
Quarterly "Urbanization" 2019 vol.4

季刊「都市化」2019 vol.4

ドイツのエネルギー政策と日本

株式会社アジアエネルギー研究所 辻 嘉之

2020 年 1 月

公益財団法人 都市化研究公室

Research Institute of Urbanization

本レポートは原則として発表時における情報に基づき作成されております。 内容についての問い合わせは、当財団事務局までお願いします。

ドイツのエネルギー政策と日本

2020 年 1 月

株式会社アジアエネルギー研究所 辻 嘉之

目次

1.はじめに	1
2.ドイツのエネルギー政策の概要	1
3. Energiewende の成果と影響	5
4.日本の現状とドイツとの相違	14
5.まとめ	20

1. はじめに

ドイツのエネルギー政策は、風力・太陽光発電の大規模な導入や脱原子力の決断などの大胆な動きで知られ、**Energiewende**（エネルギー変革）と総称される。2019年には脱石炭に向けて具体的に動き始めたことで、再び世界の注目を集めた。

再生可能エネルギー、原子力、石炭はいずれも、日本においても環境エネルギー政策上の大きな論点であり、ドイツの取り組みは日本の議論を先取りしているかのようである。日本とドイツはともに製造業に強みを持つ先進工業国であり、GDPや国土面積などが似通っている¹こととも相俟って、ドイツのエネルギー政策が日本にとってのお手本であるかのように紹介されることも少なくない。

そこで本稿では、ドイツのエネルギー政策のなかでも特に電力にかかわる部分を中心に、その現状や問題点について概観したうえで、それが日本でも有効、有用なものであるのかという観点から分析する。

2. ドイツのエネルギー政策の概要

①全体的な目的と目標

Energiewende はしばしば、気候変動対策など環境的な文脈において語られる。だが **Energiewende** はあくまでドイツのエネルギー政策全体を総称する言葉であり、その政策目的は、①気候変動問題への対応のほか、②原子力リスクの回避、③エネルギー安全保障の改善、④国際競争力と経済成長の確保、の4つに整理され²、

¹ 例えば日本とドイツは、GDP ではそれぞれ世界3位と4位。また、ドイツは人口こそ約8300万人と日本（約1億2700万人）の三分の二程度だが、面積は約36万km²（世界62位）で日本とほぼ同じ（約38万km²、同61位）。

² Agora Energiewende (2015): Understanding the Energiewende. FAQ on the ongoing transition of the German power system

いわゆる「グリーン」一辺倒ということではない。エネルギー政策は「3つのE」、すなわち **Energy Security**（エネルギー安全保障）、**Economy**（経済性）³、**Environment**（環境保全）を高いレベルでバランスさせるものでなければならない、というのが世界的な共通認識となっている⁴。**Energiewende**の政策目的も上記のとおり「3つのE」を全て視野におさめているという意味では常識的だが、その具体的な数値目標は非常に野心的である（表1）。

表1・ドイツの主な目標

	2020年	2030年	2040年	2050年
温室効果ガス排出量(1990年比)	▲40% ⁵	▲55%	▲70%	▲80-95%
電力消費に占める再生可能エネルギーの割合	35%	50% ⁶	65%	80%
電力消費量(2008年比)	▲10%			▲25%
【参考】 日本	温室効果ガス排出量(2013年度比)	▲26%		
	発電電力量に占める再エネの割合	22-24%		
	電力消費量(2013年比) ⁷	1.5%増		

②原子力政策

ドイツでは石油危機を契機に原子力開発が進められ、1975年以降、17基（合計出力2,049万kW）の原子力発電所が商業運転を開始した。しかし1986年4月のチェルノブイリ原子力発電所事故を契機に反原子力の気運が高まり、同年、当時のドイツ社会民主党（SPD）政権は10年以内に原子力発電を廃止することを決議。新たに運転開始する原子力発電所も1989年を最後になくなった。さらに、1998年に成立したSPDと緑の党による連立政権は、原子力発電を段階的に廃止することを合意し、2000年6月には、政府と電力会社の間で原子力発電所の運転期間を平均32年間とする協定が成立した。

2010年9月、当時の第二次メルケル政権は、エネルギー供給体制変革のための2050年までの枠組みを示す「エネルギーコンセプト(Energiekonzept)」を策定し、

³ このEには他にも(Economic) Efficiencyや(Energy) Equityなどの語が当てられたり、あるいはEから離れてCompetitiveness、Growth、Affordabilityなどの言葉が使われたりするが、通底するのは、エネルギー価格の上昇を抑え、誰もが必要十分な量を使えるようにするということである。

⁴ これら「3つのE」をバランスよく同時に成立させることは難しいことから「トリレンマ」とも呼ばれ、その考え方は日本のみならず海外でも広く共有されている。(参考)

⁵ この目標については後述するようにすでに断念され、達成時期が先送りされている。

⁶ キリスト教民主・社会同盟(CDU・CSU)とドイツ社会民主党(SPD)による連立協定(2018年3月)では、再生可能エネルギーの割合を2030年までに65%にすることを目指す、としている。

⁷ 長期エネルギー需給見通し(平成27年7月、経済産業省)より筆者試算

その中で再生可能エネルギー（再エネ）を基幹電源とすることを掲げた。しかしそれと同時に、それまでの過渡期においては原子力を適切に利用することで「3つのE」の同時達成が可能になるとして脱原子力政策を見直し、運転期間を平均 12 年間延長することに決定した。

しかし 2011 年 3 月 11 日に福島第一原子力発電所事故が発生すると、政府はそのわずか 3 日後に、国内の原子力発電所のうち建設時期の古い 7 基および長期停止中であった 1 基の稼働停止を指示し、その後、それら 8 基の再稼働を禁止した。さらに、稼働中の残り 9 基についても 2022 年までに段階的に廃止すると決定し、現在に至っている。

