

転換期を迎える日本のエネルギー政策

井塚 雅浩

はじめに

2011年3月11日に東日本大震災の影響により福島第一原子力発電所事故が起こった。日本の原発の「安全神話」と呼ばれていたのも崩壊し、原子力発電の危険性が露呈したことにより、日本のエネルギー政策は転換期を迎えた。原発賛成派、反対派といるが、そのどちらが正しいのかははっきりせず、さらなる議論が続いていくことが予想される。しかし、この原発事故が起きた以上、事故後のリスクが高い方法を選択すべきではないのは確かである。

そこで本稿では、日本のエネルギー政策の歴史から、原子力発電に代わる新しいエネルギーの可能性について明らかにする。そして、エネルギー政策が進んでいるドイツと、逆に遅れている日本との相違点を考察し、将来の日本のために必要な制度や施策について述べていく。

そしてエネルギー政策を進めていくには、国が積極的な方針をとること、国民が関心を持つことが必要であり、その二つが合わさることが重要となってくる。

第1節 日本のエネルギー政策の歩み

日本のエネルギー供給の状況について、電力構成の割合が石油や天然ガスなどの火力での発電が約6割で、原子力が約3割であった¹。しかし福島原発事故により、翌年以降火力発電が約8割を占めるようになり、原子力発電が0になった。第1節ではその福島原発事故以前の原発政策、そしてそれ以後の再生可能エネルギー政策までの流れを述べていく。

1.1 日本が原子力を推進した経緯

日本のエネルギー供給割合の状況を見てみると、東日本大震災直前では石油や石炭などの化石燃料による火力発電の割合が約60%、原子力発電が約30%も占めていた。2018年では、原発事故により原子力発電が大幅に縮小され、それを火力発電で補っている状態である。

なぜ震災前までここまで危険性のある原子力発電を推進していたのか、日本が原子力を利用し、推進した経緯を考察する。

日本が原子力の平和利用のための法整備などが進められたのは1950年代からであり、1955年に自主・民主・公開の三原則に従いその利用と平和目的に限ることを謳った「原子力基本法」が制定された²。そして、日本が初めて原子力発電所を稼働したのは1966年、茨城県東海村に日本

¹ 経済産業省・資源エネルギー庁（2018e）。

² 経済産業省・資源エネルギー庁（2018b）。

初商業用原子炉として建設された「東海発電所」である³。ここから日本の原子力発電が広まっていったのである。その後、アメリカやイギリスなど海外からの技術移転により国産の原発も開発されていき、最先端技術としての原子力利用の期待が高まっていった。

そして原子力発電が積極推進され始めたきっかけというのが、1970年代の2度にわたるオイルショックによるものである。1973年の第一次石油危機では、アラブ諸国による第四次中東戦争の影響により石油輸出国機構（OPEC）が原油価格の引き上げを決めた。この事件は先進国を中心とする世界経済を混乱に陥れ、エネルギーの大部分を石油で占めていた日本にも大きな影響を及ぼした。1978年にはイラン革命が起これ、当時イランでの石油の輸出が中断された。これらの事象より日本の原油価格は高騰し、日本のエネルギー供給にも多大な影響を及ぼすことになった。エネルギー自給率が低く、その大部分を海外からの輸入に依存していた日本は、これを契機に石油代替エネルギーや省エネルギーの推進などエネルギー安定供給のための政策を行ってきた。その手段として、化石燃料のように他国に依存せず安定的な供給ができる原子力発電を推進してきたのである。当時は原発に対する国民の理解が社会の中で進んでいたのも推進された理由であった。しかし、原子力エネルギーを利用することの危険性については疎かにしていたのである。

日本で原発が推進されていく中で、世界では原子力に関する事故が相次いだ。1979年にはアメリカでスリーマイル島原発事故、1986年にはソビエト連邦でチェルノブイリ原発事故が起きた。日本でも福井県敦賀市にある高速増殖炉である「もんじゅ」で冷却用ナトリウム漏れ事故が発生。そして、茨城県東海村にある株式会社ジェー・シー・オーで臨界事故が発生し、この事故では死亡者を含む被曝者も出た。このように日本を含む世界で原子力事故が発生し、日本でも原発に対する国民の不信感が少しずつ露わになってきたのである。

しかし日本は、原子力発電のエネルギーの安定的な供給力の高さや、火力発電で発生する二酸化炭素などの温室効果ガスを出さないというクリーンエネルギーとしての期待値の高さから、事故後も原発を推進する方向へ政策を進めていった。実際1997年に京都議定書により温室効果ガスの排出源として大きな割合を占める発電分野についても、排出量を削減する機運が高まり、世界でも原発の新設計が増加したのである⁴。また、2010年に策定された第3次エネルギー基本計画では、「2030年に、原子力発電比率50%超を目指す」と記載され、当時の原子力を安定的なエネルギーとして開発していく意向が伺えた⁵。

1.2 東日本大震災後の原子力政策の転換

クリーンなエネルギーとして期待された日本の原子力発電にも転機が訪れた。2011年に東日本大震災の影響により福島第一原子力発電所事故が起こったのである。日本の原発の「安全神話」

³ 経済産業省・資源エネルギー庁（2018b）。

⁴ 経済産業省・資源エネルギー庁（2018b）。

⁵ 経済産業省・資源エネルギー庁（2018b）。

と呼ばれていたのも崩壊し、改めて原子力の危険性が露呈した。原子力政策の見直しを中心とした新しいエネルギー政策を立てる必要があったのである。そこで、震災から3年後の2014年に経済産業省は「第4次エネルギー基本計画」を発表した。そこでは、エネルギー政策の基本視点である3E+S（安定供給、経済効率性の向上、環境への適合+安全性）を掲げ、原発については、「省エネルギー・再生可能エネルギーの導入や火力発電の高効率化などにより、可能な限り低減させる」と明記した⁶。

そして、2018年に発表された「第5次エネルギー基本計画」では、2030年の長期エネルギー需給見通し（エネルギーミックス）の実現と、後述する2050年を見据えたパリ協定のためのシナリオの設計が記述された。エネルギーミックスの掲げる2030年の日本の電源構成の内訳は、火力発電56%、原子力発電20~22%、再生可能エネルギー22~24%となっており、省エネを基本とし、再生可能エネルギーを主力電源で、原子力発電を安全最優先で稼働させ、火力発電を効率化・低炭素化するという対策が掲げられた⁷。

1.3 紆余曲折の再生可能エネルギー政策

日本の再生可能エネルギー政策についても記述する。日本では海外、特に欧州と比べて再生可能エネルギーに関しての政策には消極的であった。再生可能エネルギーは火力発電や原子力発電と比べて安定的電力供給などが難しいため、日本が原子力エネルギーを中心として政策を施していたことから、再生可能エネルギー普及の政策や制度が比較的進められていなく、他国と比べて政策に関して後れをとっていたのである。

しかし、再生可能エネルギーについて全く政策を施していなかった訳ではない。日本が本格的に普及を目指し始めたのは、上記でも示した1970年代の二度にわたるオイルショックによる影響であった。資源の大部分を海外からの輸入でまかなっていた日本ではこのような事件に危機感を抱き、石油に代わる新たなエネルギーの開発が必要だということで、原子力のほかに再生可能エネルギーの普及を目指したのである。政府が主導するその計画こそ「サンシャイン計画」と呼ばれるものである。もともとこの計画は技術政策として新エネルギー技術の開発成功を目的としていた。それが成功されるならば、その成果として、石油に変わる新エネルギーによって、国内エネルギーの需要の相当量をまかない、有事の石油輸入途絶に備えて日本のエネルギー・セキュリティを確保することができる。さらにはこうした目標を目指すことの波及効果として、将来的に新エネルギー技術が事業化され市場ベースに乗ることによって、新規産業が成立し、さらにはそのことによって日本経済における新規雇用や技術的波及を促進させるという狙いもあった⁸。しかし、1980年代の原油価格の低下によって、新エネルギーの緊急性が緩和され、新エネルギーで石油の相当程度を代替するという当初の目的は達成されなかった。

⁶ 経済産業省・資源エネルギー庁（2018b）。

⁷ 経済産業省・資源エネルギー庁（2018f）。

⁸ 島本（2014）p. 34.

