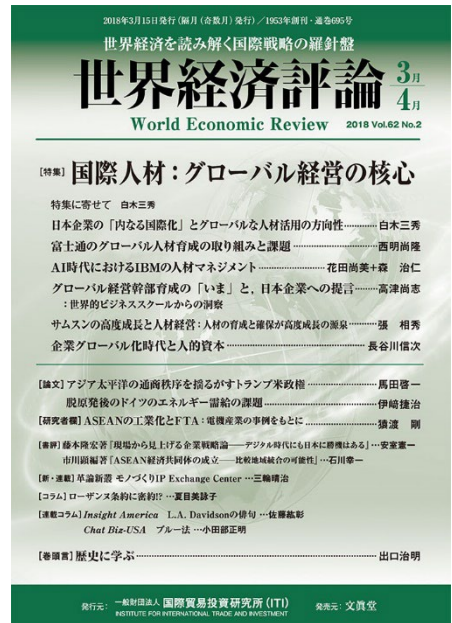


本論文は

世界経済評論 2018年3/4月号

(2018年3月発行)

掲載の記事です



世界経済評論

定期購読のご案内

年間購読料

1,320円×6冊=7,920円

6,600円

税込

17%

送料無料
OFF



富士山マガジンサービス限定特典

※通巻682号以降

定期購読
期間中

デジタル版バックナンバー読み放題!!



世界経済評論 定期購読



☎0120-223-223

[24時間・年中無休]

お支払い方法

Webでお申込みの場合はクレジットカード・銀行振込・コンビニ払いからお選びいただけます。
お電話でお申込みの場合は銀行振込・コンビニ払いのみとなります。

Fujisan.co.jp
雑誌のオンライン書店

脱原発後のドイツの エネルギー需給の課題

ITI 客員研究員 伊崎 捷治

いさき しょうじ 1942年生まれ。東京外国語大学ドイツ語科卒業。日本貿易振興機構（ジェトロ）情報サービス部長、同ベルリン・センター所長、ドイツ・ザクセン州派遣シニア・トレード・アドバイザーなどを歴任。ドイツで約15年間勤務。専門はドイツ経済・産業。

ドイツは1998年に電力市場を自由化し、2000年からは再生可能エネルギーによる電力を20年間にわたって固定価格で買い取ることを保証することによって風力発電や太陽光発電を原子力に代わる電力として急速に拡大させてきた。2017年からは買い取りを入札制に切り替えて競争原理を導入することにより、計画的な拡大と価格の抑制を図りつつ、電力市場への統合に道をつけた。ネックであった高圧送電網の拡充についても電線を原則地下化することが決定し、前進が期待されている。国民の強い支持を受ける電力転換は新たな段階を迎えている。

I エネルギー供給の現状と課題

1. 固定価格による買い取りで拡大

ドイツで再生可能エネルギーが本格的に拡大したのは2000年4月に再生可能エネルギー法（EEG）が発効してからである。

この法律は1997年の京都議定書で温暖化ガスの排出量を21%と大幅に削減することを約束したことに伴って制定された。同じ2000年にはシュレーダー政権と電力業界の間で原子力

発電を段階的に停止する「原子力合意」も結ばれている。その後誕生したメルケル政権は2010年10月、原子力発電の稼働期間を延長することを決定し、それを橋渡しとして再生可能エネルギーへの転換を進める「エネルギー大綱」を策定した。翌年3月に福島原発事故を契機に脱原発を改めて決定したが、以降はエネルギー大綱をベースに再生可能エネルギー法を柱とするエネルギー転換を推進している。

再生可能エネルギー法で定められた基本的仕組みは、①風力、太陽光、バイオマスなどによ

【ドイツの電力事業】

ドイツの電力市場は1998年に自由化され、電力大手4社は発電部門と送電部門に分離された。送電部門はさらに別会社化され、2010年からは1社を除き資本面でも電力大手から分離された。これら広域送電会社はドイツの4つの地域をそれぞれカバーし、必要に応じて協力しあいながら電力の安定供給を確保する役割を担う。地域ごとに独占体制にあるため、連邦ネット庁による料金の認可や利用者の自由で公平なアクセスにかかわる監視を受ける。広域送電会社と各家庭など最終需要家を結ぶのは約860社ある地域送電会社で、主に市町村が運営している。自由化に伴って電力は基本的に電力取引所で取引されている。消費者はこれらの仕組みにより電力会社を自由に選択することができる。