③再生可能エネルギー

ドイツにおける近年の再エネ導入拡大を最初に法的に支えたのは、1991 年に制定された「電力供給法」である。これによって、電力会社には、風力や太陽光をはじめとする再エネから発電された電力の買い取り義務が課せられた。さらに 2000 年に施行された「再生可能エネルギー法（Erneuerbare Energien Gesetz: EEG）」は、電力会社に対して、再エネ発電設備の電力系統への接続や、その電力の固定価格での買い取りを義務付けた（固定価格買取制度）。固定価格は、割高な再エネ発電事業でも一定の収益を確保できる水準に設定されており、必要な財源は賦課金として電気代に上乗せして徴収される。

こうした再エネの導入促進政策は非常に大きな効果を発揮し、陸上風力を中心にその発電量は大幅に増加した。2018 年現在、水力発電分を除いても、全発電電力量に占める再エネ発電の割合は約 34%となっている（図 1）。

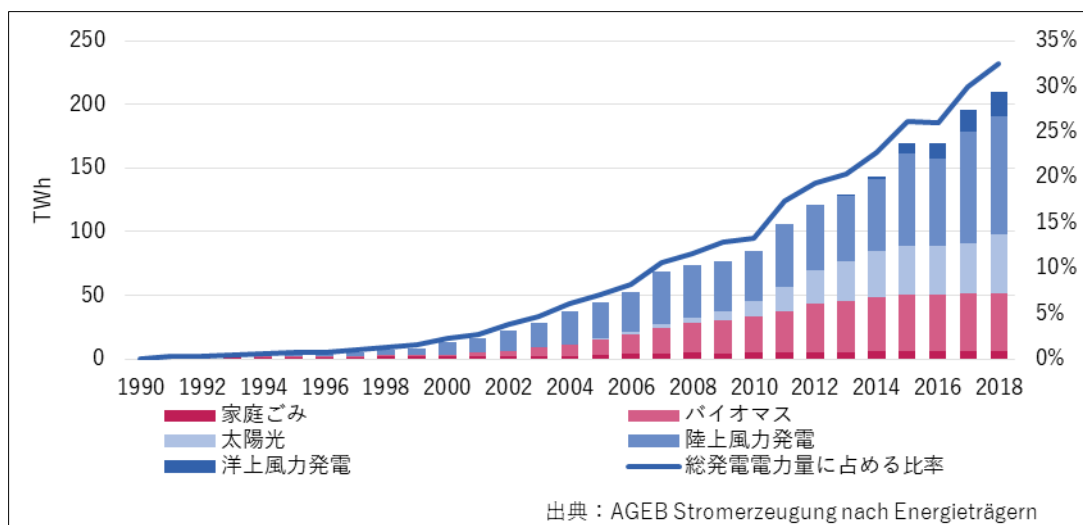


図 1・水力を除く再生可能エネルギー発電量の推移

④火力発電

ドイツには、自国から豊富に産出する石炭や褐炭を利用する火力発電を中心に電源開発を進めてきた歴史がある。全発電電力量に占める石炭・褐炭火力発電量は35%を超え、ガス火力なども含めれば49%が化石燃料による火力発電である。しかし、風力・太陽光発電の電力については、その導入拡大を図るために、需要の多寡にかかわらず優先的に最大限市場に投入することが原則とされ、そのため火力発電の役割は、風力・太陽光発電の出力変動を補う調整や、太陽光・風力発電量が低下したときのバックアップへと変化しつつある。特にガス火力発電は、原子力や石炭・褐炭発電に比べ、短時間で出力を増減させやすい一方で燃料費が割高なことから、この傾向が顕著である。そのため、たとえ高効率な最新鋭ガス火力発電所といえども設備利用率が低下して採算が取れなくなり、市場からの退出を余儀なくされるケースも出てきている。

しかし、安定的で確実な電力供給のためには、発電の量やタイミングをコントロールしやすい火力発電は重要である。特にドイツでは脱原子力政策を採っているぶん火力発電の果たすべき役割は一層重く、その一定容量の維持が不可欠である。そのため、2012年11月、ドイツ政府は、安定供給を維持するうえで重要と指定した火力発電所（主として電力需要の多い南部に位置する）については廃止を認めないこととし、翌年6月、それら発電所の維持管理や修繕の費用は補助金として交付することを決めた。また、CO₂排出削減を目的として老朽褐炭火力発電所8基（合計出力270万kW）を2016年から順次休止させているが、需給逼迫時には再稼働できるように、4年間は待機状態に置いている（4年間の待機後は廃止）。その逸失利益に対して16億ユーロ以上の補償金が事業者を支払われる。さらに戦略的予備力と称される待機電源の入札も2018年6月から始まっている。普段は休止していても需給逼迫時には「最後の手段」として運転されるものであり、電源種別は問わないが指令を受けてから12時間以内に発電できることが要件である。最終的には最大需要の5%に相当する約440万kW分が待機電源として維持される見込みとなっている。

⑤脱石炭政策⁸

石炭・褐炭発電に対する風当りはますます強まっている。だが、ドイツは、原子力を温存するイギリスやフランスと歩調を合わせて脱石炭に踏み出すことはできずにいた。再エネ発電を大幅に増やしたものの、その増分は原子力発電の減少によ