再生可能エネルギー普及に向けて、2003 年に実施されたのは「電気事業による新エネルギーの利用に関する特別措置法（RPS 法）」である。これは電気事業者对新エネルギー等から発電される電気を一定割合以上利用することを義務付け、新エネルギー等の一層の普及を図るものである⁹。義務付けられる電気事業者は 39 社であり、その対象となる新エネルギー等は風力、太陽光、バイオマス、水力、地熱の 5 種類であった。しかし、この制度は再生可能エネルギーの普及に際してあまり成果が出なかった。それは電気事業者対して課す利用目標の水準があまりにも低く、再生可能エネルギーの利用を促すのに意味を持たなかったからである。

そして 2012 年に新たに制定されたのが「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」であった。これは再生可能エネルギーでつくった電力を、法定の固定価格で買い取るように、電力会社に義務付ける制度である。この固定価格買い取り制度をいわゆる FIT 制度と呼ぶ。この FIT 制度は再生可能エネルギーの普及において極めて重要な役割を持っており、この制度なしには再生可能エネルギーの普及はありえないほどである。ドイツでは 2000 年からこの固定価格買い取り制度が実施され、2000 年から 2010 年までの間で再生可能エネルギー電力が 2.7 倍にもなった¹⁰。この制度の有効な点は、資金回収が難しくなく投資リスクが低いところである。RPS 法では、電力の取引価格が低く資金回収が困難であった。しかし FIT 制度では発電事業の収益が確保できる水準で、20 年間電力を買い取る。これにより発電業者は投資リスクがなくなり、設置費用を確実に回収できるのである。後に記述するが、この時点の制度ではいくつかの問題点が発生し後に法改正をすることになった。

日本ではこれまで石油危機の影響により他国からの輸入になるべく頼らないようなエネルギー政策が行われていた。しかし、その主となるものが原子力であったため、再生可能エネルギーの普及に対する政策が遅れ、原子力発電のリスクに対応する術もなかった。実際東日本大震災の原発事故によりその危険性が露わになり、その対応や代替策もなく 2018 年現在も依然として議論が続いている。

1.4 パリ協定による世界の潮流と日本

パリ協定とは、2020 年以降の気候変動問題に関する、国際的な枠組みである。これは 1997 年に採択された、2020 年までの温室効果ガス排出削減の目標を定める枠組みである「京都議定書」の後継となる協定である¹¹。このパリ協定は、主要排出国を含む全ての国が参加する合意であり、世界共通の長期目標として平均気温の上昇を 2℃より十分下方に抑えること（2℃目標）の設定や、各国が 5 年ごとに削減目標を提出・更新し、5 年ごとに世界全体の実施状況を検討すること等が規定された¹²。

パリ協定は、途上国を含む「全ての参加国」に、排出削減の努力を求める枠組みである。京都

⁹ 経済産業省・資源エネルギー庁『RPS 法ホームページ』。

¹⁰ 梶山・竹濱（2011）p. 197.

¹¹ 経済産業省・資源エネルギー庁（2017a）。

¹² 経済産業省・資源エネルギー庁（2016b）。

議定書では、排出量削減の法的義務は先進国にのみ課せられていた。しかし、締結時の 2016 年までに、世界の途上国は急速に経済発展を遂げ、温室効果ガスの排出量も急増しているため、途上国も含まれることとなった¹³。

先進国である日本はもちろん、この協定によって温室効果ガス削減に向けて中期目標が設定された。その目標とは、2030 年度の温室効果ガスの排出を 2013 年度の水準から 26%削減することである。上述のようにその 2030 年に向け、エネルギーミックスの掲げる電源構成の内訳が決められた。日本は世界の先進国として、これらの目標を達成するためにも、やはり脱炭素化や、次節で取り上げる再生可能エネルギーの促進が必要不可欠となってくる。

第 2 節 期待と課題を併せ持つ再生可能エネルギー

2.1 再生可能エネルギーの現状

再生可能エネルギーとは、石油や天然ガスなどといった有限な資源である化石エネルギーとは違い、太陽光や風力などといった自然界に存在する枯渇することのないエネルギーことである。この再生可能エネルギーは、世界でも注目されていて、経済面では 2010 年には世界の投資額が 2100 億ドルにも達し、風力発電だけで世界の発電量の 3%になり、2030 年には 5~12%に達するといわれている¹⁴。このようにビジネス面、そしてエネルギー供給面としても、成長産業として注目すべき存在となっている。

再生可能エネルギーの導入によって期待されることがいくつかある。まず環境面で、化石エネルギーなどで発生する二酸化炭素や硫黄酸化物、そして窒素酸化物が発生しないので環境汚染防止につながり、環境保全の促進になる。あと上記の通り成長産業としても期待されるので、雇用の促進も期待できる。

懸念すべき点はコストの面である。現状では再生可能エネルギーに関しての技術はまだ発展途上の段階である。しかし、今後の再生可能エネルギー普及に向けた法整備により新しい企業が競争に参入しやすくなり、技術も向上していくことが見込まれるため次第にコストが下がっていくと思われる。よってこの点に関しては長い目で見る必要がある。

2.2 日本の再生可能エネルギーのポテンシャル

日本の再生可能エネルギーの中で、開発の際に課題はあるが、その潜在能力は高く、今後期待ができるエネルギーについて考察する。

¹³ 経済産業省・資源エネルギー庁（2017a）。

¹⁴ 牛山・櫻井（2011）p. 109.

比較的導入しやすい太陽光発電

太陽光発電は再生可能エネルギーの中でも、比較的導入しやすいエネルギーでもある。住宅や施設の屋根、空き地などに設置することができるので他の再生可能エネルギーと比較して、小規模から設置でき、その場所を確保しやすいということや、初期投資額が小さいため個人や中小規模事業者でも導入しやすいからである。このような意味で、太陽光発電は、地産地消で分散型の発電方法に適しているのである。しかし、太陽光発電は太陽光を利用した発電方法であるため、夜間や日照量の少ない日では発電量は少なくなってしまう。そのため蓄電池との相性がよく、その併用が進められている。昼間に貯めた電力を蓄電池で蓄え、効率的に消費や売電をしていくのである。

比較的設置しやすく環境にも適している太陽光発電にも、その普及がもたらす将来の課題が存在する。日本における太陽光発電は、2012年にFIT制度が施行されて導入が加速してきた。その太陽光発電に使用される太陽光パネルは製品寿命が20～30年とされているため、FIT開始後に始まった太陽光発電事業は2040年頃には終了し、その際、太陽光発電設備から太陽光パネルを含む廃棄物が出ることが予想されている¹⁵。太陽光発電の特徴として、太陽光パネルの種類によって異なる有害物質が含まれているというのがある。このため将来急増すると予測される太陽光パネルの大量廃棄に関する問題がいくつか存在する。

第一に、放置や不法投棄の問題がある。建物に設置されている太陽光は建物の撤去の際に一緒に廃棄されるのが一般的であり、借地でおこなわれている事業用太陽光発電については借地期間終了の際に現状復帰が義務付けられているのが一般的であるなどのことから、放置される可能性は低いと考えられている¹⁶。しかし、事業用の太陽光は実質的に事業が終了していても、コストのかかる廃棄処理を行わずに、有価物だとしてパネルが放置されたり不法投棄される可能性がある¹⁷。

第二に、太陽光パネルの有害物質である。太陽光パネルにはパネルの種類によって、鉛、セレン、カドミウムなどの有害物質が含まれており、それぞれ適切な処分方法がある¹⁸。しかし、その有害物質の情報が廃棄物処理業者に伝わっていないため、適切な処分が行われていないというケースがある。この問題を防ぐために、事業者側は有害物質の情報を認知しておくこと、そして太陽光パネルメーカー側が、有害物質の情報をしっかり開示することが重要である。

第三に、最終処分場がひっ迫する可能性がある問題である。FIT制度によって同時期に太陽光パネルが大量に生産されたため、いずれその大量廃棄の時期が訪れる。ピーク時には、使用済み太陽光パネルの年間排出量が、産業廃棄物の最終処分量の6%におよぶという試算もあり、一時的に最終処分場がひっ迫する懸念がある¹⁹。

