.6kWの太陽光発電設備について、前述の節約分と、公式に定められた買取価格による余剰電力の電力会社に対する売電分の合計として推計している。

以上で示した各技術の基礎データセットは、環境省のプロジェクト計画ツールによって導入設備1kWあたりの日本円表示で標準化されたコストと利益に変換される。本ツールでは利益の創出、減価償却費、金融コスト、固定資産税や公共料金およびプロジェクト毎の内部収益率（IRR）とキャッシュフローが計算される。

調達価格等算定委員会が公表している調査データと比較すると、本研究で用いた各技術のデータは、日本政府が提供しているデータと互換性・整合性があると結論づけることができる。ただしより詳細なシステムコストおよび運転・維持コストの分解は、日本国内における最新の知見を反映したものとなっている。

3.2 バリュー・チェーン分析を用いた地域付加価値の試算

各技術の地域における付加価値の計算には、関連するバリュー・チェーンの各段階において総所得や総事業収益、地方税収の推計が必要である。バリュー・チェーンにおける各段階は、典型的な産業部門に対応するという理論的根拠に基づき、IÖWモデルはドイツにおける各産業部門の平均的なコストと利益率を基礎としている。

こうしたデータは、ドイツ中央銀行やドイツ連邦統計局などの政府機関によって公表されている（Heinbach et al. 2014）。再エネに関するバリュー・チェーンのさまざまな段階に関わる企業体が、既存の産業部門に分類でき、その産業部門に対応したコストおよび利益構造を持っていると考えられるため、各産業部門の平均的な値を適用することが正当化される。すなわちIÖWモデルは、企業が自らの属する産業部門において、標準的な利益を期待できないのであれば、再エネ産業に参入しないと想定しているのである。

短期においては、こうした想定は、再エネに関わるバリュー・チェーンのさまざまな段階に参入している企業の、実際の利益率を過小評価している可能性がある。一次的な需給状況や補助金などのインセンティブが存在するために、利益率が想定よりも高いことが現実には発生しうる。しかし一方で長期においてはこうした歪みは縮小し、利益率は該当する産業の典型的な水準に収斂していくと考えられる。

加えて、事業マネジメント段階における税引前利益の計算について、IÖWモデルは「再生可能エネルギー報告書」(Renewable Energy Sources Act (EEG) Progress Report)を基に、各再エネ技術について実際の株式に対する平均的なリターンを適用している (Heinbach et al. 2014)。

同様の理論に従って、日本を対象とするモデルでも地域付加価値は日本政府が公表している産業部門毎の統計、ここでは、財務省の政策調査機関がまとめている「法人企業統計」によっている。このデータは28,000前後におよぶ代表的な非金融および金融企業（資本金、寄付金または基金が1,000万以上の主体）の臨時損益計算書および貸借対照表について、年次調査から得られた結果から推計されている。

調査対象となった企業は資本規模で階級付けられ、また日本標準産業分類に基づいて異なる産業に分類される。これは原則的にはドイツの産業分類に対応するものである。推計結果は全産業に渡る日本企業280万社の決算書をカバーする。データには各産業の売上高や総利益、税引前利益および税引後利益に加えて正規従業員の人件費（給与および賞与を含む）、減価償却費、利子支払いが含まれている。

本研究の目的に照らし合わせ、各再エネのバリュー・チェーンで重要な個別の段階はそれぞれの事業収益率や人件費率を適用している。これによって、従業員の可処分所得や事業の税引前利益を得ることができる。ここで示した産業については（リーマン・ショックによる影響のような）一時的な事象による歪みを回避するため、2010年から2012年までの3年間の平均をとった値が適用されている。

各再エネ技術が地域にもたらす付加価値は、法人企業統計を用い、産業別の人件費や税引前利益率をバリュー・チェーンの各段階において適用することにより推計される。地域付加価値の推計にあたっては2つの重要な仮定が置かれている。これらは日本の電力会社や建設産業が持つ特殊性を適切に反映するためのもの