⁸ 本稿でドイツの「脱石炭政策」というときの「石炭」には、石炭の一種で低品位な褐炭と、褐炭ではない狭義の石炭の両方を含んでいる。

ってかなりの程度が相殺されるため、石炭・褐炭を主力とする火力発電を大きく減らすわけにはいかなかったからである⁹。また、2018 年末にドイツ国内の石炭採掘は終わりを迎えたものの、露天掘りができる褐炭はコストが安いうえに産出量は世界最大であり、全量が国内で消費されている。褐炭産業に直接従事する労働者だけでも 2 万人程度、さらに火力発電などの関連産業に 4 万人程度が従事している。脱石炭政策をとれば雇用をはじめ地域経済への打撃は非常に大きく、なおさら慎重にならざるを得なかった。

しかし、後述するように、ドイツの CO₂ 削減は計画どおりには進まず、その元凶と目される石炭・褐炭について何らかの具体的な方針を打ち出さざるを得なくなった。2018 年 6 月、政治家、関係省庁、産業界、労働組合、有識者、NGO などの代表 28 人からなる通称「石炭委員会¹⁰」が発足、議論は難航したが、2019 年 1 月、同委員会は、2038 年までに石炭・褐炭火力を全廃することなどを提言する最終報告書を公表した。また、電力供給の安定性を維持するうえで必要な火力発電所については、天然ガスを燃料とするとの考えも示された。

この脱石炭政策には巨額の費用を必要とする。例えば委員会は、産炭州におけるインフラ整備や産業振興等の助成金として、2020 年からの毎年 20 億ユーロを 20 年間にわたって投じるよう勧告している。また、脱石炭政策のせいで電気料金が上昇することへの補償として、2023 年以降、電力消費者に対する補助金が必要であり、その額はおそらく最低でも毎年 20 億ユーロに上るだろうとしている。これら以外に金額の明示のない補償金なども勧告されており、最終的に「政府が今後 20 年間に支払う補償金や助成金の総額は 800 億ユーロ（10 兆 4,000 億円）を超える可能性が強い」とも伝えられている¹¹。

3. Energiewende の成果と影響

①再生可能エネルギー導入による CO₂ 削減

ドイツは先述のとおり非常に野心的な目標を掲げたが、現実には、それら目標の中でも特に重要なはずの温室効果ガス（GHG）排出削減は順調ではなく、遅くとも 2010 年ころには下げ止まりの傾向を見せていた（図 2）。2020 年までの 40%削減という目標達成は絶望的となり、結局、20 年代前半へ先送りすることとされた。し

⁹ 2014 年当時、ドイツのガブリエル副首相兼経済エネルギー大臣が、スウェーデンのロベーン首相に宛てた書簡の中で、「(ドイツのようなエネルギー消費の多い工業国が) 原子力と石炭を同時に止めることはできないと確信している (strongly believe)」と述べていることに、このあたりの事情が端的に表れている。