これらの問題のために、事業者がきちんとパネルを処理できるための制度設計が必要である。

¹⁵ 経済産業省・資源エネルギー庁（2018i）。

¹⁶ 経済産業省・資源エネルギー庁（2018i）。

¹⁷ 経済産業省・資源エネルギー庁（2018i）。

¹⁸ 経済産業省・資源エネルギー庁（2018i）。

¹⁹ 経済産業省・資源エネルギー庁（2018i）。

そして、太陽光パネルの有害物質などの情報を事業者に開示することで廃棄後の問題を抑えることができると考えられる。

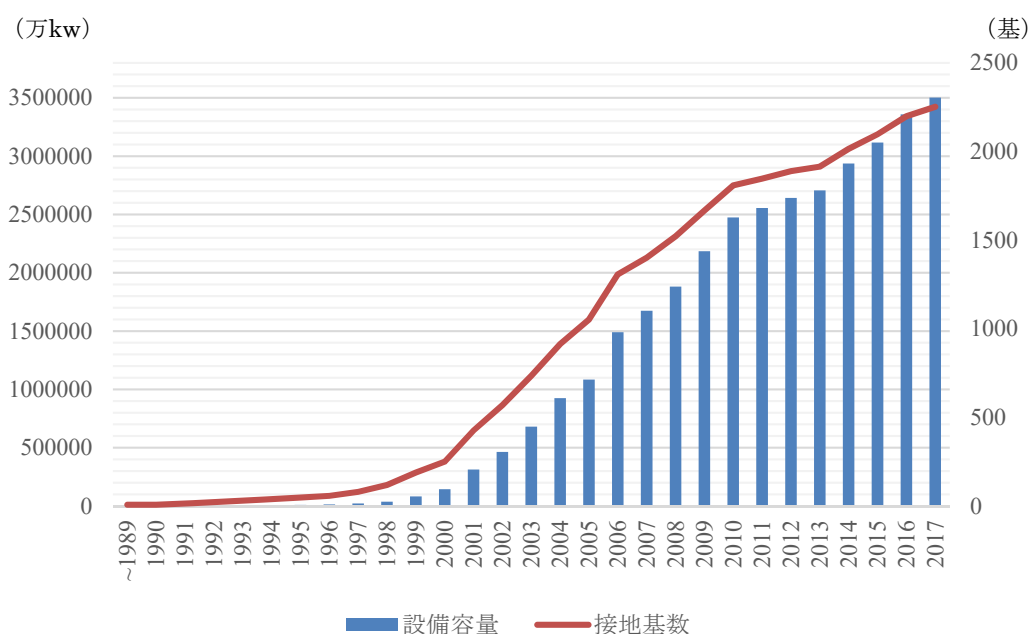
上記のように、太陽光発電は普及しやすいがために発生する問題というのが存在する。しかし、太陽光発電は再生可能エネルギー普及のためには欠かせない存在である。海外と比較すると、日本の太陽光発電の発電コストは高いが、普及が進んでいるヨーロッパなどでは発電コストは下がってきているため、日本でも技術革新や適切な制度設計により、ほかの発電方法と遜色のないほどのコストの低減が期待され、さらに蓄電池と組み合わせることにより更なる普及が見込まれる。

世界中で普及が著しい風力発電

世界における再生可能エネルギーの中で、最も普及が著しいのが風力発電である。風力発電はその産業に及ぼす影響も大きく、それは 5 兆円規模の市場にもなっており、50 万人もの雇用を生み出し、年成長率は 30%にも達している²⁰。

日本では 1997 年度に設備導入支援を始め、2003 年度の RPS 法の施行を通じて着実に導入が進み、2012 年の FIT 制度、2016 年同制度の改正により導入が拡大すると見込まれる。日本における導入量は、2017 年時点で約 350 万 kw、2253 基にもなり環境アセスメント手続きのものが 164 件存在しており、今後こうした案件が順次運転開始していくことが見込まれる²¹。

図 1 日本における風力発電導入量の推移



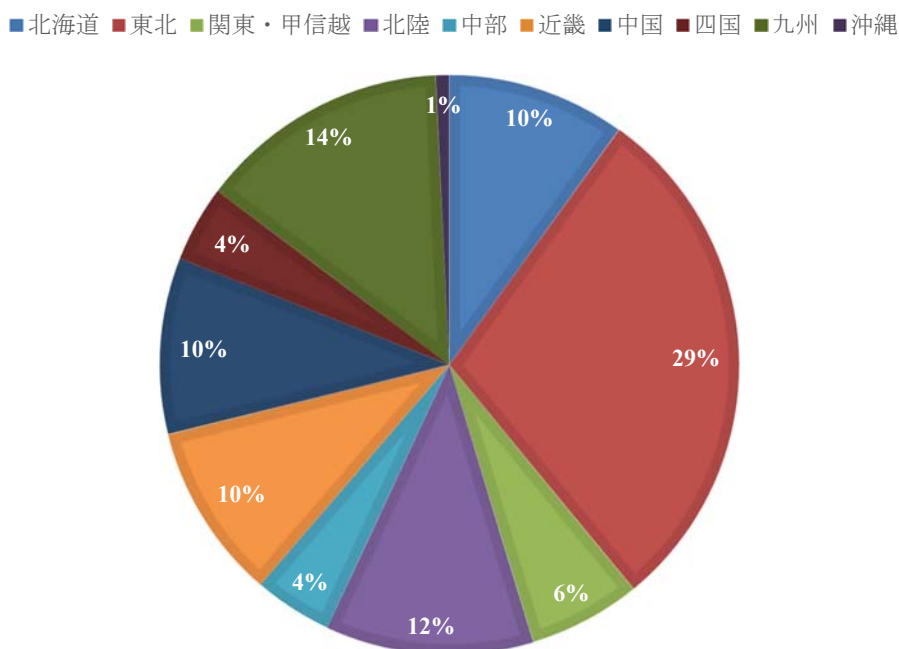
(出所) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) ホームページ資料を基に作成。

²⁰ 牛山・櫻井 (2011) p. 117.

²¹ 経済産業省・資源エネルギー庁 (2017b) p. 170.

風力発電の導入には立地のための各種規制や制約への対応、地元との調整が必要となり、固定価格買い取り制度の下でもこれらの対応の必要性が小さい太陽光発電設備の導入と比べて導入の時間がかかる。そして先行して導入が進む太陽光発電の供給のための送電網の容量が利用され、接続余地²²が狭くなっている問題や、風車の落下事故やバードストライクなどの問題があり、これらの問題にも対処していく必要がある²³。また日本は、他国と比較して平地が少ないため、特に陸上風力発電の設置は進めづらい状況である。しかし、その中でも北海道や東北地方ではそれに適しているため普及が進んでおり、最大限に活用していくことが重要である。陸上風力の適地が限定的な日本では洋上風力が必要不可欠になってくる。これも制度的な支援を積極的にやっていき、将来的に太陽光発電と並ぶ主要の再生可能エネルギーとして期待できる。

図2 風力発電総設備容量に占める各地域別の割合（2016年度末）



（出所）経済産業省・資源エネルギー庁（2016b）を基に作成。

活用の工夫がカギとなる地熱発電

地熱発電とは、地中深くから取り出した蒸気で直接タービンを回し発電する。地球そのものがボイラーの役割を果たしているといえる。この地熱発電の利点は、太陽光発電や風力発電と比べて天候によって発電量が左右されず、安定した電力供給を行うことが出来るということである。そして日本は世界でも有数の火山大国であり、その資源量は約 2300 万 kw にもなり、これ

²² 送配電網で電力を送る際に使える空き容量のこと。

²³ 経済産業省・資源エネルギー庁（2016b）。

はアメリカやインドネシアに次ぐ第3位の資源量になる²⁴。しかし、日本はこの恵まれた資源量に対してその利用率が低くわずか2%にとどまっている。その理由はいくつかあり、まず日本で資源が埋蔵されているような場所の8割が国立・国定公園に使用されていて、そこでの採掘作業や建物の建設が難しいのである。そして資源が埋蔵されている火山がある地域では温泉街も多く、それらの反対もありなかなか足掛かりが付かないのである。地熱発電は太陽光発電や風力発電に比べてリードタイムが長く、平均で14年にもなる²⁵。太陽光の1年や風力の8年と比べたらいかに時間を要するかがわかる。

バイナリー発電の可能性

地熱発電開発の試みとして、特に温泉地での活用が注目されているバイナリー発電について考察する。

一般の地熱発電は、地下1000～3000m程度の場所にある熱水を、井戸を上昇する間に沸騰して発生する蒸気を気水分離器によって蒸気と熱水に分離し、蒸気タービンを回すという仕組みである。

バイナリー発電というのは、従来発電に利用されてこなかった温度帯の高温熱水を用いて、水より沸騰温度が低い媒体（ペンタンやアンモニアなど）を加熱し、これによって作られた高圧の蒸気によりタービンを回して発電を行う仕組みである²⁶。バイナリー発電のメリットは従来の地熱発電より浅い熱源を利用できることから、その探査・掘削が容易になり、初期投資負担が軽減される。日本では、当初からバイナリー発電を目的とした地熱発電の開発はほとんど行われておらず、既存の温泉源や地熱発電所内の未利用エネルギーを活用することから始められている²⁷。

さらに、日本ではバイナリー発電を温泉で活用する、温泉バイナリー発電が注目されている。これはすでに噴出している熱源があるため、開発リスクも少なく、探査・掘削コストもかからない。温泉の枯渇懸念も少ない。そして既存の温泉と共存できることから、地熱発電開発の大きな課題である地元の反対も少ない等の利点がある²⁸。

