

持続可能な再生可能エネルギー 100%地域を評価する： 永続地帯研究のこれまでを振り返って

Assessment of sustainable 100% renewable energy region:

Looking back on the research on sustainable zones

松原 弘直^{1*}・倉阪 秀史²

Hironao MATSUBARA^{1*} and Hidefumi KURASAKA²

¹ 認定 NPO 法人 環境エネルギー政策研究所

² 千葉大学大学院 社会科学研究院

¹ Institute for Sustainable Energy Policies

² Graduate School of Social Sciences, Chiba University

摘 要

世界的な気候変動問題や持続可能な社会の構築のため、再生可能エネルギー 100% 地域に向けた取組が欧州を中心に進められている。日本国内においても都道府県や市町村別などの地域ごとに評価することで、より大きな割合で再生可能エネルギーを供給している地域を見出し、再生可能エネルギーにより持続可能な地域を将来に渡り増やしていくことが重要である。2007 年より永続地帯研究会により年度ごとに毎年公表されてきた「エネルギー永続地帯」は、地域における民生部門および農林水産のエネルギー需要に対する再生可能エネルギー(大規模水力を除く)の割合を、地域的エネルギー自給率として推計した。各地域の持続可能性の指標として有効であり、その地域の特性に応じて太陽光や風力、小水力、地熱、バイオマスなどの様々な再生可能エネルギーを供給した実績を指標化することにより、これまで経済的な指標などでは捉えられなかったその地域の持続可能性を評価することを可能とした。

キーワード：永続地帯，再生可能エネルギー，持続可能性，指標

Key words：sustainable zone, renewable energy, sustainability, index

1. はじめに

社会の持続可能性を確保するために、現在依存している枯渇資源ではなく更新性資源(Renewable Resources)を基盤とした経済社会への転換を進めるための指標として永続地帯(Sustainable Zone)を2006年に提唱した(倉阪・松原, 2006)。永続地帯には食糧とエネルギーの指標があるが、このうち「エネルギー永続地帯」の指標により都道府県や市町村別などの地域ごとに評価することで、より大きな割合で再生可能エネルギーを供給している地域を見出し、再生可能エネルギーによる持続可能な地域を将来にわたり増やしていくことが重要である。2007年から毎年公表している「エネルギー永続地帯」(千葉大学倉阪研究室と環境エネルギー政策研究所(ISEP; Institute for Sustainable Energy Policies)の共同研究)では、日本国内の地域別の再生可能エネルギー供給の現状と推移を年度ごとに明らかにしている(永続地帯研究会, 2011)。地域における再生

可能エネルギーの割合が、その地域の持続可能性の指標として有効であり、その地域の特性に応じて太陽光や風力、小水力、地熱、バイオマスなどの様々な再生可能エネルギーを供給した実績を「地域的エネルギー自給率」として指標化することにより、これまで経済的な指標などでは捉えられなかったその地域の持続可能性を評価することが可能となる。

2. 世界の再生可能エネルギー 100%地域

地球規模の気候変動やエネルギー問題を解決する有力な手段として、この10年間で世界では持続可能な再生可能エネルギーが急成長してきた。2017年には世界全体の最終エネルギー需要の約11%、電力需要の26%が再生可能エネルギーにより賄われている(REN21, 2019)。その結果、再生可能エネルギーの割合がエネルギー需要量の100%を超える地域が世界各地で生まれている。さらに、2015年12月に採択された「パリ協定」では、今世紀後半

受付：2019年10月15日，受理：2019年12月26日

* 〒160-0008 東京都新宿区四谷三栄町16-16, E-mail: matsubara_hironao@isep.or.jp

には温室効果ガスの排出量を実質ゼロにすることを目指す必要があるとされており、多くの地域や企業が再生可能エネルギー 100%を目指すことを宣言し始めている。

欧州連合(EU)では、2020年までに再生可能エネルギーを最終エネルギー消費の20%にすることを目指して加盟各国が目標を定めており、スウェーデンでは目標の49%をすでに達成して53%以上に達している(EurObserv'ER, 2019)。ドイツでは、発電量に占める再生可能エネルギーの割合が2000年の6%台から2018年には35%に達し、再生可能エネルギーの導入が進んだ国のひとつになっている。ドイツ国内では再生可能エネルギーの割合が100%を超える地域が着実に増えており、2017年7月には92地域になったと評価されていた(IdE, 2017)。さらに58の準備地域と3つの準備都市が100%再生可能エネルギーを目指す地域として評価されており、合わせるとドイツ国内の1/3に相当する153地域に達している。この再生可能エネルギー100%実現地域の中には、人口1,000人規模の地域コミュニティからハノーファーのように人口が100万人を超える大都市圏まで含まれている。