¹⁰ 正式名称は「成長、構造変革および雇用委員会」。

¹¹ [在日ドイツ商工会議所ウェブサイト](#)から

かし一方で、国内の総電力消費量に占める再エネ発電の割合については、2017 年に目標を前倒しで達成している。

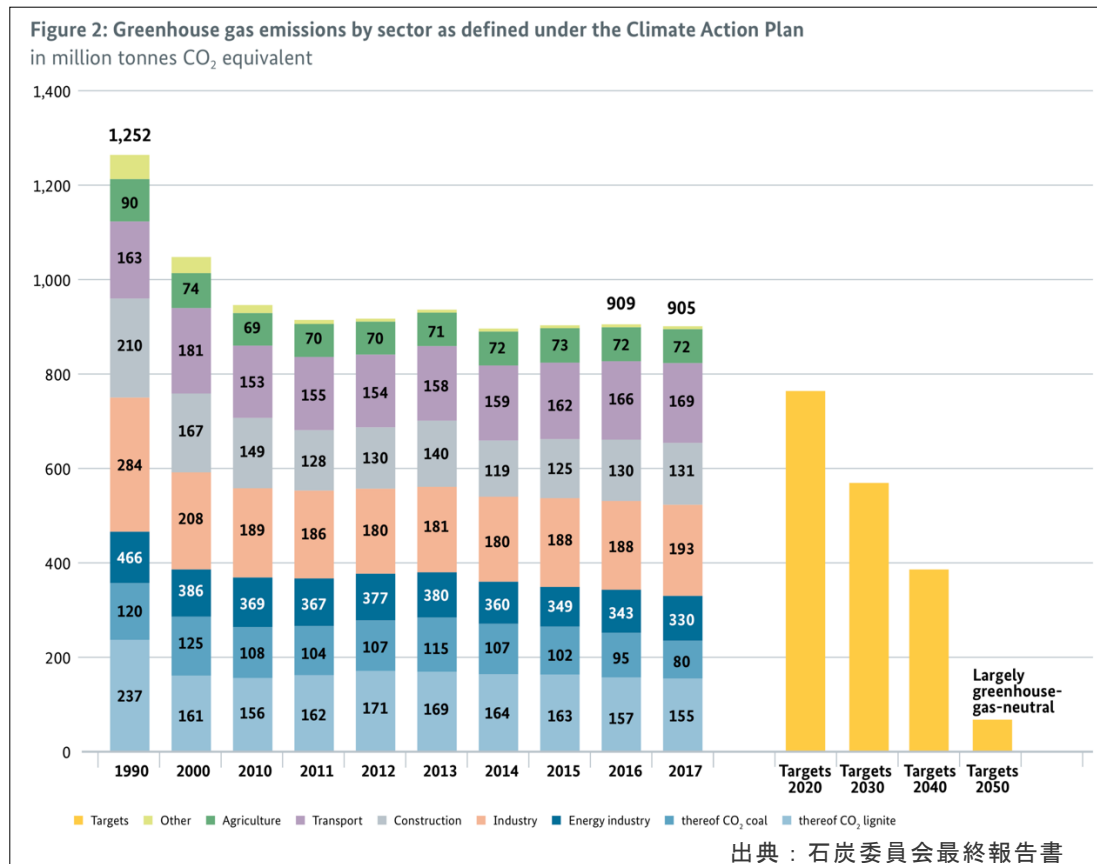


図 2・GHG 排出実績の推移

再エネ発電の増加は順調なのに、GHG の減少が足踏みをするのはなぜか。図 3 はドイツにおける燃料別の発電電力量を示すグラフであるが、ここから、化石燃料による発電量は長期的にはさほど変化していないことが分かる。特に、発電電力量あたりの CO₂ 排出量が最も多い褐炭火力についてはほぼ横ばいで推移している。CO₂ 削減には化石燃料を非化石エネルギーへと置き換えることが必要である。だが、ドイツで導入される風力・太陽光の多くは、結果として、同じ非化石エネルギーである原子力に取って代わっているだけであって、化石燃料削減の効果は限られる。必然的に、CO₂ 削減の効果も限定的なものにならざるを得ない。

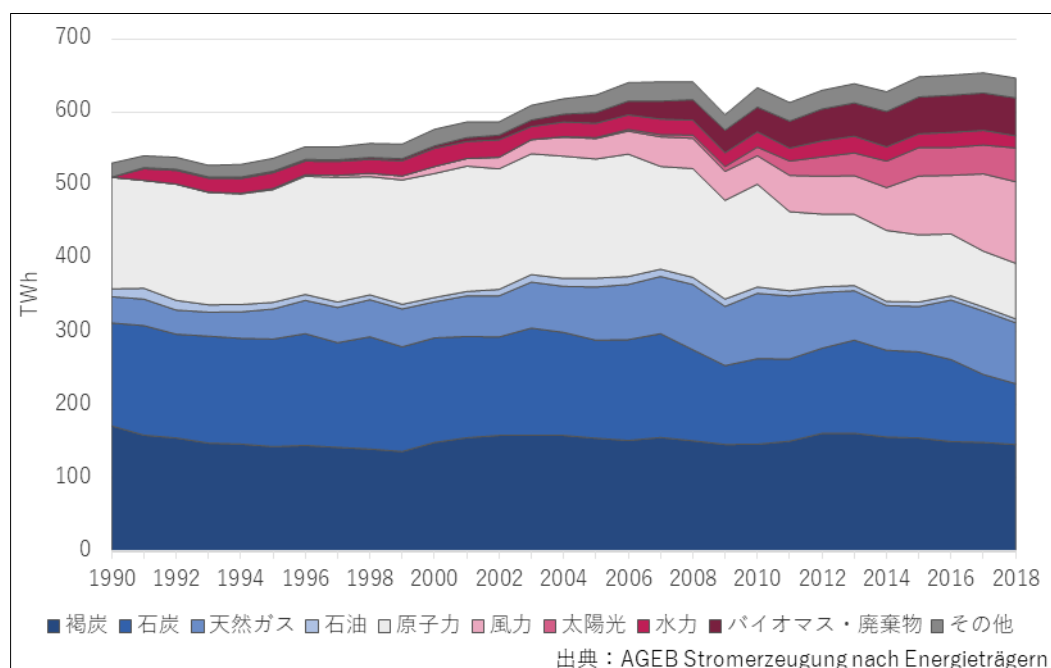


図3・エネルギー源別発電電力量の推移

②電力の安定供給を支える火力発電

2016年11月、ドイツは気候変動政策の骨子を示す **Klimaschutzplan 2050**（英語名：**Climate Action Plan 2050**）を策定した。そこでは、安定供給を確保しつつ再エネを基本とする電力供給体制に移行することは技術的に可能であり、その際の中心的な課題の一つが電力の需要と供給とを調和させることである、と指摘している。電力には基本的には「在庫」というものがなく、どの一瞬においても常に需要と同量の供給が維持されていなければならない。これが崩れると電力システムが不安定になって大規模停電になりかねない¹²。出力をコントロールしにくく変化の予測も難しい風力・太陽光発電を大量に導入するときに、この「同時・同量」という条件が高いハードルとなる。このような現実を踏まえ、**Climate Action Plan 2050**は、低炭素な天然ガス火力と最新鋭の石炭火力が当面の技術として重要な役割を果たす、とした。風力・太陽光発電は、現在の技術では、それに見合った火力発電との組み合わせでしか大量導入できない、ということである。

図4は、2017年3月のドイツにおける、各種火力や原子力、再エネ等の発電量の推移を示している。原子力（Uranium）や褐炭火力（Brown Coal）は、ほぼ一定出力で運転されるベースロード電源の役割を担っている。これに対し、石炭火力（Hard Coal）は風力・太陽光発電の出力変動と需要とのギャップを埋めるミドル

¹² 2018年9月の北海道胆振東部地震の際に起きた「ブラックアウト」はこの例である。

電源として、そして天然ガス火力は、より短時間の変動に素早く対応するピーク電源として運用されているようだ。例えば、一定の需要があるものの風力発電がゼロに近かった 3 月 7 日（火）19 時におけるガス火力出力は計 1,026 万 kW、しかし需要が少ないのに風力発電が多かった 3 月 19 日（日）23 時時点のガス火力出力は 177 万 kW しかない。このような運用になる結果、月間のガス火力設備利用率は 14% 程度に過ぎない。市場からの退出を迫られるガス火力が出てくるのは、このような事情が背景にある。