る電力に対して政府が最低買い取り価格を定め、送電会社に対してこれを優先的に買い取る義務を課す、②送電会社は買い取った電力を電力取引所で売却し、買い取り価格との差額を再生可能エネルギー付加金として電力料金に上乗せすることによって回収するというものである。

買い取り価格は太陽光、風力などエネルギー源や設備能力によって相違し、設備コストが低下するに伴って段階的に引き下げられてきた。しかし、稼働開始の時点で適用された価格が20年間保証されることから、企業や団体、個人による設備の新增設が続いた。この結果、再生可能エネルギーによる電力は原子力発電の減少を十分に補う以上に拡大し、2016年には電力総消費量の31.7%（発電量に対しては29%）と最大の割合を占めている。電力消費が2020年までにエネルギー大綱の目標どおり10%減少すれば、目標の35%がほぼ達成できるほどの水準である。

2. 電力料金の上昇を招いた付加金

しかし、高価で買い取られる再生可能エネルギー電力の割合が高まるに伴って消費者や一般企業に転嫁される付加金が増加をたどり、買い取り制度導入当初の1kWh（キロワットアワー）あたり0.19セントから2017年には6.88セントまで上昇している。これには電力集約型産業が国際競争力維持の観点から付加金の負担を大幅に軽減されており、その分が業務用や家庭用電力に回されるという事情もある。

ドイツでは電力に対して再生可能エネルギー付加金のほかに、電力税、付加価値税などさまざまな税や付加金が課されており、標準世帯で見ると電気料金のうち半分以上が付加金など公

租公課である。2000年以降2015年までに国民全体で負担したエネルギー転換のコストは累計で1,500億ユーロ（約19.5兆円）に及んでいる¹⁾。

これに対して、電力そのものの価格すなわち電力市場における取引価格は需給動向を反映して低下を続けてきた。企業や一般家庭などが負担する電力料金が2013年以降kWhあたり29セント前後で安定的に推移しているのはそのためである。しかし、2019年以降は付加金がさらに上昇し、送電網の拡充コストなども加わって、電力料金が上昇していくことが予想されている。

3. 不足する高圧送電網

風力発電は条件の良い北部および東部に集中しており、今後は北海やバルト海における洋上発電の拡大に期待がかかる。これに伴って、北部から中部、南部の大消費地へむけて大量の電力を輸送しなければならない。逆に、南部に多い太陽光による電力を北部へ送ることも必要になる。

そのためには十分な送電能力が必要であるが、送電線の拡充が遅れており、電力供給の安定を維持するために送電会社に対応に追われる事態が増えている。また、電力需要が低下する週末に晴天で風が強いといった条件が重なると、太陽光と風力だけで全国の電力需要をすべて賄うほどの発電能力がある。一方で、大型の原子力発電や褐炭発電は価格競争力が強い上に、出力は容易に制御できない。そうした状況に国内送電網の不足が重なって、処理しきれなくなった電力は引取料を払って周辺国に引き取ってもらわざるを得ないような事態も生じるようになっている。電力取引所における価格が

低下をたどっているのはこのような事情にもよる。

供給力があり、相対的に安いドイツの電力を利用する国もあり、ドイツから周辺国へ向けて流れる電力は増加を続けている。2016年は周辺国への流出から受け入を差し引いた実質で537億MWhの流出となり、発電量の8%に達した。

4. 入札制で計画的拡充と価格抑制へ

固定価格による買い取り方式に代わる入札制は2014年に一部で導入され、2017年からは本格的に実施されている。入札では太陽光、陸上・洋上風力およびバイオマスの別に年間の設備能力増加枠を設定し、発電プロジェクトを募集する。これに対して、応札者は取引所価格と補助額を加えた価格を提示し、その額が低いものから順に、予定された電力量に達するまで落札していく。ただし、750kWまでの小規模設備は入札の対象外であり、市民団体などが応札するプロジェクトには優遇措置がある。