この再生可能エネルギー100%地域の評価プロジェクトの中心地であり、再生可能エネルギー100%地域の国際会議が開催されてきたカッセル市を含むヘッセン州のカッセル郡(人口24万人)も再生可能エネルギー100%地域になっている。カッセルのエネルギー公社(シュタット・ベルケ SW-Kassel)では、再生可能エネルギー100%の電気を市内の契約者に供給しているが、まだ全ての再生可能エネルギーを地域内から調達することはできていない。その再生可能エネルギーの比率をさらに増やすために、新たな風力発電所などの建設が進められている。さらにヘッセン州には、このカッセル郡を含めて再生可能エネルギー100%地域が全部で12地域あり、準備地域が8地域、そして大都市のフランクフルトが準備都市として認定されている。この中の人口13,500人の町ヴォルフハーゲン(Wolfhagen)では2008年に、電気について2015年までに再生可能エネルギー100%を目指すという目標を決定し、町のエネルギー公社(SWW)がその実現に向けた取組を行ってきたが、2014年に4基の風車(1.2万kW)を建設したことにより、計画とおり年間の電力量のバランスで再生可能エネルギー100%を達成している。このエネルギー公社は町が75%、エネルギー協同組合BEGが25%を所有して市民が明確に経営に参加している。エネルギー公社は町の配電網を所有しており、これまで町の周辺を含めて2万kW近い太陽光発電を導入している。そのうち1万kWのメガソーラーの半分を所有し、運営管理を行っている。郊外には農家の協同組合が所有する2,000kWクラスのバイオガス発電施設もあり、発電

と共に学校への熱供給も行っている。

このドイツでの取組を受けて、世界の様々な再生可能エネルギー関連団体の協働により2014年から進められた「再生可能エネルギー100%世界キャンペーン」では、再生可能エネルギー100%に関するイベントやワークショップなど多くの対話の場が設けられ、世界の再生可能エネルギー100%の事例を集めてマップなどで紹介し、各国の政策立案者への働きかけが行われた。日本からは2040年に再生可能エネルギー100%を目指している福島県などの事例がマップで紹介されている。2017年5月には、世界の主要な再生可能エネルギー関連団体や、日本からは環境エネルギー政策研究所(ISEP)が理事団体となり「自然エネルギー100%世界プラットフォーム」が設立されている(Global100re, 2017)。

さらに、日本国内での再生可能エネルギー100%に向けたイニシアティブが2017年からスタートし、国内向け日本語Webサイト「自然エネルギー100%プラットフォーム」が開設されている(事務局: CAN-Japan)(自然エネルギー100%プラットフォーム, 2017)。このプラットフォームでは、日本国内では「新しい常識」である再生可能エネルギー100%について議論を喚起するとして、再生可能エネルギー100%に関する国内外の取組や情報を発信している。様々なステークホルダーの学びと対話の場を生み出すためのイベントを全国各地で開催すると共に、再生可能エネルギー100%プラットフォームに賛同する団体を広く募集し、再生可能エネルギー100%を宣言する団体(自治体、中小企業、教育機関など)を募っている。その中で、千葉商科大学は、2017年11月に自然エネルギー100%大学を目指すという宣言を行い、LED照明による省エネや太陽光発電の導入などを進め、2019年2月までに年間電力需要に相当する再生可能エネルギー(太陽光)の発電事業を自ら行うことなどにより再生可能エネルギー100%を達成した(千葉商科大学, 2019)。

3. 日本国内の再生可能エネルギー導入状況

日本国内でも太陽光発電を中心に変動する再生可能エネルギーの割合が地域によっては急速に増加しつつある(ISEP, 2019a)。2018年末の時点で日本では太陽光発電設備の累積導入量が約5,500万kW(パネル容量DCベース)に達しており(REN, 21 2019)、中国、アメリカに次ぐ世界第三位の太陽光発電の導入量になっている。図1に示すように、系統接続された太陽光発電の設備容量(系統連系容量ACベース)では、固定価格買取FIT(Feed-in Tariffs)制度に基づく導入により2018年度末で約5,000万kWとなっている(資源エネルギー庁, 2019a)。

2018年度の再生可能エネルギーによる発電量の割合は前年度から0.8ポイント増加して17.5%とな

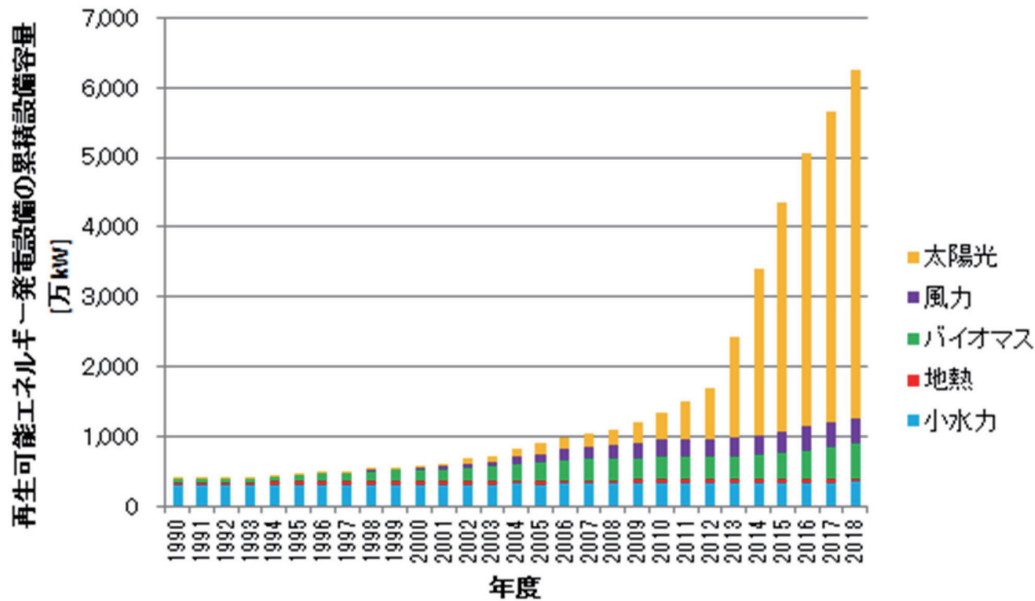


図1 日本国内での再生可能エネルギー発電設備(大規模水力を除く)の累積導入量。(ISEP(2019b)に加筆)