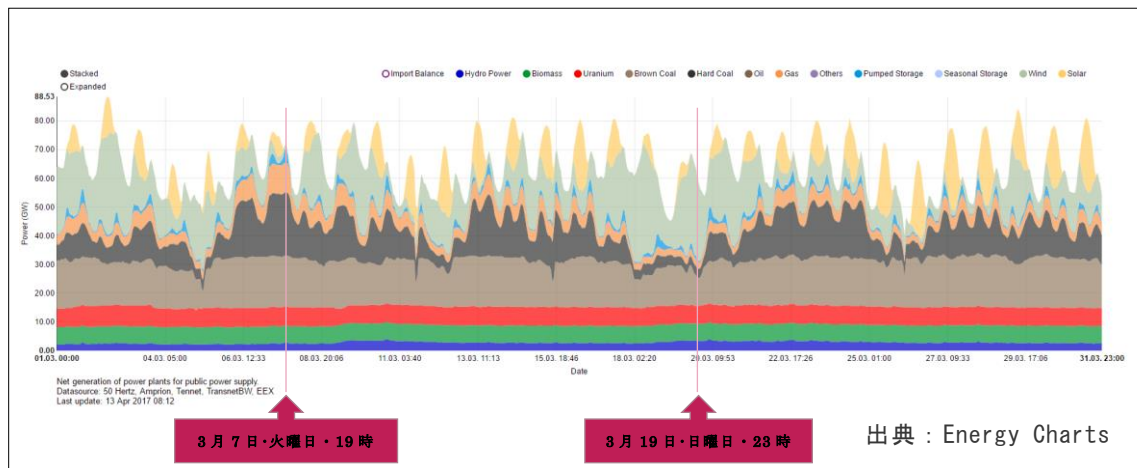


図 4・2017 年 3 月の発電内訳

③電気料金の抑制

ドイツのエネルギー政策は、先述のとおり「国際競争力と経済成長の確保」を目標のひとつとしている。つまり電気料金は適正に抑制したいということである。しかしこの点において、ドイツはうまくやっているとはいいい難い。図 5 は家庭用電気料金の推移であるが、2010 年ころから再エネ賦課金の割合が顕著に増加し、また同じころから遡増している送電費にも再エネ大量導入の影響がうかがえる。風力や太陽光の発電設備は分散して、そしてしばしば需要地から離れたところに立地するので、送電費の増大を招きやすいのである。数次にわたる EEG 改正などによって 2013 年以降は急激な上昇に歯止めがかかってはいるものの、すでにドイツの家庭用電気料金は EU 諸国の中で最も高い。産業用の電力については、国際競争力維持の観点から再エネ賦課金を大きく減免し、その分を小規模需要家や一般消費者へ転嫁している。それにも関わらず、産業用電力料金もまた、ドイツは EU で最も高い国の一つとなっている¹³（図 6、7）。

¹³通常、電気料金の単価は使用量によって変わり、場合によってはイギリスなど他国の方が高くなることもある。

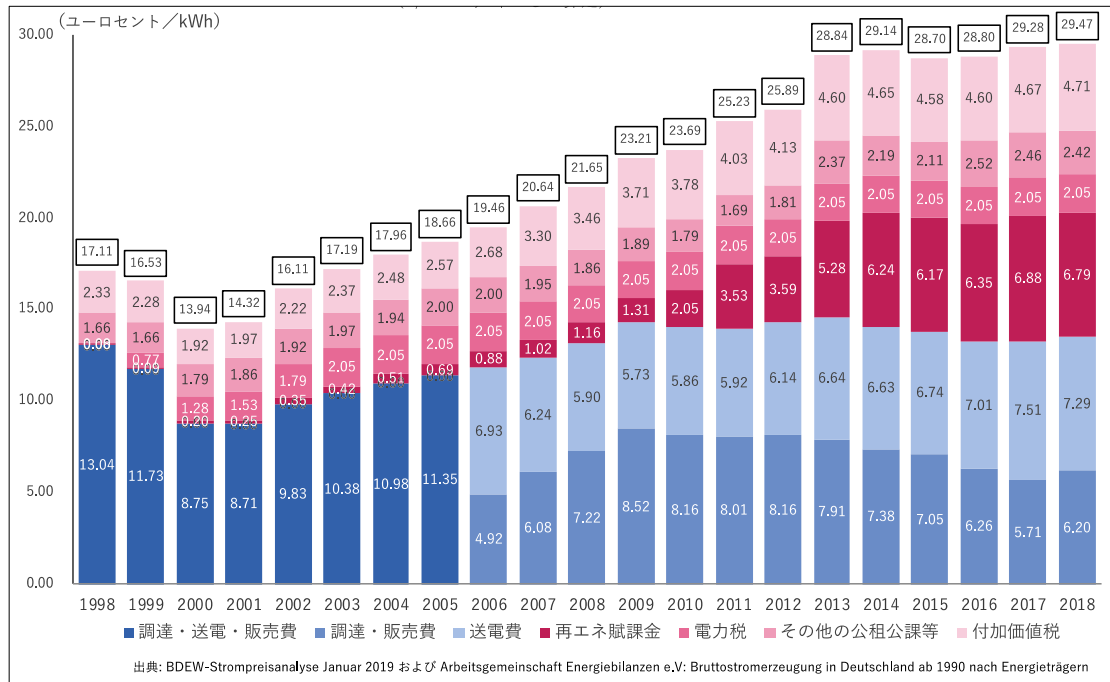


図 5・家庭用電気料金の推移 (3,500kW/年として算定)