のである。

- (1) 電力供給産業については、資本金が10億円以上の企業は考慮されていない。これは実際には東京電力をはじめとする10大電力会社を除外していることになる。その理由はこれらの企業が発電から送配電まで垂直統合された事業体であるために、再エネ電源の運用主体のように発電に特化した企業とはビジネスモデルが大きく異なり、コストや利益の構造も全く違うものであると考えられるためである。実際には、大規模な電力会社の売上高に対する販売費や管理費の割合は資本金が10億円未満の電力会社と比較して2倍以上となっている。人件費についても同様である。よって本研究で構築したモデルでは再エネ電源を運用する企業はより小規模な電力会社と類似した経費および人件費の構造を持つものと想定した。
- (2) 日本の建設産業が持つ独特の性質とは、非常に広範囲に及ぶ下請けの広がりである。国土交通省によって管理される独特の許認可制のために、日本の建設産業は限られた数の大手ゼネコンに依存しており、大手ゼネコンは建設作業をピラミッド状の多層構造になっている一次下請け、二次下請け、三次下請け企業に委託するのである。ほぼ60%の建設作業が下請けに出されており、許認可された建設会社のおよそ半数は実際の建設作業を行うことなく入札に参加している。このように多層化した下請け契約に基づく日本の建設産業の構造は国内産業の統計を利用するだけでは適切に分析に反映することはできない。なぜならば、さまざまな段階の下請け企業の事業収益や労働所得は下請けの頂点に位置する企業の物理的な投入コストから隠されてしまっているためである。本研究の独自の調査により再エネ電源に関わる建設作業においても同様の多層化した下請け構造が存在することが確認された。そのためここではプロジェクトに関わる建設業のうち平均して60%が一次下請け、二次下請け、三次下請けに振り分けられるものとした。

日本を対象に各技術の地域付加価値を推計するためには、さまざまな国税と地方税とをモデルに組み込むことが必要である。ここで適用された税のモデルの概要は、表5-3にまとめられている。ここでは、主な国税と地方税の分類と適用される、税率や税の計算式が示されている。なお本モデルでは、地方税を市町村レベルのものと都道府県レベルのものに区別して推計を行っている²⁾。

表5-3 再エネのシステム運用主体をめぐる国と地方の主な税金

国税			
所得税(所得課税率)		20%	
法人税(所得課税率)		18%	
地方税			
所得税		県	市町村
	個人住民課税(均等割) ¹⁾	¥1,000	¥3,000
	個人住民課税(所得割／所得課税率)	4%	6%
法人税(所得課税率)			
	法人事業税(所得課税率)		4%
	電気事業税(収入金額/地方法人特別税等に関する暫定措置法による税率)	0.7%	
	電気供給業の地方特別法人税(対電気事業税)	81%	
	法人住民税(均等割) ²⁾	¥20,000～ ¥50,000	¥50,000～ ¥150,000
	法人住民税(所得割/所得課税率)	5%	12.3%
財産税			
	事業者の固定資産(対償却資産率)		1.4%
消費税			
	事業者の消費額(対付加価値)	0.5%	0.5%

(出所) 法務省 http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_zeisei/czaisei/czaisei_seido/ichiran01.html
(2015年4月9日に参照)

(注1) 個人住民税収全額に対する比率で計算(2012年で2.37% in 2012)

(注2) 法人住民税収全額に対する比率で計算(2012年で: 県=22.9%/市町村=25.8%)

家計の総所得および総事業収益を計算するため、日本を対象としたモデルでは国および地方がそれぞれ課税する所得税や法人税を組み込んでいる。所得税の計算にあたっては、2011年の平均課税所得408万円を想定する。この所得には20%の所得税が課税される。