この方式による洋上発電初の入札は2017年4月、北海の4区域、合計1,610MWについて実施された。その結果は入札を実施した連邦ネット庁も予期しなかったもので、1区画110MWについては最低価格60ユーロ/MWhで落札したが、残り3区画合計1,380MW（大型の原子力発電1基分に相当）に対しては補助金ゼロのオファーが落札したのである。

落札した設備が実際に稼働するのは2025年の予定で、その時点で電力価格がどのような水準にあるかにもよるが、入札当時の電力取引所の価格はピーク時のスポットで1MWhあたり40ユーロ（1kWhあたり4セント）程度であり、落札者のEnBW社（バーデンビュルテン

ベルク州）とドンク社（デンマーク）はこの水準で風力発電を提供できることを示したともいえる。入札ではその後も陸上風力や太陽光発電で市民団体などによるkWhあたり3セント台、4セント台の応札・落札が続いている。

このことは再生可能エネルギーによる電力の拡大を送電網の拡充に合わせて計画的にコントロールし、競争によって補助額を抑制し、過保護に育てられてきた再生可能エネルギーを競争にさらし、一般電力市場へ組み込んでいくという点でドイツのエネルギー転換にとって画期的なことであった。同時に、低価格による活発な応札が続いていることは電力料金の将来的低下につながるものとして歓迎されている。

5. 地下を走る電力アウトバーン

広域送電会社4社は脱原発に伴う再生可能エネルギーの拡大に備えて2012年5月、総延長7,000kmに及ぶ送電網の新設・増強計画を発表した。しかし、巨大な鉄塔を支える高圧送電線の架設には環境や景観の観点から周辺住民や自治体が強い抵抗感を示した。

このため、建設計画は大幅に遅れたが、ようやく2015年秋、強く反対していたバイエルン州と連邦政府が合意に達し、新設される高圧電線は原則として地下に敷設することが決定し、大きな突破口が開かれた。

2015年12月に発効した2015年連邦需要計画法では、新規に必要な広域高圧線として総延長約2,550km、増強が必要な既存送電線として約3,100kmが定められている。

新設される地下高圧送電線は4路線あり、ドイツの北部と中部、南部を結び、双方向の電力輸送を担う「電力アウトバーン」となる。空中架線の数倍とみられる膨大なコストが見込まれ

る巨大インフラ事業であり、詳細なルート決定には区間ごとに周辺住民の同意を得ていく必要がある。そのため、すでに一部に遅れも出ているが、2025年の開通が見込まれている。

6. ノルウェーの水力にも期待

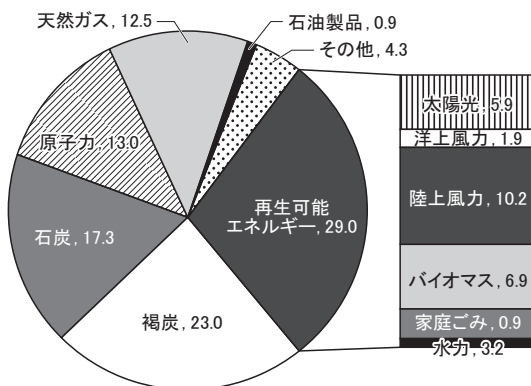
大容量の蓄電技術が存在しない現状では、再生可能エネルギーの変動を補ない、安定した供給を確保するためには、臨機応変の運転が可能で効率の高い新鋭のガス発電を確保することも必要である。しかし、電力価格が低く、補助的な役割のみでは採算が合わないことから、新設投資が進んでいない。このため、政府は2016年11月、容量リザーブ令を制定し、当面2MW相当の従来型発電設備を入札で確保し、緊急時のために待機させる方法を計画している。