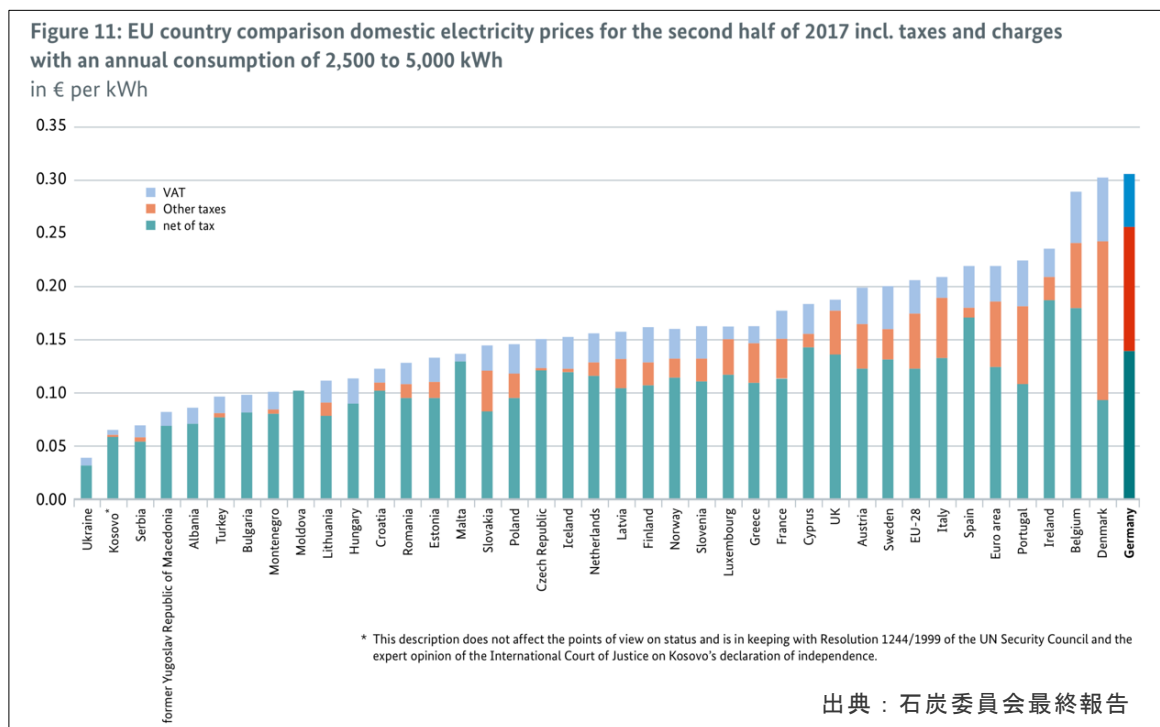


図 6・EU 諸国間の家庭用電気料金比較

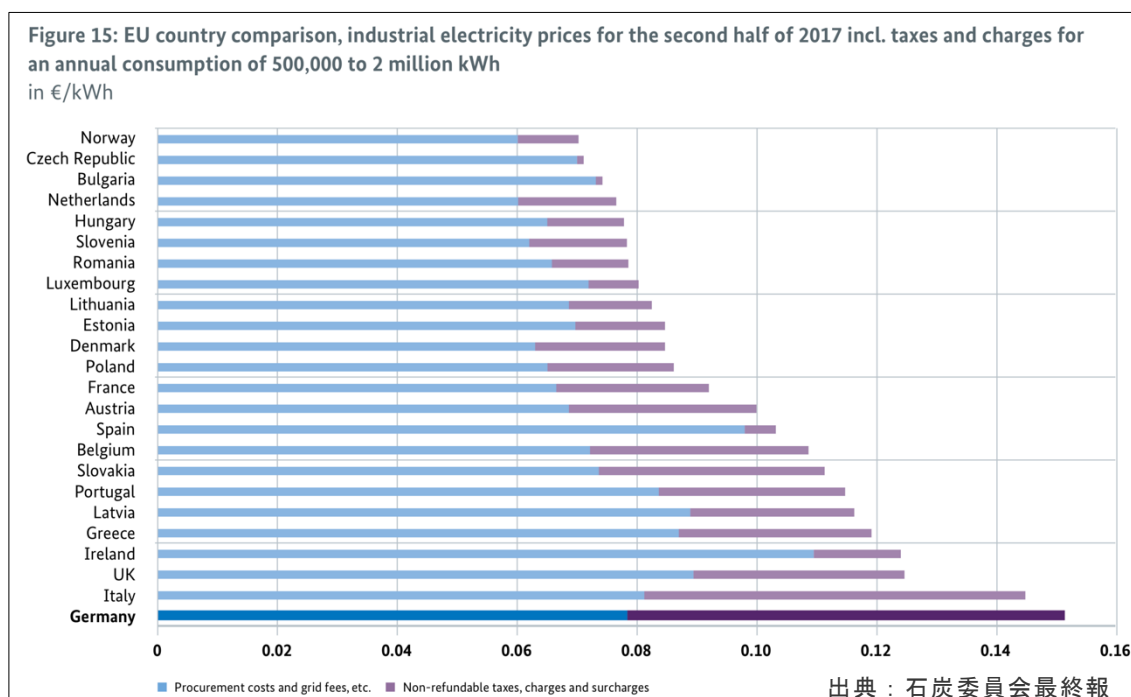


図 7・EU 諸国間の産業用電気料金比較

さらに今後、脱石炭政策によっても電気料金が一層上昇することは確実である。だからこそ「石炭委員会」は、料金上昇の緩和策として、毎年最低でも 20 億ユーロの補助金が必要だとしている。仮にこれによって電気料金を名目的には抑制できたとしても、結局は国民負担であることに変わりはない。