った(ISEP, 2019b)。2012年度までは約10%程度で推移していたが、特にFIT制度による太陽光発電を中心とした大量導入により、6年間で約1.7倍になっている。最も増加した再生可能エネルギーは太陽光発電で6.7%に達しており、前年度の5.8%から0.9ポイント増えている。一方、太陽光以外の再生可能エネルギー(小水力、風力、地熱、バイオマス)はほとんど増えていない状況で、太陽光がいまや水力(大規模水力を含む)の7.5%に匹敵する発電量になっている。世界的には太陽光よりも普及が進んでいる風力発電の割合は、日本ではようやく0.7%で、太陽光発電の約10分の1にとどまっている。なお、日本全体で1年間に発電された総発電量(自家消費を含む)に対して、再生可能エネルギーによる発電量の割合は、資源エネルギー庁が公表している電力調査統計(一定規模以上の電気事業者のデータで、自家発電の自家消費の発電量などを含む)などを集計することで推計することができる(資源エネルギー庁, 2019b)。ただし、この電力調査統計は電力自由化の影響で2016年度以降の統計データの集計方法が大幅に見直されており、現状では風力発電のデータに一部不整合があると考えられるため、電力会社エリアごとに公表されている電力需給データを使っている。また、住宅用太陽光の自家消費分のデータは集計されていないため、FIT制度での送電量から自家消費率を仮定して推計している。

2012年7月にスタートした再生可能エネルギー電気のFIT制度により設備(事業)認定された発電所の設備容量は2018年度末までに1億kW以上になっているが、そのうち79%の8,400万kWが太陽光である。しかし実際に運転しているのは約5,000

万kWで3,500万kWが未稼働の状況である。特に1MW以上の大規模なメガソーラーの運転開始率が41%と低くなっている。風力発電は1,000万kW以上が事業認定されているが、環境アセスメントの手続きや電力系統への接続の問題で34%にあたる360万kWしか運転を開始していない。中小水力については、事業認定が140万kW程度に留まっており、そのうち57万kWが運転を開始している。地熱発電は事業認定が9万kWと少ない状況で、運転開始もまだ3万kW程度である。一方、バイオマス発電は1,000万kW以上が事業認定されているが、その7割以上が海外からの木材や農業残さ(パーム椰子殻(PKS)やパーム油)を燃料とする設備で、燃料の持続可能性の評価が課題となり、運転開始率も3割以下と低くなっている。

4. エネルギー持続地帯の推計方法

エネルギー持続地帯の基本的な考え方は、ある「地域」において、再生可能エネルギーの供給量と、その地域内のエネルギー需要量をそれぞれ推計し、それらのバランスを求めている。「地域」としては、基礎自治体として市区町村の単位を試算対象としている。東京23区はそれぞれ対象としているが、政令指定都市については「市」を単位としている。エネルギー需要としては、「民生部門」と「農林水産業部門」を対象として1年間(年度)を単位に推計している。なお、民生部門には「家庭用」と「業務用」の双方を含む。エネルギー需要の形態としては、「電力」と「熱」の双方を対象としている。輸送燃料は、「地域」の設定が難しいことから除外し

ている。再生可能エネルギーの供給としては、表1の再生可能エネルギーを対象として、年度ごとに発電量(発電所内動力を除く)や化石燃料の代替熱量を推計している。

4.1 地域のエネルギー需要の推計方法

エネルギー需要については、民生部門(家庭用及び業務用)と農林水産業部門の年間消費電力量と年間消費熱量を市区町村ごとの地域別に推計している。地域別の年間消費電力量を推計するために、資源エネルギー庁の「都道府県別エネルギー消費統計」(直近は2015年度の確定値)から都道府県別の民生(家庭、業務)部門の年間電力使用量データを得て、「家庭用」については国勢調査(直近は2015年10月)の世帯数を毎年1月1日の住民基本台帳の変化率で補正した世帯数で按分している(資源エネルギー庁、2019c)。「業務用」及び「農林水産業」については、市区町村ごとの業務部門の従業員数(直近は2014年経済センサス基礎調査の業種大分類F、G、I~Sの13分類)で、それぞれ市区町村に按分した。使用電力量から熱量相当への換算にあたっては、電力に関する一次エネルギー換算係数として、エネルギー源別標準発熱量表(直近は2015年4月改訂)により9.48 MJ/kWhを用いた。ただし、2011年3月の東京電力福島第一原発事故による避難指示区域となり、避難のために世帯数が事故前の3分の1以下になっている7つの町村は電力需要が通常よりもかなり小さくなっているため、2011年度以降は推計の対象外としている(供給量は推計して福島県全体の集計には反映している)。