変動を補うという点ではノルウェーとの間で進行している海底ケーブル敷設プロジェクトへの期待も高い。ドイツで電力の余剰が生じた際はノルウェーに送り、有利な地形を利用した揚水発電に利用し、必要に応じて発電した電力をドイツへ送る。大規模な電力貯蔵システムということができ、総延長623kmに及ぶ高圧直流ケーブルの容量は1,400MWで、大型原発一基分の電力を送ることができる。完成は2020年の予定だ。

7. 電力市場2.0

入札制度の効果と高圧送電線の建設に目途がついたことで、ドイツのエネルギー転換は市場メカニズムを基本とする新たな段階に入ったといえる。取引所価格は電力の需給状況を反映して変動し、価格が高ければ供給が増え、価格が低ければ消費が増えるという形で常にバランス

図 エネルギー源別発電量（単位：％）



（資料）エネルギーバランス作業グループ（Arbeitsgruppe Energiebilanzen）“Stromerzeugung nach Energieträgern”（2017年11月27日）

が保たれていくのがこれからの電力市場だ。

こうしたメカニズムがうまく機能するためには迅速で確実な情報が不可欠であり、政府は2016年夏、「電力市場の新展開に関する法律」を定め、それに基づいて、新たな仕組みが生まれている。

たとえば、2017年7月の「市場基本データ登録令」では新設および既存の従来型および再生可能エネルギー発電およびガス製造のためのすべての設備（150万）および特定の消費設備に関するオープンなオンライン・データベースが整備され、電力の効率的利用に役立てられる。

また、連邦ネット庁が運営する情報サイト“SMARD.de”ではエネルギー源別の発電量、消費量、価格、輸出入などの動きがリアルタイムで詳しく把握でき、予測データも提供されている。市場メカニズムが効果的に働くための条件ともいえる。

II 電力転換からエネルギー転換へ

1. 温暖化ガス削減の現況

ドイツは温暖化ガスを1990年比で2020年までに40%、2050年までに80~95%削減する目標を設定している。2011年まではエネルギー消費の削減や再生可能エネルギーによる電力の拡大によって排出量がこの目標に沿って着実に減少してきた。しかし、それ以降は一進一退の状態、2015年時点の削減率27.4%にとどまり、2020年の目標達成が危ぶまれる状況にある。

背景には、CO₂排出権価格が低迷していることのほか、好調な経済情勢と人口増加（2011年から2015年までで約2.3%、185万人増）により、エネルギー消費の削減が進まないなどの要因もある。

こうした中で、2016年11月、パリ気候条約の発効を受けて「気候保護計画2050」が策定され、2030年を目標年としてはじめて分野別に具体的な削減目標が設定され、それぞれの分野で政府機関や研究機関、経済団体などによって具体策や実行可能性が活発に議論されている。

2. 当面の課題は石炭発電の削減

61~62%の高い削減率が見込まれている電力部門では石炭発電の扱いが当面の焦点である。とくに、世界最大の産出量を誇る褐炭による発電は価格競争力が強く、輸入の石炭と合わせると発電の40%を占める。また、電力部門の温暖化ガス排出量では80%を占めており、気候目標を達成していくためには脱石炭発電が不可避である。

政府は2015年10月、当面の措置として褐炭産業との間で2019年までに発電能力の12%近い2.7GWを順次待機電力化することで合意し、年間1,100万~1,250万トンのCO₂削減を見込んでいる。

石炭発電については2020年までに古い石炭発電20カ所程度を閉鎖しても発電の8%を占める輸出が減少すれば国内の供給に支障は生じないとの見方もある。しかし、全体で約2万人を雇用する褐炭産業は東部ドイツなど経済構造の弱い地域にあり、早急な閉鎖は社会問題を伴うことが避けられず、政治的にも大きな課題となっている。

3. 脱炭素社会への道

エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの割合は2016年時点で12.6%であった。目標どおり2050年までにエネルギー消費を半減させ、CO₂の排出量実質的にゼロにするためには単純計算でも再生可能エネルギーを現在の4倍に引き上げなければならない。その際のバックアップとして炭酸ガスと水素による合成燃料を使用する案もあるが、その製造のためにはさらに多くの再生可能エネルギーが必要になる。ドイツの国土や自然条件を考えると極めて大きな課題といえるが、脱炭素社会に向けた各方面の取り組みは積極的である。