法人税の計算では、日本で再エネ産業に関わる事業のほとんどが法人税の課税

2) 日本を対象とする地方税のモデルは地方自治体によって直接課税されるもののみを扱っており、地方交付税は除外されている。これは地方交付税による税収の再分配が自治体毎の財政状況に依存しており、また中央政府の裁量によって決定される部分が大いいためである。

対象となる株式会社、有限会社、生活協同組合、または社団法人などの公益法人であると想定している。さらに、再エネ事業に関わる企業の大多数は、小規模から中規模の資本金が1億円未満の企業であると想定しており、2012年に有効であった減税された法人税率18%が適用されるものとする。

より大きな資本を持つ企業が再エネに関連する事業に参入すること考えられるため、1億円という基準は、限定的過ぎる可能性もある。しかし税金を課題とするリスクの方が高いと考えられる。なぜならば、システムの運用主体から見た損益分岐点は、一般的に事業開始から数年の間にあり、税制上の優遇措置も再エネ産業の中では広く見られるものだからである。

こうした所得に関連する国税に地方税が加算され、総個人所得や総事業収益が算出される。日本（市町村レベルあるいは都道府県レベル）では、法人の収益、個人の収入および固定資産と消費が、地方税収の源泉となる。

日本の地方自治体は、法人の収入に対して法人住民税と法人事業税の2種類の課税を行う。法人住民税の税率は課税可能な収益の17.3%であり、5%は都道府県レベルに、12.3%は市町村レベルに帰属する。加えて定額の法人事業税が全ての事業体に課される。ただしその税額は株式の規模や従業員の数に依存して変わる。

税の分類には14種あり、モデル化を難しくしている。本研究の目的に照らし合わせ、法人住民税の定額部分は、収益に関連した法人住民税に対して一定割合を上乗せすることで推計した。上乗せ部分は法人住民税の定額部分と法人住民税の収益に関連した部分の額との比を用いて計算されている。

日本における再エネのシステム運用主体は、通常の法人事業税ではなく、その特別な形態である電気事業税を課される。都道府県から電力の売上によって得た収益が1.3%の税率で課税されるが、現在は税率が0.7%に減税されている。これに加えて、電気事業税の81%を占める特別な地方法人税が課される。ただし、その主たる事業の他に再エネ事業に投資しており、電力の売上による収益が主たる事業の10%に満たない場合はこの税の対象外となり、さらには主たる事業で発生した損失を、再エネ事業によって得た収益によって補填することが認められている。この例外措置は、地方自治体によって行われている地域事業が再エネに投資するインセンティブとして働く。

法人事業税は都道府県レベルでのみ課税され、またその税率は企業の規模に大

きく依存する。以上で述べた理由から、日本で再エネ関連の事業に関わる企業のほとんどが、資本金が1億円未満で、課税対象となる収益が平均して800万円未満の中小企業もしくは生活協同組合、公益法人であると考えられる。本研究のモデルでは、こうした企業の収益に対し一律で平均して4%の課税が行われるものとする。

都道府県や市町村は個々の住民に対し、一律でその個人所得、給与および賃金に対して税率10%で個人住民税を課す。加えて都道府県レベルでは一人当たり1,500円、市町村レベルでは6%または最低で3,000円の住民税が課税される。こうした少額の税をモデルに織り込むため、個人住民税に一定割合を加算するものとした。この方法は法人事業税のうち固定額部分に対して行ったアプローチと同様のものである。

日本の市町村における主な税収源となっているのは固定資産税であり、2012年にはこれが市町村の税収の42.7%を占めた。ここでは一律の税率1.4%が登記された設備、不動産やその他の資産の減価償却費を差し引いた価格に課される。再エネに対する投資もこの固定資産税の対象である。しかし再エネ設備に対する固定資産税を推計しモデル化することには方法論的に大きな問題が存在する。なぜならば、再エネへの投資に対し減価償却の積み重ねを想定する必要があるためである。