熱需要の推計には、電力と同じく「都道府県別エネルギー消費統計」から都道府県別の民生(家庭、業務、農林水産業)部門の化石燃料(石炭、軽質油、重質油、都市ガス、石油ガス)消費量及び地域熱供給のデータを得た。消費量からエネルギー消費量への換算には、エネルギー源別標準発熱量表を用いた。市区町村別の按分方法は電力と同じである。なお、都市ガスについては都市ガス供給のある市町村において人口集中地区の人口(直近は2015年の国勢調査データより推計)のみで按分を行い、それ以外

の地域では石油ガス(LPG)を使用していると仮定した。さらに、これらの熱需要に、地域ごとに推計した再生可能エネルギーによる熱供給量を熱需要に加えている。

4.2 地域のエネルギー供給量の推計方法

(1) 太陽光発電

家庭用太陽光(出力10kW未満)については、2011年度までは都道府県別の補助金の交付データ等から推計していた。2012年7月から開始された固定価格買取制度(FIT制度)で設備認定され、かつ、実際に運転を開始した設備容量が都道府県別に毎月、資源エネルギー庁から公表され、2014年4月末から毎月、市町村別に公表されている。事業用太陽光(出力10kW以上)も、2011年度までは新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO; New Energy and Industrial Technology Development Organization.)や新エネルギー導入促進協議会(NEPC)などの補助金の交付データより推計していたが、資源エネルギー庁の都道府県別及び市町村別のデータを用いて、導入量を推計している。太陽光発電の年間発電量は、各都道府県の地方気象台から公表されている都道府県別の日照時間を用いて、パワーコンディショナーの変換効率や損失係数などを仮定して推計している。事業用太陽光の設備については、パワーコンディショナーの容量に比べて太陽光パネル容量を大きくする「過積載」が増えてきており、設備利用率(設備容量での総発電量に対する実際の年間発電量の割合)が住宅用よりも大きくなる傾向にあるが、公表された事業用(10kW以上)の設備利用率と比較して推計値がほぼ同じレベル(直近では14%程度)であることを確認している。

(2) 風力発電

風力発電の導入済みの設備容量は、NEDOの「日本における風力発電設備・導入実績」の発電設備データから集計している。1MW以上の大型風車は、環境省の「平成21年度 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」の中で想定されている設備利用率をその地域の風況(年間平均風速)に応じて用いた。同時に、各年度で公表されている日本全体

表1 エネルギー-持続地帯が対象とする再生可能エネルギー。

	対象	備考
電力	太陽光発電	一般家庭、事業用
	事業用風力発電	20kW以上
	地熱発電	
	小水力発電	1万kW以下の水路式、RPS・FIT制度の対象設備に限るが、調整池、ダム放流水を含む
	バイオマス発電	バイオマス比率が50%以上の発電設備。木質バイオマスは国産の部分のみとし、一般廃棄物のバイオマス分も対象としている。コージェネ(熱電併給)の電力と熱を対象とし、原則として木くず以外の産業廃棄物及び製紙用などの産業用バイオマスボイラーは除く。
熱	バイオマス熱	バイオマスボイラー、木質バイオマス発電及び一般廃棄物による発電のコージェネを含む
	太陽熱利用	一般家庭、業務用
	地熱利用	浴用及び他目的の温泉熱、及び地中熱

の発電量とのかい離を補正するために、補正係数を乗じている。出力1 MW未満の比較的小規模な設備では電気事業便覧及び電力調査統計より各年度の設備容量と供給電力量から設備利用率を求め、年間発電量を推計した(直近の設備利用率は21.4%)。なお、2016年度から資源エネルギー庁の電力調査統計において、電気事業者ごとの年間発電量が公開されていることから、発電事業者が特定できる風力発電設備についてこの年間発電量を採用している。

(3) 地熱発電

地熱発電は、火力原子力発電技術協会が年度ごとに公表している「地熱発電の現状と動向」より、国内の地熱発電設備についての年間発電量等のデータを用いている。なお、2013年度以降にFIT制度等により導入された地熱発電所で年間発電量や所内率(発電量に対して発電所内で消費される電力量の割合)が不明の場合は、認定設備容量をベースに年間送電量を推計している(設備利用率70%、所内率20%)。

(4) 小水力発電

小水力発電は、2012年7月から開始されたFIT制度により設備認定された設備については、2017年度末までの導入量を推計している(ダム放流水を活用する発電設備を含む)。なお、FIT制度により導入された設備の中に既存設備の更新となっている場合は、それを反映した。2011年度までの導入量については、社団法人電力土木技術協会が公表している「水力発電所データベース」より最大出力1万kW以下の水路式でかつ流れ込み式あるいは調整池方式の水力発電所及びRPS法の対象設備一覧データ(1,000kW未満)を用いて集計した。1,000kW以上の設備については、資源エネルギー庁が公表している全国平均の実績値に基づく設備利用率(1,000~3,000kWは64.1%、3,000~5,000kWは60.5%、5,000~10,000kWは59.0%)を使って年間発電量を推計している。1,000kW未満の設備については、資源エネルギー庁が公表しているRPSの施行状況より2011年度の設備容量と供給電力量から設備利用率を求め、2012年度以降の年間発電量を推計した。ただし、事業者から年間発電量の実績値や設計値が公表されている場合は、できるだけ採用した。