温泉を活用したバイナリー発電を、温泉地に導入していくためには、技術面での課題と事業実施面での課題が考えられる。技術面では、アンモニア水を媒体とした発電の長所、短所などを踏まえ、温泉地の湯量や温度により適切な発電規模と媒体を計画できるようなデータやノウハウの蓄積の課題などがある。事業面での課題では、オン船との権利関係や利害関係、温泉の所有・利用状況等を踏まえたうえで、その温泉地の事情に相応しい事業やリスクの分担の仕方、事業実現のために必要な手続き等についてのノウハウが求められる²⁹。

温泉バイナリー発電は、資源があるにもかかわらず、場所や環境の問題で地熱発電に利用しき

²⁴ 経済産業省・資源エネルギー庁（2017d）。

²⁵ 経済産業省・資源エネルギー庁（2017e）。

²⁶ 秋田（2013）。

²⁷ 秋田（2013）。

²⁸ 秋田（2013）。

²⁹ 秋田（2013）。

れていない日本にとって、新たな光となりうると考えられている。このような技術を発展させていくための制度設計や国の支援というのが必要不可欠となってくる。

地域活性化につながるバイオマスエネルギー

バイオマスエネルギーとは、木材などの有機物を燃焼させ発生させる仕組みのエネルギーである。バイオマスは有機物であるため燃焼させる際に二酸化炭素が発生するが、同時に植物が生長することにより二酸化炭素を吸収することで、全体で見ると二酸化炭素の量は増加しないという「カーボンニュートラル」という特性を持っている。バイオマスエネルギーの利点は、間伐材や家畜の排せつ物など資源から活用され、これらの資源の多くは地域の農村や漁村に存在しており、地域にエネルギー関連の新しい産業を生み出すことが出来るため、地域活性化に役立つ可能性を持っているというところである。

日本では岡山県真庭市が「バイオマスタウン真庭」と名乗り、バイオマスエネルギーの活用を推進している地域がある。このバイオマスタウンという取り組みは、その名の通りバイオマスを活用した「まちづくり」に取り組んでいる地域のことであり、市民、行政事業者等が協力し合い、循環型社会への転換を図ることで、地域として地球温暖化防止に貢献する取り組みである。この取り組みにより、真庭市は2011年に県内トップの11.6%のエネルギー自給率を達成した³⁰。

バイオマスエネルギーの課題は、利活用するためのバイオマスの安定的な確保である。バイオマスエネルギーの利用を拡大するためには、燃料となる資源の安定的で安く確保できる状況が必要である。木材を利用したバイオマス発電のコストは、燃料費が約7割を占めるとされており、発電のコストダウンの方法を考える必要がある³¹。また、木材の有効活用のために、木一本を建材用のマテリアルとして利用できる部分はそれぞれ利用し、利用できない部分をバイオマスの燃料として活用するなどの試みが求められる。

このように現状の再生可能エネルギーには、環境に優しいクリーンなエネルギーであることや、経済面の効果もあるなど利点も多くみられるが、各々の発電方法や制度的な事情でもやはり課題や問題点が顕在しているため、普及させるためにもそれらの問題の克服が必要である。

2.3 まだまだ欠かせない火力発電

FIT制度により再生可能エネルギーが普及し始めたが、それでもまだ再生可能エネルギーで電力がまかなえるとはいえない。2017時点の再生可能エネルギーの電源構成比は、水力発電を含むと16%であり、これだけでは当然電力は足りない。一方火力発電は約80%を占めており、まだまだ日本の電力の主力となっている³²。

再生可能エネルギーは、天候や時間帯によりエネルギーの供給量が変わってくるため不安定

³⁰ 岡山県真庭市（2015）p.8.

³¹ 経済産業省・資源エネルギー庁（2017e）.

³² 経済産業省・資源エネルギー庁（2018e）.

である。電力というのは、その需要量と供給量を一致させなければ停電の危険性がある。そのため発電力そのものとしての火力発電もそうだが、電力の需給バランスを整えるために、調整機能として安定的に電力を供給することが出来る火力発電がとても重要なのである。2030年度のエネルギーのあり方を示した「長期エネルギー需給見通し（エネルギーミックス）」でも、2030年度の電源構成のうち、LNG火力発電は27%、石炭火力発電は26%、石油火力発電は3%、計56%を占めるとされており、その必要性が明記されている。

調整機能としての用途が見込まれる火力発電であるが、その稼働率は年々低下していくと予想されている。火力発電の建設には、多額の費用と一定のリードタイムが必要である。建設後は、長い期間の中で少しずつ投資を回収していくため、投資に踏み切るかどうかの判断にあたっては、将来の資金回収がどのように行われるかの見通しが重要となる³³。ところが、2016年からの電力自由化に伴い、事業者間の競争が活発化することになる。消費者向けの電気料金は小売事業者間の競争の中で決まっていき、小売事業者はより安い電源を調達しようと競争する。すると発電事業者の小売事業者に対する卸電力価格も変動していくため、発電所投資の回収がどのように行われていくか、正確に予測することがむずかしくなる³⁴。このような将来的な火力発電の不足を防ぐために、適切な電源投資を促す対策をたてる必要がある。そのために、「必要なときに発電することができる能力」を「kW 価値」の「容量」として評価し取引する「容量市場」を取り入れることで、稼働前から投資コストを回収できるかが予測できるため、投資回収の見込みが立つことが期待される。

そして、国際的にも低炭素化が推進されている状況で、再生可能エネルギーだけでなく火力発電自体の低炭素化も進められている。そのために様々な最新鋭の技術の開発が進められている。その中でも、燃料を燃やして蒸気をつくる際に、極限まで高温、高圧にして蒸気タービンを回すシステムである「超々臨界圧発電方式」、高温のガスを燃やしてまずガスタービンを回し、その排ガスの熱を再利用して蒸気をつくることで蒸気タービンも回す「コンバインド・サイクル発電」、そのコンバインド・サイクル発電でガスタービンを回すのに使われる「高温ガス」を、石炭をガス化して作る、「石炭ガス化複合発電」³⁵。これらの発電方式は日本でも各発電所に導入されており、火力発電の効率化が進められているため、さらなる低炭素化が期待できる。

このように、再生可能エネルギーと同時にその調整機能としての火力発電の重要性も忘れてはならない。火力発電にも将来的な課題が存在するが、同時に発電の効率化など明るい展望もある。まだ日本では再生可能エネルギーの普及率は低いため、安定的な電力供給が出来る火力発電は必要不可欠である。これも再生可能エネルギーと同時に考えていくべきである。

³³ 経済産業省・資源エネルギー庁（2017c）。

³⁴ 経済産業省・資源エネルギー庁（2017c）。

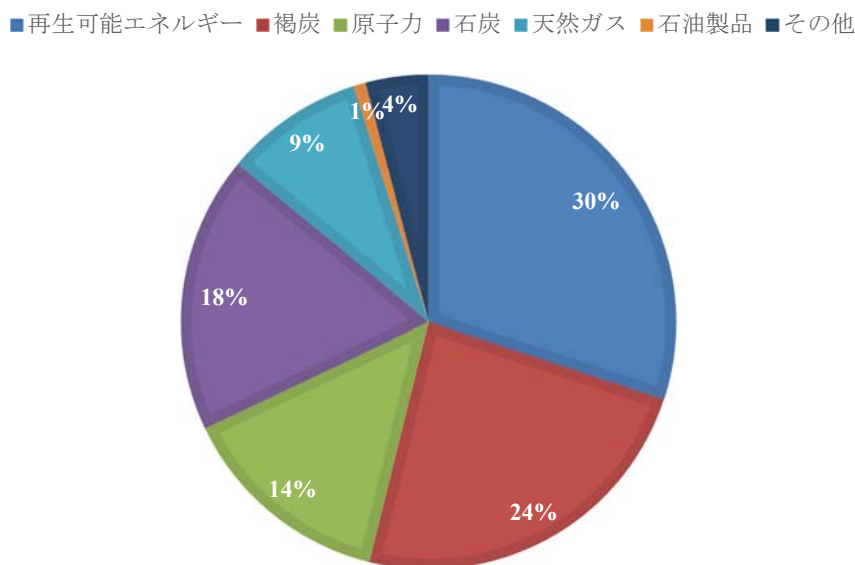
³⁵ 経済産業省・資源エネルギー庁（2018d）。

第3節 国と市民が一体となるドイツ

3.1 ドイツの再生可能エネルギー目標数値

欧州では環境政策やエネルギー政策が積極的に行われておりエネルギー政策、特に再生可能エネルギー普及に関してはドイツが抜きんでいる。発電電力量の構成比でも再生可能エネルギーの占める割合が2015時点で約30%にもなっていて³⁶、同じく2015年時点の日本ではわずか4.7%となっており³⁷、いかにドイツが再生可能エネルギーを推奨しているかがわかる。政策の導入レベルも日本とは大きな差があり、同じ先進国でも日本は大幅に遅れを取っている。