さらに、多くの都道府県や市町村は再エネの導入推進政策の一環として固定資産税の減免措置をとっている。比較分析のため、技術毎のキャッシュフロー計画と20年間の減価償却期間に基づいてkWあたりの平均的な税負担額を推計した。ただしモデルを特定の地域にあてはめて適用する場合には、その地域に特有の条件を考慮に入れる必要があることに注意されたい。

地方税収には、この他に消費税の地方税分がある。ここでは消費が購入価格から投入するために外部から購入した物品の価格を減じたものとして定義される。すなわち、付加価値税と同等の扱いをしている。再エネに関わる設備やサービスの購入、そしてシステムの運用によって発生する収益も一律5%の消費税の課税対象であり、うち1%（都道府県および市町村がそれぞれ0.5%ずつ）が地方自治体に配分される。

2012年には消費税がすでに地方税収の17.1%を占めていた。日本政府が消費税率を2014年4月1日から8%に引き上げ、また近い将来には更なる税率引き上げ

が予想されることから、消費税による税収が地方税収に占める割合も今後ますます高まっていくと予想される。また本研究では比較分析のため、システム製造段階における地域経済付加価値を取り扱わないため、一律5%の税率はシステム運用段階でのみ適用される。

地方レベルで課税されるその他の税は、再エネ事業と関係を持たないか、東京のように特定の地域でのみ適用されるため本研究では除外されている。

各再エネ技術について地方税収の額と割合を算出するため、所得を基とした税率が、個人所得と事業収益の算出に用いられるkWあたりの総個人所得と総事業収益に適用される。固定資産税と電気事業税はシステム運用者の課税前事業収益を減じる費用項目として扱う。消費税は、システム運用者の売上から外部からの投入物や銀行への利子支払い、保険料を差し引いた部分に課税される。

本分析ではIOWモデルと全く同様に、総個人所得、総事業収益および地方税収の合計は技術毎の地域付加価値の合計につながる。モデルの結果は再エネ電源それぞれのバリュー・チェーンにおける計画・導入、運転・維持、事業マネジメントの各段階で直接発生した地域付加価値のみを反映したものである。

再エネ電源のバリュー・チェーンのより上流での経済活動（原材料の生産など）や、消費や投資の波及による所得の乗数効果といった間接的な効果が発生することも考えられるが、これらの間接的な効果は本研究のモデルでは考慮していない。従来のエネルギー技術が代替されて、雇用や収益が減じられるといった負の経済効果も、本研究では考慮していない。

4 日本における再エネの地域経済効果

本節では、これまで述べてきたような、IOW型のバリュー・チェーンアプローチに基づいて、特定技術毎の地域付加価値分析を行った試算結果を提示する。本モデルでは計画・投資・導入段階で発生する1回限りの地域経済付加価値と、運転・維持および事業マネジメント段階で再エネ設備の耐用期間にわたって継続する毎年の地域経済付加価値とを区別している。本試算は、容量kWあたりの付加価値創出額（円/kW）で表現される。したがって、実際のモデル自治体においてシミュレーションを行う際には、電源別の設備容量毎の導入目標ないしは、導入実績に掛け合わせることで、試算されなければならない。