(5) バイオマス発電

バイオマス発電は、FIT制度で設備認定された2012年度以降の導入分及び移行認定分については、実際に運転を開始したバイオマス発電設備(燃料種別として未利用材、一般木材、メタン発酵を対象)を年度ごとに集計した。運転を開始している国内のバイオマス発電のうち、バイオマス比率(50%以上)が確定できると見なせる設備(原則として木質バイオマス、バイオガス設備など)について集計しているが、明らかに輸入材(PKS、バイオ燃料含む)

等を原料としている設備はその分を除外した。2016年度以降は、一般廃棄物の発電設備でのバイオマス分(紙・布類、木、竹、わら類、厨芥類)をバイオマス発電としている。環境省の「一般廃棄物処理実態調査結果」の平成28年度(2016年度)調査結果より、地方公共団体(一部事務組合を含む)が運営している一般廃棄物処理施設のバイオマス比率と総発電量から発電量(施設内での利用を含む)を推計した。2011年度以前に導入された設備については、NEDO(NEDO, 2010)及びJARUS(JARUS, 2012)のデータより、木質バイオマス資源によるコジェネレーション(熱電併給)を行っている設備を対象とした。なお、RPS認定設備のうち産業廃棄物の発電(ごみ発電)については、木くず以外はバイオマス比率の推計が難しく廃棄物の環境への負荷を考慮し、集計には加えていない。大型の石炭火力での混焼や製紙会社での黒液などによるバイオマス発電も、環境への負荷やバイオマス比率(カロリーベース)が明確ではないため除外した。発電量の推計のため、設備利用率は70%とし、所内率については木質バイオマス発電では20%、バイオガス発電では50%とした。なお、FIT制度では全量売電が可能となったため、バイオガス発電の所内率は20%とした。

(6) 太陽熱

太陽熱については、ソーラーシステム振興協会が集計して公表している2004年度から2017年度までの太陽熱温水器及びソーラーシステムの都道府県別導入台数を用いて、2017年度末の累計導入量を推計した。この際の市町村への按分は前年度までの累計導入量を用いた。家庭用に個人住宅に導入されている太陽熱温水器については、総務省統計局の「全国消費実態調査の主要耐久消費財結果表」の「地域別1000世帯当たり主要耐久消費財の所有数及び普及率」(総務省, 2015)より、都道府県別及び市町村別のデータを用いて導入量を推計した。導入された太陽熱温水器の平均面積を3平米と仮定し、年間の集熱量を都道府県ごとの日照時間を用いて求め、この集熱量より、ボイラー効率を85%と仮定し、燃料代替の熱量を推計した。その際、都道府県別の日照時間については、各都道府県の地方気象台から公表されている月次データを年度ごとに集計したものを用いている。事業用の太陽熱温水システムの導入量については、2006年度までのNEDOの補助事業のデータより導入施設ごとの導入面積を入手し、都道府県別の日照時間より年間集熱量を推計し、燃料代替の熱量を求めた。2009年度以降は、NEPCによる再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策事業により導入された設備のうち、年度ごとに運転を開始した設備を対象として2014年度までの集計をした。2017年度については、環境共創イニシアチブによる補助事業(再生可能エネルギー事業者支援事業費補助金)により年度内に導入された施設を対象にし

県は、宮崎県、群馬県、栃木県、三重県、茨城県、徳島県、山梨県を含めた9県となっている。第3位の秋田県では太陽光の割合は4%程度と低い一方で、風力の割合が17%と全国で最も高くなっており、9%の地熱発電や10%の小水力を加えると再生可能エネルギー電力の割合は約45%に達している。風力では、青森県が15%と秋田県に次いで高くなっている。また、九州では宮崎県と大分県、その他の地域では、島根県と高知県でバイオマスの比率が5%以上と高くなっている。小水力では、第13位の富山県で23%、長野県で16%、秋田県で10%と高くなっている。

さらに、157もの市町村では電力需要に対して100%を超える割合の再生可能エネルギーが供給されていると推計されている。この再生可能エネルギーによる電力の割合が100%を超える地域(市区町村)を「電力永続地帯」と呼ぶ。風力発電だけでも100%を超える市町村は26あり、地熱発電では5市町村だが、小水力発電では67市町村あることがわかったが2012年以降もほとんど増加はしていない。一方、2012年にFIT制度がスタートして太陽光発電の導入が急速に進み、25の市町村では太陽光発電だけで100%を超えており、増加傾向にある。これらの発電設備のほとんどは、地域外の企業が所有・運営しており、地域の再生可能エネルギー資源を地域主体で活用するコミュニティパワー(ご当地エネルギー)としての取組が求められている。

また、地域での普及の遅れがみられる再生可能エネルギーの熱利用(太陽熱、バイオマス、地中熱など)への本格的な取組も期待されている。このような熱も含み地域的な再生可能エネルギーの供給の割合が100%を超える市町村が100を超えたが、まだまだ電力による寄与が大きい状況である。この地域的な再生可能エネルギーの割合が100%を超える地域(市区町村)を「エネルギー永続地帯」と呼び、この再生可能エネルギー割合を「地域的エネルギー自給率」と呼んでいる。全国の地域的エネルギー自給率の平均値は約12%だが、電力供給分が約11%、地熱(温泉熱や地中熱)などの熱供給分はわずか1%となっ