たとえば、ドイツ・エネルギー・エージェンシー（dena）は国内50の主要研究機関や企業と共同で進めている調査・分析の中間結論で、「気候保護技術が一貫して市場経済的競争を通じて実証されていくよう環境条件を整えれば、現在知られている技術を最大限に活用することによって、2050年までにCO₂の排出量を90%削減することが可能だ」との判断を示してい

る²⁾。企業経営の面からも、確信をもって投資決定を行っていくためには気候保護についても明確な目標が定められていることが不可欠とする企業は多い。

エネルギー転換に対しては国民の強い支持もある。2017年の場合、標準世帯が負担する付加金は1か月あたり約20ユーロである。これによって、国民はこれまでのエネルギー転換のコスト1,500億ユーロのほとんどすべてを負担してきた。

しかし、再生可能エネルギー・エージェンシーが2017年8月に発表した調査³⁾では、現在の付加金の額が「適切」との回答が48%を占め、「さらに多く負担する用意がある」との回答も8%あった。これに対して、「高すぎる」は37%にとどまった。また、再生可能エネルギーを拡充していくことについては「極めて重要」とする回答が65%、「重要」とする回答が30%、両者を合わせると95%に達しているのも注目される。

さらに、エネルギー転換の意義に関する設問(重複回答)では、再生可能エネルギーは「子

供や孫の安全な未来に貢献する」との回答が75%、「気候を保護する」との回答が72%と高率であった。「エネルギー転換は国民が電力供給に参加する機会を提供する」との回答も59%が挙げた。こうした点からも、エネルギー転換に対する支持率が極めて高いのは、持続可能な発展や気候保護の意識が国民の間に深く浸透しているためであることがわかる。

強い国民の支持のもとで、5年後には原発をすべて停止し、「安全、确实、リーズナブルなエネルギー供給」を柱に温暖化ガスの削減と持続可能な発展をめざすドイツがどのように課題を乗り越えて目標を達成していくか、これからも注目したい。

[注]

- 1) DICE Consult GmbH (Institut für Wettbewerbsökonomik an der Universität Düsseldorf) "Kosten der Energiewende- Ein Gutachten im Auftrag der Initiative Neue Soziale Marktwirtschaft (INSM)", 2016年10月
- 2) Deutsche Energieagentur (dena) "Zwischenfazit: dena Leitstudie Integrierte Energiewende", 2017年10月
- 3) Agentur für Erneuerbare Energien „Repräsentative Umfrage: 95 Prozent der Deutschen wollen mehr Erneuerbare Energien“ 2017年8月

世界でも例をみない諸外国の直接投資統計を調べる統計年鑑

ITI国際直接投資マトリックス (2017年版) —CD-ROM版—

※印刷イメージのPDF版とEXCEL形式のデータ編で構成。

発行：2017年10月 / 価格：20,000円

- ・1998年以来毎年発行し21回目。
- ・OECD加盟国と諸外国との直接投資額の表
- ・対内直接投資および対外直接投資について、フロー表とストック表を作成
- ・1985年から2014年までの30年間の表が利用可能
- ・直接投資の分析に役立つ関連統計をあわせて収録
- ・見本 http://www.iti.or.jp/report_60.pdf をご参照ください
- ・姉妹統計年鑑の「世界主要国の直接投資統計集」「I. 概況編」および「II. 国別編」を併用してお使いになると便利です。



※お問合せ、ご購入をご希望の方は下記までご連絡ください。

発行：一般財団法人 国際貿易投資研究所 (ITI)

〒104-0045 東京都中央区築地1丁目4番5号 第37興和ビル3階

TEL：03 (5148) 2601 / FAX：03 (5148) 2677 / E-Mail：jimukyoku@iti.or.jp / URL：http://www.iti.or.jp/