第1部 地域における持続可能な発展の実現と再生可能エネルギー

表5-4 各再生エネ技術の地域付加価値（1kW当たり／2014年）

¥/kW	投資段階			事業運営段階		
	投資額	地域経済付加価値	付加価値率	売電益	地域経済付加価値	付加価値率
太陽光 <10kW (住宅)	¥382,000	¥45,317	12%	¥31,270	¥10,221	33%
太陽光 10～50kW (33kW非住宅屋根設置)	¥341,000	¥56,967	17%	¥33,200	¥19,045	57%
太陽光 50～500kW (150kW非住宅屋根設置)	¥312,000	¥55,875	18%	¥35,700	¥19,810	55%
太陽光 500～1000kW (1MW非住宅屋根設置)	¥292,000	¥49,915	17%	¥35,700	¥20,688	58%
太陽光 2MW (非住宅・陸上)	¥286,000	¥43,180	15%	¥35,700	¥19,449	54%
風力 (2MW陸上)	¥318,000	¥41,174	13%	¥38,500	¥18,033	47%
風力パーク (20基@2MW陸上)	¥300,000	¥44,320	15%	¥38,500	¥21,483	56%
小水力 (<100kW)	¥1,485,000	¥308,544	21%	¥193,600	¥104,847	54%
小水力 (200kW)	¥1,315,000	¥280,631	21%	¥193,600	¥116,750	60%
小水力 (200～1000kW)	¥1,063,000	¥242,520	23%	¥165,100	¥104,992	64%
木質バイオマス (5,000kW/未利用木材)	¥410,000	¥44,515	11%	¥201,800	¥79,204	39%

表5-5 各再生エネ技術の地域付加価値分配

	投資段階			事業運営段階				
	地域税収	第三社の税引き後利潤	第三社従業員可処分所得	地域税収	事業者の税引き後利潤	第三社の税引き後利潤	事業者従業員可処分所得	第三社従業員可処分所得
太陽光 <10kW (住宅)	12%	12%	76%	12%	0%	4%	72%	12%
太陽光 10～50kW (33kW非住宅屋根設置)	12%	11%	77%	30%	53%	9%	4%	4%
太陽光 50～500kW (150kW非住宅屋根設置)	12%	11%	77%	32%	48%	8%	8%	4%
太陽光 500～1000kW (1MW非住宅屋根設置)	12%	11%	77%	32%	43%	11%	11%	3%
太陽光 2MW (非住宅・陸上)	12%	11%	77%	32%	47%	12%	6%	3%
風力 (2MW陸上)	13%	11%	76%	34%	38%	7%	6%	15%
風力パーク (20基@2MW陸上)	1%	11%	88%	29%	59%	4%	1%	7%
小水力 (<100kW)	12%	10%	78%	31%	54%	4%	8%	3%
小水力 (200kW)	12%	10%	78%	28%	56%	3%	10%	3%
小水力 (200～1000kW)	12%	9%	79%	26%	63%	3%	5%	3%
木質バイオマス (5,000kW/未利用木材)	12%	9%	79%	24%	15%	7%	11%	43%

表5-4に示すとおり、計画・導入段階では、技術毎の投資額のうち11%～23%が地域付加価値として捉えられる。このことは、設備が地域外から購入される一方で、計画・導入は地域内の企業によって行われることを示唆している。地域付加価値が最も大きくなりうるのは小水力発電となった。これは小水力発電の

建設コストが相対的に他の再エネ電源と比較して大きいことが理由である。

また表5-5に示されるように、再エネ設備の導入が労働集約的であるという性質を反映して、地域付加価値のうち、従業員の可処分所得が地域付加価値の主要な要素となっている。

運転・維持と事業マネジメント段階では、生み出された収益が地域付加価値として捉えられる。表5-4が示すように、ほとんどの再エネ電源について地域付加価値の割合は生み出された収益の50～60%となっている。技術毎の地域付加価値の内訳を分析すると、事業運営段階による総収益が地域付加価値のおよそ半分を占めるのに対し、個人所得は4～11%と比較的小さい(表5-5)。

よって、再エネ事業の所有権を持つ事業者が地域内に立地しているかどうか、地域付加価値がその事業が立地する地域に帰属するかどうかを決定する重要な要因になることが示唆される。事業主が地域外の主体であれば、潜在的な地域付加価値の最大の部分は、理論的にその地域に帰属しないことになる。

一方で地域での雇用に対する潜在的な経済効果は限定的である。なぜならば、再エネ電源の運転・維持は従来の産業と比較して労働集約度が低いためである。ただし、私家計が所有する10kW未満の太陽光発電、およびバイオマス発電はその例外である。