ている。熱需要に対する再生可能エネルギーの割合は約4%であるので、19%の大分県(地熱)、13%の山口県(バイオマス)、11%の鹿児島県(地熱)、10%の熊本県(太陽熱、地熱)、10%の高知県(太陽熱、バイオマス)は再生可能エネルギー熱の割合が比較的高い県と言える。

一方、東京都や大阪府など大都市では、エネルギーを大量に消費しているため、太陽光発電の導入がある程度進んでいるにも関わらず、再生可能エネルギー供給の割合が数%以下と非常に小さい。都市部で重要な再生可能エネルギー源として期待される自治体の廃棄物発電施設を含めており、生ごみなどをバイオマス資源として算入しているが、需要量が大きいためその効果は限定的である。さらに、都市部において再生可能エネルギーの供給の割合を増やすためには、電力自由化や環境価値取引の仕組みなどにより、再生可能エネルギーが豊富で供給が可能な地域と都市との連携の取組が期待される。

6. エネルギー永続地帯の市町村の特徴

6.1 地域的エネルギー自給率と再生可能エネルギー

地域的エネルギー自給率の最も高い熊本県の五木村では、1,385%に達するが、再生可能エネルギーの大部分が小水力発電により供給される電気となっている。表2に示すように、地域的エネルギー自給率が100%を超えて、主に小水力発電だけで達成している市町村は、全国で44市町村ある(長野県平谷村1,080%、長野県大鹿村1,042%、熊本県水上村839%、長野県栄村580%など)。その他、小水力に加えて太陽光、風力、バイオマス、地熱による供給が貢献している市町村(それぞれ8、3、2、1市町村)もあり、それらを合わせると小水力発電が寄与しているエネルギー永続地帯の市町村は58にもなる(うち、小水力が主要な市町村は48、小水力が補完的な市町村が10)。小水力発電は、山間部の人口の少ない地域に立地しているため、従来、エネルギー永続地帯の中で主力となっているが、近年では群馬県の嬭恋村(地域的エネルギー率222%)などで大

表2 地域的エネルギー自給率(電力+熱)が100%を超える市町村の数.

主要な再エネ*	小水力	風力	太陽光	地熱	バイオマス	計
補完的な再エネ**						
小水力	44	2	7		1	54
風力	1	17	3			21
太陽光	1		10		2	13
地熱	1			4		5
バイオマス	1	2	2		2	7
計	48	21	22	4	5	100

※主要な再エネ：自給率に占める割合が最も高い再エネ

※補完的な再エネ：自給率に占める割合が比較的低い再エネ

規模な太陽光発電が導入された結果、地域的エネルギー自給率が100%を超えるようになった。

主に風力発電だけで地域的エネルギー自給率が100%を超える市町村は、青森県東通村(540%)をはじめ全国で17市町村ある(北海道苫前町467%、徳島県佐那河内村396%、青森県横浜町335%、高知県大月町272%、ほか)。さらに、風力に加えて太陽光、小水力、バイオマスも寄与する市町村(それぞれ3, 3, 2市町村)も合わせると25市町村となる。特に青森県六ヶ所村(396%)では、風力が6割で太陽光が4割とほぼ同じ規模で導入されている。小水力と風力の組み合わせでは、青森県の深浦町(245%)で風力3割、小水力7割となっている。

一方、主に太陽光だけで地域的エネルギー自給率が100%を超える市町村が増加しており、群馬県高山村(266%)をはじめ10市町村になった。いずれも大規模なメガソーラーが導入された地域である。太陽光に加えて小水力、風力、バイオマスも寄与する市町村(それぞれ8, 3, 4市町村)を合わせると25市町村になっている。主に地熱発電だけで地域的エネルギー自給率が100%を超える市町村は4つに留まっている(大分県九重町1,305%、福島県柳津町475%、岩手県雫石町213%、北海道森町112%)。さらに、秋田県鹿角市(224%)では、地熱の7割に加えて小水力が3割ある。主にバイオマスで地域的エネルギー自給率が100%を超える市町村は2つだけである(岩手県野田村367%、群馬県東吾妻町116%)。しかし、バイオマスに加えて太陽光、風力、小水力(それぞれ4, 2, 2市町村)も寄与して地域的エネルギー自給率が100%を超える市町村は10ある。例えば、宮崎県川南町(175%)ではバイオマス6割に対して太陽光が4割である。

6.2 熱供給の再生可能エネルギー割合

ちなみに、熱需要に対するエネルギー自給率が50%を超える市町村は16あるが、バイオマス熱(主に木質)と地熱(主に温泉熱)によると推計されている。第1位の北海道の津別町ではバイオマス熱により84%に達し、地域の森林資源を活用した製材工場がある。その他、バイオマス熱では、三重県川越町、高知県梶原町、高知県芸西村が60%を超える。温泉資源の豊富な熊本県の大分県由布市や南小国町では温泉熱などにより熱需要に対して60%を超えている。