図3 ドイツの発電電力量の構成比（2015）



（出所）山家（2017）p. 68.より作成。

ドイツが再生可能エネルギーの普及に成功した要因はいくつかある。まずは、エネルギー政策に関わる長期目標を明確に掲げたことである。ドイツが再生可能エネルギーの普及に大きく舵を切ったのは1998年に緑の党が政権を獲得してからである。緑の党は2000年にドイツの脱原発政策を掲げ、その後FIT制度を採用し再生可能エネルギー普及へ進みだした。

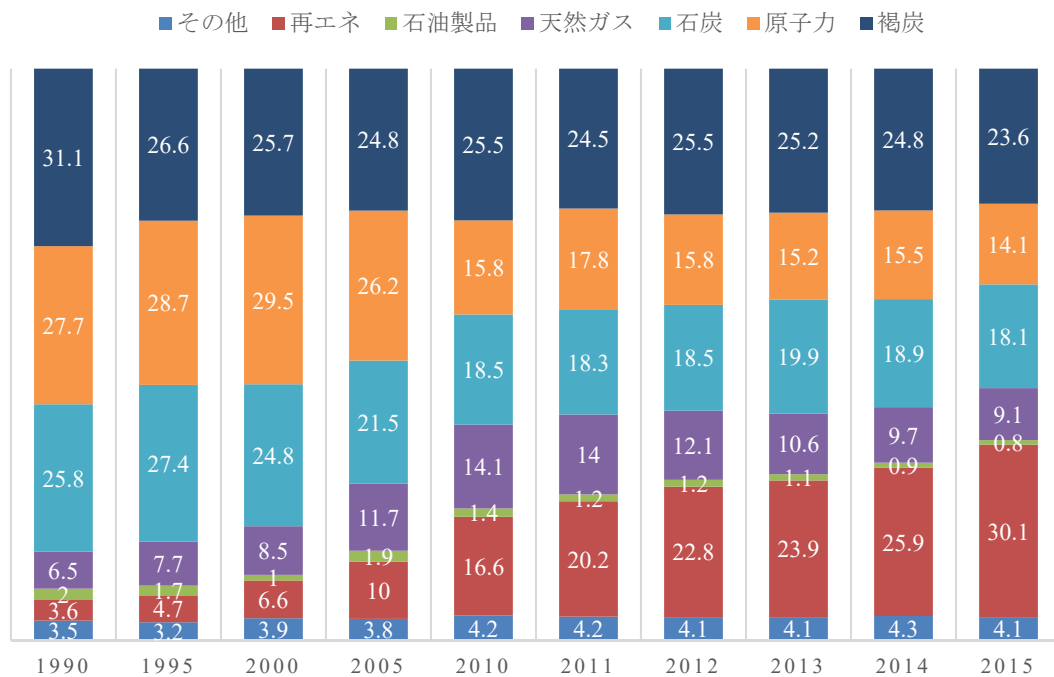
そして2011年の福島第一原子力発電所事故がドイツのエネルギー政策にとって大きな節目となった。当時脱原発を事実上撤回する決定をしたメルケル政権は、この事故により再び脱原発路線へ変更し、全党一致でより厳しい内容となった。これについては後に詳しく記述する。そして、

³⁶ 山家（2017）p. 68.

³⁷ 経済産業省・資源エネルギー庁（2018e）。

2011 年 12 月に「再生可能エネルギー優先に関する法律（EEG）」が発効され³⁸、再生可能エネルギーや省エネの普及目標値やスケジュール、固定価格買取制度、再生可能エネルギーの優先接続・優先給電を定めた。ここではエネルギー政策などの目標値が明記されており、温室効果ガスの削減目標について 1990 年比で 2020 年 40%、2030 年 55%、2050 年 80～90%と高い目標を示している³⁹。その CO₂削減に際して重要なのが、省エネと再生可能エネルギーである。そしてその再生可能エネルギーの電力消費に占める割合として、2020 年 35%、2030 年 50%、2045 年 65%以上、2050 年 80%以上とこれも高い水準である⁴⁰。発電の割合は、2025 年で 40～45%、2035 年で 55～60%となっており、やはり再生可能エネルギーが温室効果ガス削減の主役となっており、それにより普及にも繋がっており、実際上記の通り 2015 年時点でもすでに 30%と高い数値を出しており、2000 年と比較して約 5 倍にも増加しており、いかに政策がうまくいっているかを表している。

図 4 ドイツの発電電力量構成比の推移



（出所）山家（2017）p. 67.より作成。

もう一つは地域住民がエネルギーを自ら開発しているのもその要因である。これは後述のドイツのエネルギー協同組合で記述する。そして、ドイツでは日本では導入されていない環境税を導入していたり、将来的に原発の廃止が決定されている点で日本と異なっている。

³⁸ 山家（2017）p. 70.

³⁹ 山家（2017）p. 69.

⁴⁰ 山家（2017）p. 69.

3.2 市民が主役のエネルギー共同組合

ドイツに再生可能エネルギーが普及した要因には地域住民が主導で開発が行われてきたというのがある。

ドイツにはエネルギー協同組合という組織が存在し、これにより再生可能エネルギーにかかわる人が増えている。エネルギー協同組合とは組合員が出資し、一緒に発電設備を建設運営するものである。一般市民が集まって結成し、自ら望むプロジェクトを進めることができ、小額から参加できることが特徴である⁴¹。組合の結成時の人数は20人以下が多く、100人を超える組合は少ない。少人数で規模が小さいほうが規則の制定や意思決定が容易だろう。会員は市民が92%、農家が3%、企業や銀行が3%、自治体や公共団体が2%となっており、やはり一般市民主導で行われていることがわかる⁴²。エネルギー協同組合の数は2014年時点で973にもなる⁴³。2006年時点ではその数は8しか存在せず、10年足らずでここまで数を増やしたのである。いかにこの期間でドイツ国民がエネルギーに関して関心を高めたかがわかる。

エネルギー共同組合を作ることによるメリットがいくつかある。一つはエネルギーについて自分たちの理念を反映できるということがある。北ドイツのある協同組合では太陽光発電で発電した電力を動物園や市庁舎に提供している⁴⁴。ソーラーパネルは安い中国製ではなくドイツ製を使用している。それにより電力は高くなったが、組合員は「持続的な地域社会の発展が目的であり、安い電力を作ることが目的ではない」と語る⁴⁵。このように組合員の理念が地域に反映し発展に貢献できる。

もう一つは、事故や災害時に迅速かつ柔軟に対応することが出来る場所である。大手電力会社のみに電力供給を頼っていると、事故などのときに一般市民に重大な支障が出る可能性が高くなる。実際福島原発事故がその例である。しかし、協同組合により分散的に発電をすることにより、被害を最小限にとどめることが出来る。石油や天然ガスなどの限りある資源をめぐる争いも必要ではなくなる。また、地域に根差した発電方法であるため、地域内で経済が回り、それによって雇用が生まれるというメリットも存在する。

3.3 福島原発事故後の国と市民の危機感

エネルギー政策に積極的なドイツであるが、その歴史の中で大きな転換期の一つとなったのが、日本で起きた福島第一原子力発電所事故である。これにより、当時のドイツの原子力政策が180度変わったのである。

2011年3月11日の福島原発事故時のドイツの首相は、キリスト教民主同盟（CDU）のアンゲ

⁴¹ 田口（2015）p. 74.

⁴² 田口（2015）p. 76.

⁴³ 田口（2015）p. 75.

⁴⁴ 田口（2015）p. 76.

⁴⁵ 田口（2015）p. 78.