バイオマス発電の、運転・維持段階、事業マネジメント運営段階においては、従業員の可処分所得が他の電源と比べて大きいことがわかる。これは、原材料調達にかかる雇用が、地域付加価値創造額に含まれているからである。大規模バイオマス発電については、原材料が計画通りに調達できるかどうか、という難しい問題を抱えているが、本研究ではこの課題を克服し地域主体がその事業を担うことができる、という想定のもとに試算がおこなわれている。

小規模な太陽光発電の導入の場合、外部からの電力購入の減少分と、固定価格買取制度で定められた余剰電力の電力会社に対する販売によって得た売上が、私家計の可処分所得を押し上げる効果を持つ。

小水力発電を除き、システム運用者の収益は、どの再エネ電源についても導入される設備容量1kWあたり年間で7,500～11,000円となっていることは興味深い。また、ここで分析された再エネ電源によるプロジェクト毎のキャッシュフローから導き出された内部収益率は、固定価格買取制度で公式に想定される率を大きく下回っている。

例えば太陽光発電の導入の場合、本研究のデータではプロジェクトの内部収益率が2～4.6%となるが、これは経済産業省調達価格等算定委員会に報告されている内部収益率の下限にあたる。

風力発電およびバイオマス発電については、本研究のデータを用いるとプロジェクト毎の内部収益率は3.6～5.8%となり、これらの技術に対する買取価格を設定する際に目安とされた内部収益率8%を大きく下回っている。

小水力発電については本研究で用いているデータが、ハイドロバレー計画に含まれた実際に運転段階にあるプロジェクトのみを参照しており数が少なく、依然として建設中のプロジェクトや、すでに放棄されたプロジェクトなど多くのデータを参照できていない。すでに運転中のこうしたプロジェクトは、典型的な小水力発電のプロジェクトよりも収益性が高いことが考えられる。

実際に2014年12月19日に全国小水力利用推進協議会と行ったヒヤリングでは、固定価格買取制度が想定するよりも相当に高い投資コストに直面しているプロジェクトが数多く存在することという指摘を受けた。ハイドロバレー計画から得たデータも個別のプロジェクトについて非常に幅広い投資コストが存在することを示している。その理由は、小水力発電に対する投資のうち平均で60%を占める建設コストが、設備が建設される地点の地形的な条件に大きく左右されることであると考えられる。

結果として、本研究で太陽光発電およびバイオマス発電について用いたデータからは、プロジェクトの収益性については保守的な結果となっており、潜在的な地域付加価値を過小評価している。一方で、小水力発電については本研究で用いたデータがより収益性の高いものに偏っている可能性がある。いずれにしても内部収益率に差異が出ることは不可解である。なぜならば投資や運転のコストは、調達価格等算定委員会で報告された数値と整合的であるためである。そのため調達価格等算定委員会で行われる計算や基礎となるデータについて、より透明性を求めたい。

もうひとつ、ここで注目しておきたいのは、現在の税制の下において、各電源ともに地域付加価値創造の2～3割程度は地方税収となり得る点である。自治体財政の弱体化が盛んに議論される今日の日本において、分散型の再エネ事業が、地方自治体にとって、インセンティブとなり得ることを示している。

一方で、相対的に税率の高い固定資産税は再エネに対する潜在的な投資家を萎

縮させる可能性がある。そのため地方の投資を効率的に再エネへと呼び込むこと、地方の団体やバリュー・チェーンを巻き込むことや、地方のオーナーシップおよび地方の住民の参加を促すこと、地方コミュニティの再エネに対する受容性を高めることが効果的である。そうすれば、地方が主体となった再エネへの投資拡大が地方税収の源となる追加的な収益や所得を生み出すことにつながるだろう。