6.3 都道府県別の再エネ割合の高い市町村

都道府県別にみると、地域的エネルギー自給率が100%を超える市町村(エネルギー永続地帯)の数が最も多いのが長野県で15町村あり、そのほとんどが小水力発電によるものである(平谷村1,080%、大鹿村1,042%、栄村580%、小海町286%、小谷村200%ほか)。太陽光を加えて100%を超える長野県長和町(168%)では、太陽光と小水力の割合がほぼ1対1になっている。次に多い都道府県が北海道

で、10市町村ある。北海道のエネルギー永続地帯は多様で、主に風力で100%を超える町村が4つあり、小水力で3つ、太陽光で2つ、地熱で1つとなっている。北海道で最も地域的エネルギー自給率が高いのは、苫前町(467%)で、風力では上ノ国町が230%、幌延町が192%、寿都町が147%になっている。主に太陽光で地域的エネルギー自給率が100%を超える町村は、安平町(183%)と豊頃町(118%)である。第三位は群馬県で、7町村で100%を超えているが、太陽光が大きく寄与していることが特徴である。すでに紹介した高山村(266%)に加えて、昭和村(221%)も主に太陽光のみで100%を超える。嬭恋村(222%)、中之条町(136%)、長野原町(116%)では、従来の小水力発電に加えて大規模な太陽光発電が導入されることで100%を超えている。第4位の熊本県では、6つの町村で100%を超えており、五木村(1,385%)や水上村(839%)をはじめほとんどが小水力発電だが、熊本県錦町(110%)では太陽光で100%を超えている。第5位には、高知県と青森県が5町村ずつで並んでいる。高知県は、風力で大月町(272%)と津野町(100%)、それ以外は小水力(仁淀川町210%、大豊町185%、梶原町136%)である。青森県は、ほとんどが風力発電だが、太陽光や小水力との組み合わせがある(太陽光：東通村539%、六ヶ所村396%、横浜町335%、小水力：深浦町245%、野辺地町126%)。

6.4 電力永続地帯

再生可能エネルギーによる発電で、電力需要(家庭、業務、農林水産)に対して100%を超える市町村は、全国で157あり、前年度(2016年度)の135から22市町村ほど増えた。100%以上の市町村は「電力永続地帯」と呼ばれる。このうち67の市町村では、小水力発電のみで100%を超えている(前年度は63市町村)。さらに、風力発電のみで100%を超える市町村は26ある(前年度は25市町村)。地熱発電のみで100%を超える市町村は5つしかなく、前年度から変わっていない。一方、太陽光発電については、25の市町村で太陽光だけで100%を超えている(前年度は15市町村)。バイオマス発電については、7市町村が100%を超えているが、前年度から変わっていない。

7. エネルギー永続地帯の推移

これまで永続地帯研究会として2007年から毎年発表してきた報告のデータより2005年度から毎年のデータがある程度比較することができる。ただし、推計方法を少しずつ変更してきているため、厳密な比較はできない。ここでは、地域的な再生可能エネルギーの割合が100%を超える「エネルギー永続地帯」と「電力永続地帯」の地域(市区町村)の数の推移を見てみる。図3に示すとおり、東日本大

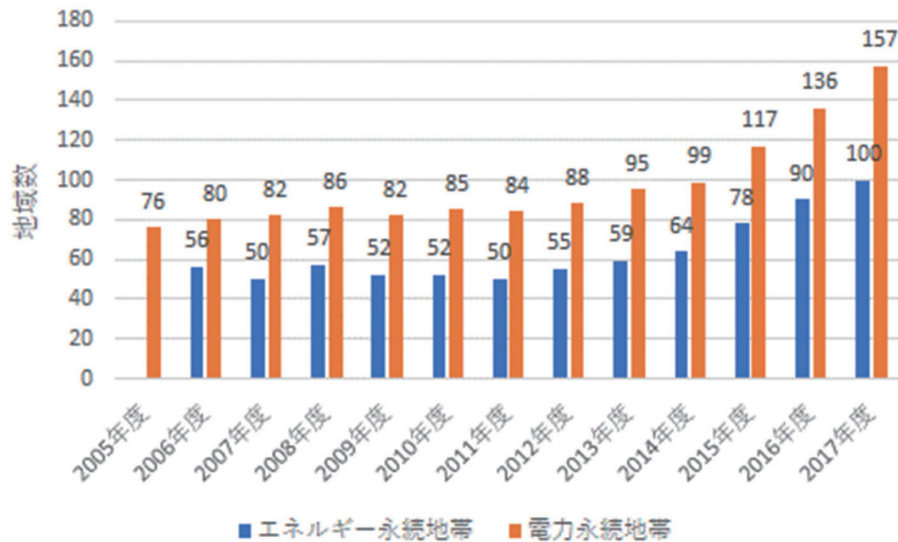


図3 「エネルギー永続地帯」および「電力永続地帯」の地域(市区町村)数の推移。
出所：永続地帯研究会データより作成。

震災及び福島第一原発事故の発生した2011年度以前は、それぞれの地域数はほぼ横ばいであり、エネルギー永続地帯が55前後、電力永続地帯が85前後である。2012年度からスタートした再生可能エネルギー電気のFIT制度の前には、地域での再生可能エネルギーを導入するための積極的な政策が乏しかったと考えられる。2012年度以降導入量は伸びているが、圧倒的に太陽光発電が中心であり、他の再生可能エネルギーの導入量はそれほど伸びていない。それでも2010年度と2017年度を比べるとエネルギー永続地帯が約55から100と約2倍に、電力永続地帯も約85から157に約2倍に増加している。なお、永続地帯の推計方法として、2009年度にはエネルギー需要に農林水産を追加する変更を行った。さらに2011年度以降は福島県での福島第一原発事故の影響を考慮し、2016年度からはバイオマスに一般廃棄物発電の電力供給と熱供給を追加した。