なお、ここ数年、風力・太陽光の発電コストが大きく下がり、条件次第では火力発電コストを下回るようになったともいわれている。だが、電力供給に必要なコストは「発電」コストだけではない。特に、風力・太陽光のような不安定な電源を現在の電力システムに組み入れるためには、発電以外にもさまざまな¹⁴、そして大きなコストが必要となる。例えば、2015 年に日本の資源エネルギー庁に設置された「発電コスト検証ワーキンググループ」は、日本の総発電電力量の 12%を風力・太陽光発電でまかなう場合、発電コスト以外に毎年少なくとも 7000 億円¹⁵が追加的に必要と試算している。

¹⁴例えば、需要とは無関係に出力が変動することに起因するコスト、その出力変動を確実に予測できない「不確実性」に係るコスト、発電場所がしばしば需要地から遠く離れているために生じるコスト、などがある。

¹⁵これは主として、風力・太陽光発電の出力変動を火力発電の運転調整によって吸収するための追加的費用であるが、WG の複数の委員が、この金額は過小評価であろうと指摘している（発電コスト検証ワーキンググループ第 4 回会合議事録）。この費用に以外に、後述する、地域間連系線の増強費用も別途必要となる。

④エネルギー安全保障

ドイツのエネルギー自給率は 37.4%、これはイギリス (67.1%)、フランス (53.9%) のみならず、EU28 か国平均 (47.5%) よりも低い¹⁶。純然たる国産エネルギーである風力や太陽光の開発は、エネルギー安全保障に資する取り組みとして重要であり、他国以上にドイツにとって重みのあるものだといえる。

原子力に関しては、ドイツはその燃料となるウランを自国から産出せず、全量を海外から輸入している¹⁷。だが、たとえそうであっても、一般的に原子力は国産エネルギーに準じるものとされる¹⁸。これは、発電費用全体に占めるウラン費用の比率が非常に小さいこと、ウラン燃料のエネルギー密度が高く備蓄が容易であること、一度輸入すれば燃料リサイクルにより長く使用できることなどの理由による。原子力を準国産エネルギーとするならば、脱原子力はエネルギー安全保障のレベルを下げる政策ということになる。

また、ドイツは石炭火力で使う石炭のほぼ全量を輸入に頼り、そのうち約 46% はロシアからである¹⁹。一方、褐炭は国産がほとんどで、両者を合わせた自給率は 57%²⁰である。脱石炭政策によって褐炭という国産エネルギーは使えなくなるが、他方、輸入炭への依存度は下がり、両者の影響は打ち消しあう。だが、石炭・褐炭火力の減少を埋め合わせるためにガス火力の増設が必要で、その燃料は輸入の天然ガスである。そしてドイツは、この 10 年ほどのうちに天然ガスに関してロシア依存を急速に強めており、すでに国内消費量の 70% 程度はロシア産になっている (図 8)。加えて、2020 年初頭にはロシアとドイツを結ぶ新たなパイプライン「ノルドストリーム 2」が完成する見通しであり、今後ドイツは一層ロシア産天然ガスに依存することになる。全体としてみれば、ドイツは脱原子力、脱石炭政策の結果として、ロシア依存という、エネルギー安全保障上の潜在的リスクを高めていることになる^{21 22}。

¹⁶ 数値はいずれも 2016 年。

¹⁷ World Nuclear Association [ウェブサイト](#)

¹⁸ IEA World Energy Balances 2019 edition、ページ I.4

¹⁹ IEA Coal Information 2019 edition

²⁰ IEA World Energy Balances 2019 edition

²¹ [ある調査](#)では、ドイツ人の 86% が「石油、ガスで輸入に依存しなくなることが、Energiewende の重要な目的のひとつである」と答えているが、脱石炭政策は結果的にそれに逆行する。

²² ドイツ国内には、エネルギー面でロシアと関係を強化することは安全保障の面でプラスに働くとの見解や、ロシアも外貨獲得が必要で天然ガスを戦略的な (つまり「脅し」の) 道具として使う可能性は低いという見解もあり、国民の三分の二はノルドストリーム 2 の建設を支持している。他方、ポーランドをはじめとする東欧諸国やフランス、そして特にアメリカは、ノルドストリーム 2 を通じてロシアのヨーロッパに対する支配力が強まるとして、ドイツの動きを厳しく批判しており、これに対してドイツも内政干渉だとして反発、このプロジェクトを巡る緊張がヨーロッパ内外で生じている。

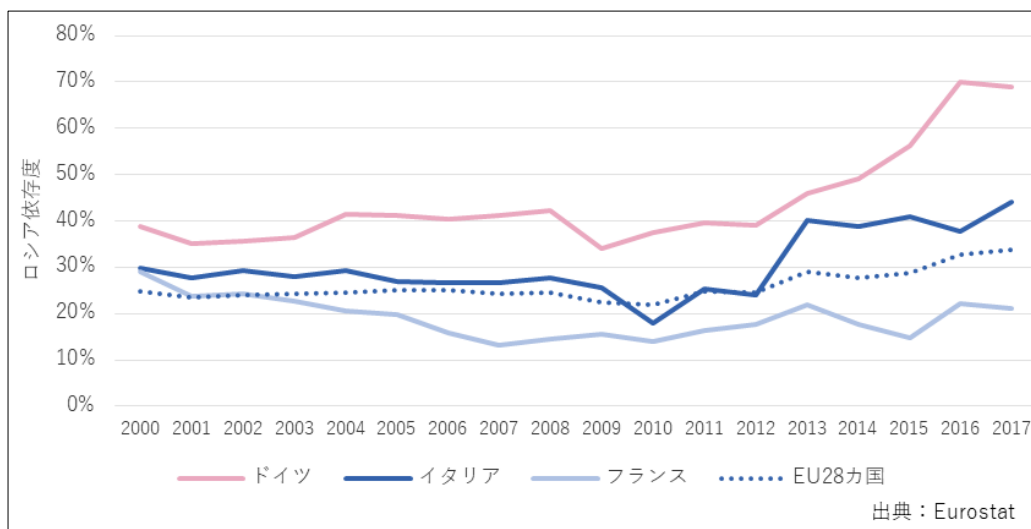


図 8 ・天然ガス供給のロシア依存度

⑤Energiewende に対する国民の支持と理解

ドイツでは **Energiewende** に関していくつもの世論調査が実施されているが、おしなべて国民の評価は好意的である。一例を挙げれば、ドイツ連邦エネルギー・水道連合会（BDEW）が実施している世論調査（図 9）では、回答者の約 9 割が **Energiewende** を「非常に重要」ないし「重要」と答えおり、しかも「非常に重要」とする層が年々増加している。