5 まとめ

本研究では、ドイツの IÖW が開発した、再エネによる地域付加価値創造分析モデルによって、日本において、入手可能な範囲の標準的なデータを用いながら、分散型再エネの電源毎の地域付加価値創造額を試算し、その構成比を比較分析した。IÖW モデルでは、再エネ事業の特定技術のライフサイクル毎に、バリュー・チェーンの段階とステップを設定する。このうち、地域で賄えるものとそうではないものに区別し、より実地的な基礎データを用いながら、電源毎に地域付加価値創造額を算出することができる。地域付加価値創造額は、事業者の税引き後利潤と従業員の可処分所得、そして、市町村の地方税収の合計値として求められる。このように、各再エネ技術特有の事業のバリュー・チェーンを設定することで、既存の産業連関分析よりも、直接効果を詳細かつ实际的に算出することができる。

再エネ電源別のバリュー・チェーン分析に基づく地域付加価値算出のモデル化は、地域の事業主体や政策決定者に、再エネが持つ潜在的な地域経済効果を測る強力で頑健なツールを提供するものである。本分析により日本でも再エネは大きな地域付加価値をもたらしうることが明らかにされた。分析結果からは地域の事業主体や農家、エネルギー協同組合や自治体所有の発電事業者が参加することが、地域付加価値の創造にとって重要であることが浮き彫りとなった。

これは、地域での再エネ電源に関する導入段階における一回限りの雇用よりも、その継続的な運用段階から得られる収益の方が、長期間に渡って地域付加価値の源泉になる点で重要だからである。それゆえに地域のオーナーシップが地域付加価値を創造し、それを地域に帰属させるために不可欠な要素となる。

同様に、地域に帰属する地域付加価値の割合を決定する要因となるものとして、再エネのバリュー・チェーンのさまざまな段階における地域の能力も重要である。

第1部 地域における持続可能な発展の実現と再生可能エネルギー

地域で再エネに関わる設備を生産する能力があるかどうか地域経済に利益をもたらすのはもちろんのこと、金融などを含め、計画・導入段階からシステム運用段階に必要なサービスを提供する能力があるかどうか設備を生産する能力と同等に重要である。

それは、こうしたサービスを提供する能力が長期にわたって地域付加価値の源泉となるからである。したがって、再エネによって地域経済を発展させることを目的とするならば、日本の地域の事業主体や政策主体は、地域が主体となった投資やオーナーシップと同様に、地域でのキャパシティ・ビルディングを奨励あるいは命じるべきである。

同時に、試算される再エネの地域経済効果の信頼性や頑健性は、それぞれの技術について頑健で広範に渡る、バリュー・チェーンのさまざまな段階におけるコストと収益構造に関するデータが利用可能かどうか依存する。

しかしながら、日本において現在入手できる、バリュー・チェーンの段階や、その入れ子にあるステップにおける基礎データの蓄積は、ドイツと比較すると貧弱であると言わざるを得ない。現時点では日本を対象とした分析はコスト構造や収益構造の詳細についてドイツと比較して限られた量のデータに依存するしかない。

こうした種類のデータは通常、日本政府によって公開される公式なデータとシンクタンクから公表されるデータとで整合性がとれるものであるが、公表されているデータは断片的で、特に総システムコストについて大きなばらつきがある。そのようなばらつきは、再エネの経済価値に大きな影響を与え、またデータ全体の質を損なう。

しかし再エネの導入拡大が日本でも進めばより広範なデータが利用可能になり、日本を対象としたモデルの信頼性と頑健性を向上させることが可能であると期待される。固定価格買取制度の設備認定要件として、こうしたデータの蓄積を希望するとともに、筆者ら自身も、不足する基礎データは、事業者へのヒヤリング調査等によって、補ってゆく必要がある。

最後に、地域付加価値の推計は、各再エネ電源のバリュー・チェーンに関連する経済活動に関わる産業の収益性や労働集約度を推計するために、国レベルでの産業別統計に依存している。こうした統計は、再エネに特有の、労働コストや収益性を反映しているわけではなく、近似にすぎないことは明らかである。しかし長