8. おわりに

この「エネルギー永続地帯」による持続可能な再生可能エネルギー100%地域の評価は、日本や世界各国が脱炭素、そして再生可能エネルギー100%を長期的な目標として目指す上でとても有効な地域の評価方法のひとつと考えられる。各地域が持続可能な社会を構築する上で、地方自治体の行政や市民・事業者が主体となって再生可能エネルギー等の地域資源を活用するための指標となる。一方で、再生可能エネルギーによる地域経済効果や再生可能エネルギー100%に向けたインフラ構築や取組みの在り方については別途評価をする必要がある。今後は、過去及び将来に向けた地域の様々な指標に基づくシナ

リオと長期的なマスタープランなどを組み合わせ、持続可能な再生可能エネルギー100%地域を目指す取組を進める必要がある。

引用文献

- CAN-Japan(2017)自然エネルギー100%プラットフォーム. <http://go100re.jp> (2017年8月1日確認)
- 千葉商科大学(2019)千葉商科大学が日本初の「自然エネルギー100%大学」を達成. <https://go100re.jp/1437>(2019年4月1日確認)
- 永続地帯研究会(2011)エネルギー永続地帯. <https://www.isep.or.jp/archives/library/category/energy-sustainable-zone>(2019年3月31日確認)
- 永続地帯研究会(2019)永続地帯2018年度報告書. <https://www.isep.or.jp/archives/library/11749>(2019年3月31日確認)
- EurObserv'ER(2019)The State of Renewable Energies in Europe, Edition 2018. <http://www.eurobserv-er.org/>(2019年3月20日確認)
- Global100%Renewables(2017)The global 100% renewable energy platform. <http://www.global100re.org/>(2017年6月1日確認)
- IdE(2017)100% Erneuerbare Energie Regionen. <http://www.100-ee.de/>(2017年7月26日確認)
- ISEP(2019a)自然エネルギー白書2018/2019サマリー版. <https://www.isep.or.jp/jsr2018/>(2019年5月31日確認)
- ISEP(2019b)自然エネルギー・データ集：データでみる日本の自然エネルギーの現状(2018年度電力編). 環境エネルギー政策研究所, 2019年8月 <https://www.isep.or.jp/archives/library/12067> (2019年8月5日確認)

JARUS(2012)バイオマス利活用技術情報データベース Ver2.1. 社団法人地域環境資源センターホームページ. <http://www2.jarus.or.jp/biomassdb/>(2019年12月26日確認)

倉阪秀史・松原弘直(2006)永続地帯：更新性資源ベースの地域経済指標. 計画行政, 29(4), 10-15.

森のエネルギー研究所(2012)木質バイオマス人材育成事業実施報告書. 森のエネルギー研究所ホームページ. <http://www.mori-energy.jp/>(2019年12月26日確認)

NEDO(2010)バイオマスエネルギー導入ガイドブック(第3版). NEDO ホームページ. <https://www.nedo.go.jp/content/100859993.pdf>(2019年12月26日確認)

REN21(2019)自然エネルギー世界白書 2019. <http://www.ren21.net/gsr/>(2019年7月1日確認)

資源エネルギー庁(2019a)固定価格買取制度 情報公表用ウェブサイト. <https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfoSummary> (2019年2月1日確認)

資源エネルギー庁(2019b)電力調査統計. http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/electric_power/ep002/ (2019年2月1日確認)

資源エネルギー庁(2019c)都道府県別エネルギー消費統計. https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/energy_consumption/ec002/ (2019年2月1日確認)

総務省(2015)平成26年全国消費実態調査, 主要耐久消費財結果表「地域別1000世帯当たり主要耐久消費財, 所有者数および普及率」.



松原 弘直/Hironao MATSUBARA

認定NPO法人環境エネルギー政策研究所 理事, 主席研究員。工学博士。東京工業大学においてエネルギー変換工学の研究で学位取得後, 製鉄会社主任研究員, IT・環境技術コンサルタントなどを経て, 現職。自然エネルギー政策の研究(エネルギー永続地帯, 自然エネルギー100%シナリオ, 第4世代地域熱供給)などに取り組み, 日本初の自然エネルギー白書の編纂のほか, 地域主導型の地域エネルギーの事業化支援にも取り組む。



倉阪 秀史/Hidefumi KURASAKA

1964年三重県上野市(現:伊賀市)生まれ。1987年東京大学経済学部卒。同年4月環境庁(現・環境省)入庁, 1998年4月に千葉大学に移る。環境政策論, 環境経済論など専攻。2017年4月より現職。著書に『なぜ経済学は経済を救えないのかー資本基盤マネジメントの経済理論へ』(詩想舎)『政策・合意形成入門』(勁草書房)『環境を守るほど経済は発展する』(朝日選書)『エコロジカルな経済学』(ちくま新書)『環境政策論』(信山社)など。