ラ・メルケルであった。メルケル政権は当初原子力発電推進派だったが、この原発事故の映像を見て、原子力批判派に転向したのである。社会主義時代に東ドイツで物理学の研究者として働いていたメルケルは、当初は原子力に対して楽観的な考えを持っていた。しかし、高い安全水準を持っているといわれていた日本ですら過酷事故が起こるという現実には、自らの考えを変えざるを得なかったのである⁴⁶。事故の約 4 か月後には原発を 2022 年末までに全廃する法律が議会の通過した⁴⁷。そして、ドイツ国内の 7 機の原子力発電所を即時停止させた。

ドイツが脱原発に傾いたのは反原発派の緑の党の影響もあった。事故後、世論は反原発派の政党を支持し始めた。緑の党が勢力を強める中で、メルケル政権も脱原発へと舵を切ったのである。緑の党は 1980 年の結党以来脱原発を求めてきた唯一の政党であり、これまで脱原発に関する様々な政策を施して来たのである。緑の党の台頭がドイツの脱原発に向けて極めて重要な政党であったといえる。

原発事故により、ドイツ国民の反原発の機運が一層高まった。事故後、3 月 26 日にベルリンやミュンヘンで 25 万人の市民が反原発デモに参加した⁴⁸。この国民の運動が国の指針を動かしたともいえる。

このようにドイツの脱原発にはメルケル首相の決断、緑の党の存在、そして国民の反原発感情など様々な要因が相まって実現したのである。

3.4 日本とドイツのエネルギー政策の相違点

日本とドイツではどのような点で政策の違いがあるのか、政策面、環境面について考察する。

まず日本とドイツでの大きな違いは、原発を将来的に廃止するかどうかである。前述のとおり、ドイツでは 2022 年までに原発を廃止するとしている。一方日本では原発を将来的に廃止するかどうかは未定であり、2030 年のエネルギーミックスでは、原子力発電の割合を 20~22%とする予定である。日本が脱原発を進めていくべきかどうかは別として、ドイツのように方向性をどちらかにはっきりしていれば、それに向けての政策も立てることが出来るだろう。そして、その方向性をはっきりさせることで、国民も納得して政策に意見することが出来る。

環境面でいうと、日本は島国であるため隣国と陸続きでないが、ドイツは大陸国家であるため、欧州の他国と陸で国境が接している。これが意外にもエネルギー政策では大きな違いを生んでいる。それはなぜかという点、陸続きであるドイツでは、自国のエネルギー供給に何か問題が生じたときに、その他国から電力を供給できるからである。例えばドイツで災害や、発電所事故が発生した場合、隣国であるフランスやチェコなどから電力を買い取ることが出来る⁴⁹。これが政策にどのような影響があるか記述する。ドイツでの主力の再生可能エネルギーは太陽光発電と風力発電である。これらの発電方法は、天候や時間に応じて電気の供給量に変化が生じてしまう。

⁴⁶ 熊谷 (2017) p. 277.

⁴⁷ 熊谷 (2017) p. 274.

⁴⁸ 熊谷 (2017) p. 278.

⁴⁹ 熊谷 (2017) p. 292.

このように供給が不安定な再生可能エネルギーでは需要に対して供給が追いつかないという状況もあり得るのである。しかし、他国から電力の供給が可能であれば、足りない供給分を補うことが出来る。ドイツでは、南に接しているフランスから電力を買い取ることが出来る。フランスの電力の割合は原子力発電が7割以上を占めている⁵⁰。原子力は再生可能エネルギーより安定的に電力を供給することが出来るため、他国に電力を輸出することも比較的可能である。そのような国が隣にあるドイツでは、緊急時に電力を輸入することが出来るため、より再生可能エネルギー普及政策を積極的に進めることが出来るのである。

日本は島国であるため、隣国の韓国や中国から電力を輸入するというのは現実的ではない。そのため電力などのエネルギーを全て自国でまかなう必要がある。なので、再生可能エネルギーの普及を進めていく際にも、より緊急時のエネルギー供給問題について考えておかなければならない。それが環境面における日本とドイツの違いである。

ドイツがエネルギー政策を推進してきた際には、エネルギーの長期的目標を決め、それに準じて法や制度を制定してきた。しかし、実際はそれだけではなく、一般市民によるエネルギー協同組合や反原発デモなどの積極的な参加が結果として再生可能エネルギーの普及に繋がったのである。日本では国の方針がいまだあいまいであり、それに国民が十分に納得していないため、市民参加も消極的である。今後の方針が定まればドイツのような市民参加も積極的になるだろう。

第4節 エネルギー先進国化に向けての一手

東日本大震災まで原発推進の政策で、再生可能エネルギー普及に向けての政策が消極的だった日本は、これからは欧州などにならないクリーンなエネルギー供給をしていかなければならない。実際再生可能エネルギー普及に向けての政策がいくつか行われている。

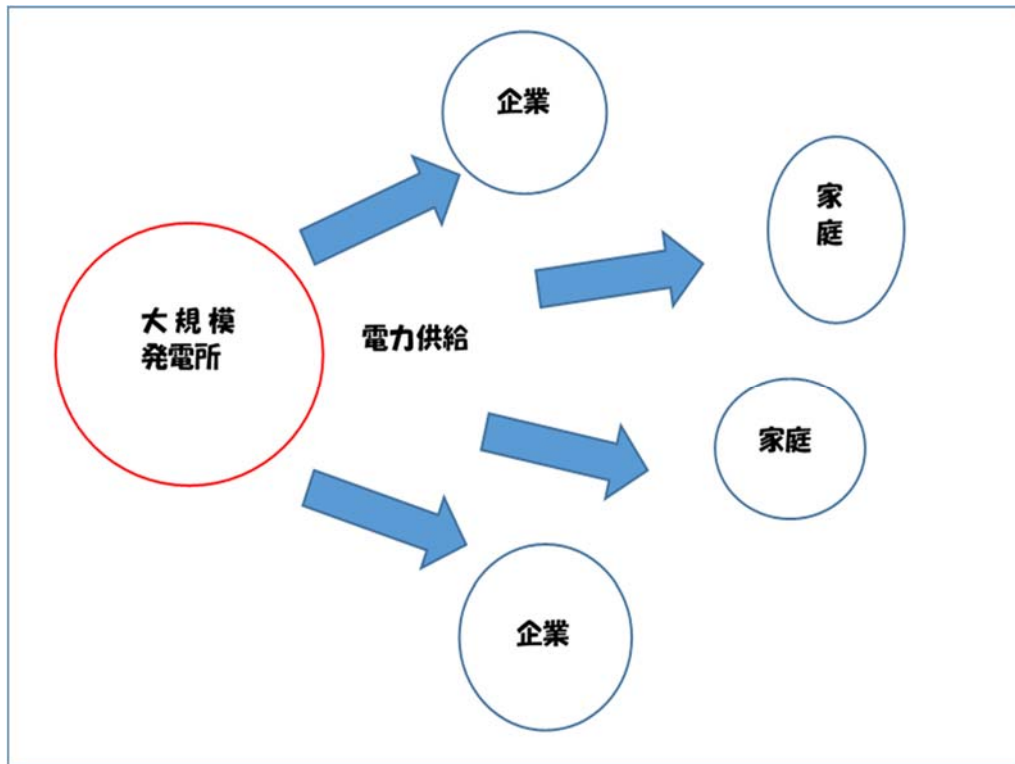
4.1 小規模・分散型電源の可能性

2018年現在日本で主流な発電方法は大規模・集中型電源という発電方法である。大規模・集中型電源とは、ある場所で大規模な発電所を設置し、そこで一気に発電し、そこから各家庭や企業などに電力を供給するという仕組みである⁵¹。この電源では主に火力発電や水力発電、原子力発電などが利用される。

⁵⁰ 朝日新聞 DIGITAL (2018b) .

⁵¹ 日本総合研究所 (2011) .

図5 大規模・集中型電源のイメージ



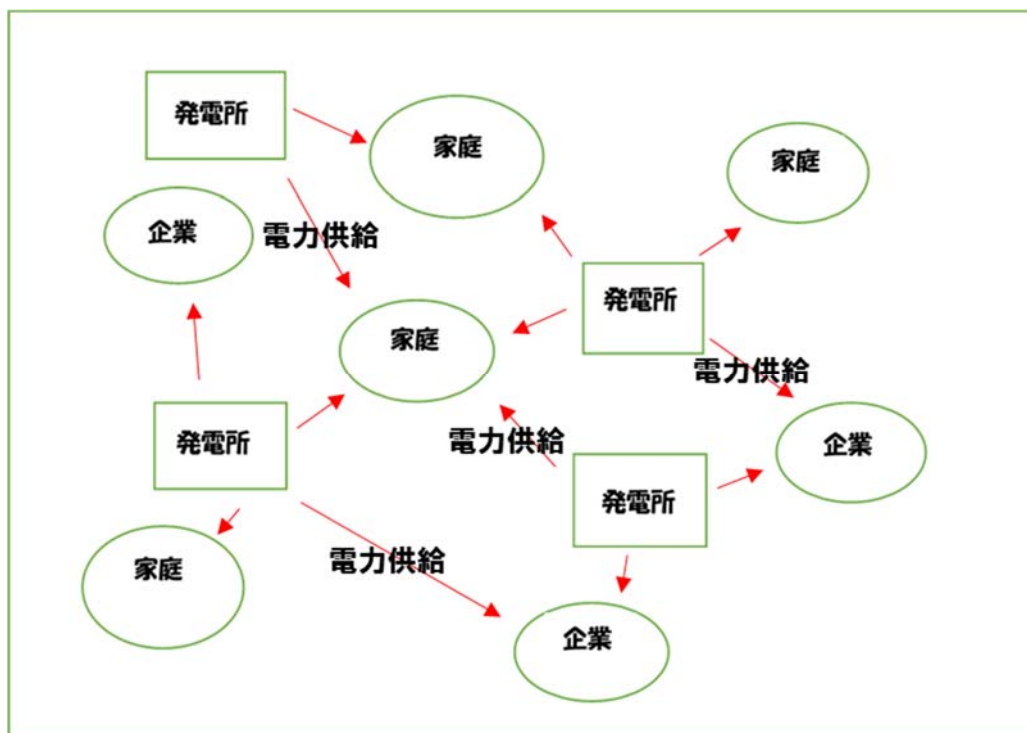
大規模・集中型電源のイメージ（筆者作成）。

一方、各地域の需要地に隣接して小規模に分散配置され、作った電力をその地域内で供給する仕組みを小規模・分散型電源と呼ぶ⁵²。この電源には、太陽光発電や風力発電など再生可能エネルギーに利用されることが多い。