期を対象とする推計では、企業は再エネ関連の活動で該当する産業の平均的な収益性が得られなければその活動に従事しないと考えられることから、このようなアプローチも正当化されると考えられる。

現在の本モデルの適用は、固定価格買取制度の対称となっている11の再エネ電源について実際の潜在的な地域付加価値を試算することに限定される。そのため今後の研究やモデルの拡張にも、さまざまな発展の余地が残されている。

- (1) 将来の再エネ導入が持つ潜在的な地域経済効果を予測するようにモデルを拡張することが可能である。これによって地方自治体による、再エネを基礎とした地域の発展の実現をサポートするツールを提供することができる。
- (2) 発電のみならず、エネルギー効率の向上やエネルギー利用の節約、熱利用といった日本の固定価格買取制度で対象となっていない重要な分野も分析できるよう、モデルを拡張することも意義がある。しかしそのためにはそうした技術のそれぞれについてバリュー・チェーンを構築する必要がある。
- (3) 本研究で構築したモデルと産業連関表や、地域毎の所得乗数を組み合わせることで、再エネの導入が持つ間接的な経済効果を分析することも期待される。本研究で実施したような、バリュー・チェーン毎に、体系的かつ緻密に計算された直接効果をもとに、その波及効果を得、地域経済効果をより正確に計測するためには、波及効果を計測することができる、産業連関分析との統合が、今後、不可欠のものとなってくる。

参考文献

- 石川良文・中村良平・松本明（2012）「東北地域における再生可能エネルギー導入の経済効果：地域間産業連関表による太陽光発電・風力発電導入の分析」RIETI Policy Discussion Series 12-P-014
- エネルギー・環境会議のコスト等検証委員会（2011）「コスト等検証委員会報告書」
- 科学技術動向研究センター（2013）「拡張産業連関表による再生可能エネルギー発電施設建設の経済・環境への波及効果分析」
- 霜浦森平・中澤純治・松本明（2013）「環境産業分析用地域産業連関表を用いた太陽光発電の地域経済効果—高知県における事業形態による効果の比較分析—」『日本地域学会第50回年次大会報告論文』
- 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

第1部 地域における持続可能な発展の実現と再生可能エネルギー

- 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。
- 野村総研（2012）「エネルギーの経済・雇用等への影響」『平成23年度エネルギー環境総合戦略調査成果報告書』
- 稗貫俊一・本藤祐貴（2012）「拡張産業連関表を用いた地熱発電のライフサイクル雇用分析」『第28回エネルギーシステム・経済・環境カンファレンスプログラム講演論文集』209-212頁。
- 松本直也・本藤祐貴（2011）「拡張産業連関表を利用した再生可能エネルギー導入の雇用効果分析」『日本エネルギー学会誌』、Vol.90、No.3、258-267頁。
- 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。
- Breitschopf B, Nathani C, Resch G（2011）Review of approaches for employment impact assessment of renewable energy deployment.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)（2014）Erneuerbare Energien im Jahre 2013 – Erste vorläufige Daten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland auf der Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat).
- 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, Springer Open Journal, 2014, 4: 1
- International Energy Agency (IEA, 2014) The transformation of power – wind, sun and the economics of flexible power systems, International Energy Agency Bookshop, Paris
- Raupach-Sumiya J, Matsubara H, Prah A, Aretz A, Salecki S（2015）Regional economic effects of renewable energies – comparing Germany and Japan, Energy, Sustainability and Society 2015, 5: 10（24 March 2015）
- Raupach-Sumiya J（2014）Measuring regional economic value-added of renewable energy – the case of Germany. In: 社会システム研究（Social System Study）, Vol.29. Ritsumeikan University BKC Research Organization of Social Sciences Kyoto pp. 1-31