まずは大規模・集中型電源の特徴を踏まえて、メリット・デメリットについて記述する。メリットは、ひとつの場所で集中的に発電するため発電量が多く、発電効率も高い。そして安定して発電することが出来る。大規模発電所があるところで雇用を生み出している。原子力発電以外で事故が起きても局所的な被害で済む、発電効率を高めるための技術開発が続けられている、などがある。デメリットは電源から消費地が離れれば離れるほど送電ロスが発生する。一つの発電所が停止するだけで、大規模な停電が発生してしまうなどの可能性がある。火力や原子力などによる燃料費の高騰が起きやすい、などがある。

⁵² JEMA 一般社団法人日本電気工業会。

図6 小規模・分散型電源のイメージ



小規模・分散型電源のイメージ（筆者作成）。

一方で小規模分散型のメリット・デメリットを記述する。メリットは、電力の消費地の近くで発電するため送電ロスが小さい⁵³。いくつかの発電所が停止しても、他の発電所で補うことができる。太陽光発電など家庭やビル、工場でも発電が可能である。再生可能エネルギーを利用するため環境に配慮したエネルギー供給が出来る、などがある⁵⁴。デメリットは個々の施設の発電量が小さい。大規模集中型より発電効率が悪い。電力そのものの品質の低下が起きる可能性がある。再生可能エネルギーを利用することが多いため電力供給が集中型より安定的ではない、などがある。

二つの電源のメリット・デメリットをまとめると、大規模・集中型電源は発電効率や電力の質は高くなるが、災害や事故が起きた時のリスクも高いということになる。実際、2018年9月に発生した北海道胆振東部地震で、道内の火力発電所が停止し、北海道全域で約一週間の停電が起き、大規模・集中型電源の脆弱さが浮き彫りとなった⁵⁵。小規模・分散型電源は逆に災害時に柔軟に対処でき、停電などのリスクが低減できるが、電力の安定的な供給には課題が存在する。

各々に良い点悪い点が存在し、どちらか両極端な判断にはできない。しかし、再生可能エネルギーを普及させるには小規模・集中型電源はもってこいの仕組みである。資源エネルギー庁・総

⁵³ JEMA 一般社団法人日本電気工業会。

⁵⁴ 経済産業省・資源エネルギー庁（2005）。

⁵⁵ 朝日新聞 DIGITAL（2018a）。

合エネルギー調査会では、大規模・集中型に加えて小規模・分散型電源を活用することで、エネルギー需給構造に柔軟性を持たせることが出来るとある⁵⁶。

やはり再生可能エネルギーが普及しきっていない2018年現在の日本では、従来の集中型電源を保ちつつ分散型電源を取り入れていくことで、再生可能エネルギーの普及にも貢献でき、電力の安定的な供給かつ災害時の対応もできるようになる。さらに分散型電源が地方に導入されることで、その地域に雇用が発生し、エネルギーを地産地消することで、地域内で経済が回っていくメリットもある⁵⁷。今後は分散型電源を活用していくことで、再生可能エネルギー普及の可能性も高まるだろう。

4.2 再生可能エネルギーの用途が広がる電力自由化

これまで家庭や商店向けの電気は、各地域の電力会社（四国電力、東京電力等）だけが販売しており、家庭や商店では、電気をどの会社から買うかは選べなかった。しかし、2016年4月から電力自由化が実施された。電力自由化によって全ての消費者が電力会社や料金メニューを自由に選択できるようになった⁵⁸。これにより再生可能エネルギーの普及がより容易になる可能性がある。

電力自由化によって消費者は電力会社を自由に選べるようになるので、より環境に配慮した電気を使いたい消費者は再生可能エネルギーを利用した電力会社を選べるのである。もう一つ、電力自由化によって再生可能エネルギーが恩恵を受けるようになる。再生可能エネルギーは太陽光発電や風力発電など天候や時間によって電力の供給が不安定であるのが特徴である。電力システムで重要なのが、電気の需要量と供給量を一致させることが重要である。しかし、出力が不安定な再生可能エネルギーはそれが難しく、再生可能エネルギー供給過多により電力会社が受け入れを抑制してしまうのである⁵⁹。供給過多になると電力の需給バランスが崩れ電力システムを維持するのが困難になり、結果的に大規模停電を引き起こす可能性もある。

このような問題を電力自由化によって対策出来る可能性がある。電力自由化により従来の供給エリア以外にも広域的に電力を供給できるようになるため、電力の需給調整が高度化する。これによって再生可能エネルギーにより発電された余剰の電力を他の地域に売ることができたり、より細かい需給調整ができ、再生可能エネルギーの受け入れ余地が広がる可能性もある。このように電力自由化によって再生可能エネルギーの拡大を後押しする可能性がある。

4.3 新規参入のための発送電分離

2019年現在進められている電力システム改革以前の日本の電気事業は、各地域につき一つの

⁵⁶ 経済産業省・資源エネルギー庁（2015）。

⁵⁷ 飯田（2014）p. 130.

⁵⁸ 経済産業省・資源エネルギー庁『電力の小売り前面自由化って何？』。

⁵⁹ 九州電力。

電力会社が、「発電」「送配電」「小売」という3部門を一貫して提供するという、地域独占の形態にあった⁶⁰。発送電分離とは、この3つの部門の中の「送配電」部門を分離し独立させることである。

1995年以降、数回にわたる制度改革を行い発電部門は原則参入自由となり、競争原理が導入された。小売部門についても段階的な自由化を実施し、2016年4月、全面自由化が実現した⁶¹。しかし、発電部門と小売部門が自由化されても、電気を各会社や家庭に届ける送配電部門が、これまでの電気事業者と新しく参入した事業者を平等に扱わないと、健全な競争が行われず、改革は進まない。

それは再生可能エネルギー事業者にも当てはまる。太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーは天候などにより発電量が左右されやすい。そのため安定した電力供給を望む電力会社からは系統接続の制限や拒否をされやすかった。また再生可能エネルギーによる分散型電源が接続されたら競合他社の再生可能エネルギー事業者の売り上げが増え、自社の売り上げが減少することにつながるため、接続を不当に制限する競争阻害行為という問題も存在した⁶²。これらの事情により再生可能エネルギーは普及しづらい状況であった。

しかし、この電力自由化により送電会社を独立させる、つまり発送電分離を行い電力会社から切り離すことにより系統接続の制限や競争阻害行為を防ぐことができる。経済産業省の方針では2020年までに発送電分離を行う予定である⁶³。

4.4 これまでの問題点を一新した改正FIT法

2016年にFIT法が改正され、新しく改正FIT法が成立した。2012年に成立したFIT法により再生可能エネルギー導入量は2.5倍と拡大したが、再生可能エネルギー発電促進賦課金による国民負担が増大した。再生可能エネルギー発電促進賦課金とはFIT制度で買い取られる再生可能エネルギー電気の買い取りに要した費用を、それを利用する消費者が負担するものである⁶⁴。そこで再生可能エネルギーの最大限の導入と国民負担の抑制を図るために、コスト効率的な拡大が必要とされた。

さらに改正前のFIT法では、FIT認定を受けたのに発電を始めないケースが多数存在した。これを受けて、改正後はFIT認定を受けて一定期間が過ぎても発電を始めない事業者は買取期間が短縮されるなど、事業者に責任をもって発電をおこなうよう促すルールが設けられた⁶⁵。

やはり日本のエネルギー政策に必要なことは再生可能エネルギーの普及である。化石燃料に頼った火力発電では温室効果ガスにより地球環境の悪化につながるし、そのほとんどを

⁶⁰ 経済産業省・資源エネルギー庁（2017d）。

⁶¹ 経済産業省・資源エネルギー庁（2017d）。

⁶² 高橋（2011）p. 228.

⁶³ 経済産業省・資源エネルギー庁（2017d）。

⁶⁴ 経済産業省・資源エネルギー庁『なっとく！再生可能エネルギー』。

⁶⁵ 経済産業省・資源エネルギー庁（2017h）。

輸入に頼っているため、原油価格が高騰した場合に混乱を招く恐れがある。そのためにも、欧州のような積極的な政策実施が必要である。

おわりに

日本では東日本大震災による福島原発事故の発生により、2011 年以降エネルギー政策の転換を強いられてきた。

本稿では日本のエネルギー政策の歴史と変遷を論じ、原子力に代わる再生可能エネルギーの必要性を明らかにし、その再生可能エネルギーの現状や課題、潜在能力を考察した。そして、世界のなかでも特に進んでいるドイツのエネルギー政策に注目し、日本と異なる点を明らかにした。それをふまえて、日本の再生可能エネルギー普及に必要な政策について述べた。

原子力発電をフル稼働できない現状では、それに代わる再生可能エネルギーの普及が必要不可欠である。世界では再生可能エネルギー普及の流れがあり、日本はその流れにうまく乗らなければならないが、普及のための技術力は十分に保持している。エネルギー政策が他の先進国より遅れている日本では、国が明確な長期目標の設定とそのための制度設計が必要である。あとは国民がいかにエネルギーに関心を持ち、これらの問題に向き合っていくかにかかっている。

参考文献

- ・秋田涼子（2013）『シリーズ「再生可能エネルギー：地熱利用の展望 温泉バイナリー発電の試み」』一般財団法人日本経済研究所,
https://www.jeri.or.jp/membership/pdf/research/research_1301_01.pdf
- ・飯田哲也（2014）『コミュニティパワー エネルギーで地域を豊かにする』学芸出版社.
- ・牛山泉・櫻井啓一郎（2011）『第4章 再生可能エネルギーの可能性とリアリティ』, 植田和弘・梶山恵司『国民のためのエネルギー原論』日本経済新聞社.
- ・梶山恵司・竹濱朝美（2011）『第7章 再生可能エネルギー買い取り制度（FIT）の費用と効果』, 植田和弘・梶山恵司『国民のためのエネルギー原論』日本経済新聞社.
- ・高橋洋（2011）『第8章 再生可能エネルギー導入のための電力自由化』, 植田和弘・梶山恵司『国民のためのエネルギー原論』日本経済新聞社.
- ・熊谷徹（2017）『第IV章 [脱原発] 脱原子力を決めたドイツ 背景と課題』, 津田大介・小嶋裕一『原発の教科書』新曜社.
- ・島本実（2014）『計画の創発 サンシャイン計画と太陽光発電』有斐閣.
- ・田口理穂（2015）『なぜドイツではエネルギーシフトが進むのか』学芸出版社.

- ・ 山家公雄（2017）『第2章 ドイツの再生可能エネルギー推進策の現状と方向』，植田和弘・山家公雄『再生可能政策の国際比較 日本の変革のために』京都大学学術出版会。
- ・ 和田武（2008）『飛躍するドイツ再生可能エネルギー 地球温暖化防止と持続可能社会構築をめざして』世界思想社。
- ・ 朝日新聞 DIGITAL（2018a）「北海道ブラックアウト 最大の火力発電所からドミノ倒し」2018年9月7日，
<https://www.asahi.com/articles/ASL966Q4QL96ULFA044.html>
- ・ 朝日新聞 DIGITAL（2018b）「フランスの脱原発、10年先送りへ 燃料税デモに配慮？」2018年11月29日，
<https://www.asahi.com/articles/ASLCX4723LCXUHB101C.html>
- ・ 岡山県真庭市（2015）『真庭市木質バイオマスエネルギー利活用指針抜粋版』，
http://www.city.maniwa.lg.jp/webapps/open_imgs/info/0000000463_0000018938.pdf
- ・ 九州電力『再エネ出力制御について知りたい』，
http://www.kyuden.co.jp/rate_purchase_control.html
- ・ 経済産業省・資源エネルギー庁『電力の小売り前面自由化って何？』，
http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/electricity_liberalization/what/
- ・ 経済産業省・資源エネルギー庁『なっとく！再生可能エネルギー』，
http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/surcharge.html
- ・ 経済産業省・資源エネルギー庁（2005）『エネルギー白書 2005』，
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2005html/3-6-1.html>
- ・ 経済産業省・資源エネルギー庁（2015）『分散型エネルギーについて』，
http://www.enecho.meti.go.jp/committee/ouncil/basic_policy_subcommittee/mitoshi/006/pdf/006_05.pdf - 2017-12-13
- ・ 経済産業省・資源エネルギー庁（2016a）『エネルギー基本計画 2016』，
http://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/140411.pdf
- ・ 経済産業省・資源エネルギー庁（2016b）『エネルギー白書 2016』，
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2016html/>
- ・ 経済産業省・資源エネルギー庁（2017a）『今さら聞けない「パリ協定」～何が決まったのか？ 私たちは何をすべきか？～』，
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/ondankashoene/pariskyotei.html>
- ・ 経済産業省・資源エネルギー庁（2017b）『エネルギー白書 2017』，
http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2017gaiyou/whitepaper2017pdf_h28_nenji.pdf
- ・ 経済産業省・資源エネルギー庁（2017c）『再生可能エネルギー拡大に欠かせないのは「火力発電」！？』，
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/saiene/tyoseiryoku.html>

- ・経済産業省・資源エネルギー庁（2017d）『知っておきたいエネルギーの基礎用語 ～地方創生にも役立つ再エネ「地熱発電」』，
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/chinetsuhatsuden.html>
- ・経済産業省・資源エネルギー庁（2017e）『知っておきたいエネルギーの基礎用語～地域のさまざまなモノが資源になる「バイオマス・エネルギー」』，
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/biomass.html>
- ・経済産業省・資源エネルギー庁（2017f）『地熱という恵みをエネルギーとして活かしていくために』，
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/chinetsuhatsudenkadai.html>
- ・経済産業省・資源エネルギー庁（2017g）『2020 年、送配電部門の分社化で電気がさらに変わる』，
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/denryokugaskaikaku/souhaidenbunshaka.html>
- ・経済産業省・資源エネルギー庁（2017h）『FIT 法改正で私たちの生活はどうなる？』，
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/fitkaisei.html>
- ・経済産業省・資源エネルギー庁（2018a）『エネルギー白書 2018』，
<https://d.kuku.lu/3173f54979>
- ・経済産業省・資源エネルギー庁（2018b）『「原子力」第 4 回 日本における原子力の平和利用のこれまでとこれから』，
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/nuclear/nihonnonnuclear.htm>
- ・経済産業省・資源エネルギー庁（2018c）『「再生可能エネルギー」第 4 回 再生可能エネルギーの歴史と未来』，
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/saiene/saienerekishi.html>
- ・経済産業省・資源エネルギー庁（2018d）『さまざまなエネルギーの低炭素化に向けた取り組み』，
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/ondankashoene/co2sakugen.html#topic02>
- ・経済産業省・資源エネルギー庁（2018e）『総合エネルギー統計 時系列表』，
http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/results.html
- ・経済産業省・資源エネルギー庁（2018f）『第 5 次エネルギー基本計画』，
<https://d.kuku.lu/ef1831a7d5>
- ・経済産業省・資源エネルギー庁『電力の小売全面自由化でどう変わるの？』．
- ・経済産業省・資源エネルギー庁（2018g）『日本のエネルギー、150 年の歴史③』，
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/history3shouwa.html>
- ・経済産業省・資源エネルギー庁（2018h）『2030 年エネルギーミックス実現へ 向けた対応について ～全体整理～』，
http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/025/pdf/025_008.pdf - 2018-03-26

- ・経済産業省・資源エネルギー庁（2018i）『2040年、太陽光パネルのゴミが大量に出てくる？再エネの廃棄物問題』，
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/taiyoukouhaiki.html>
- ・経済産業省・資源エネルギー庁『RPS法ホームページ』，
<https://www.rps.go.jp/RPS/new-contents/top/main.html>
- ・建設電気技術協会（2005）『マイクログリッド』，
http://www.kendenkyo.or.jp/pdf/technology/151_basic.pdf
- ・日本総合研究所（2011）『次世代のエネルギー政策② 需要家主導の次世代エネルギーシステム』，
https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/pdf/company/release/2011/110526/jri_110526.pdf
- ・JEMA 一般社団法人日本電気工業会『分散型電源とは』，
<https://www.jema-net.or.jp/Japanese/res/dispersed/010.html>
- ・NEDO 国立開発研究法人新エネルギー・産業技術総合開発機構『日本における風力発電導入量の推移のグラフ』，
https://www.nedo.go.jp/library/fuuryoku/pdf/02_dounyuu_suii.pdf