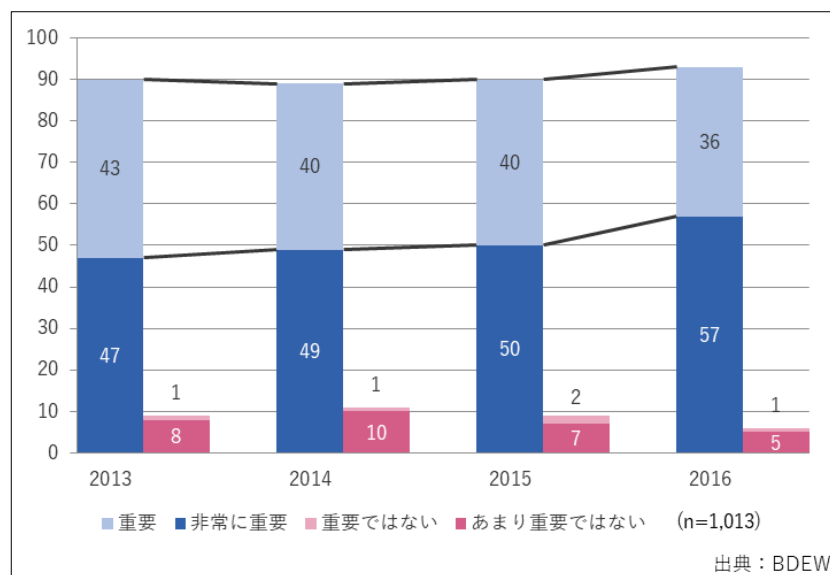


図 9 ・Energiewende に対する評価

ただし、2015 年に実施された別の調査では、「私は **Energiewende** の基本的な考え方には全体として賛成するが、一般消費者にとってそのコストは高すぎる」という記述に対し、88%もの人々が「そう思う」と回答しており、やはり電気料金の上

昇については問題視されているようである²³。2014年にドイツ人約1,000人を対象に実施された日本の環境省の委託調査²⁴では、月額15ユーロ以上の再エネ賦課金を許容できると答えたのは全体の6%、20ユーロ以上でも許容するのはわずか3%に過ぎなかった(図10)。しかし同年の賦課金はモデルケースですでに月額18.2ユーロとなっており、すなわちほとんどの人にとって調査時点ですでに許容額を超えていたことになる。

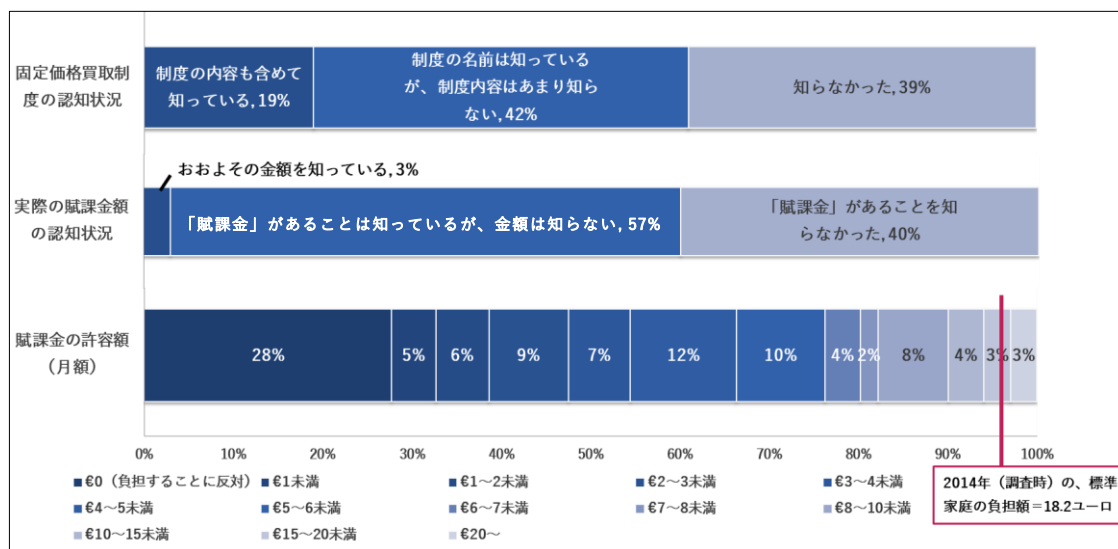


図10・ドイツ国民の固定価格買取制度についての認知度

ちなみにこの環境省委託調査では、日本人に対しても同様の質問がされている。2014年度の日本の標準家庭における負担額が月額195円であった²⁵のに対し、許容金額を200円未満としたのは62%であった。この負担額は2019年度には767円(年間9,204円)になると試算されている²⁶が、2019年実施の別の調査で「年間でどのくらいの金額まで許容できるか」という質問に対する回答は「年間1,200円(月100円)未満」(47%)、「年間6,000円(月500円)未満」(40%)が多い結果」だったと発表されている²⁷。

²³ Clean Energy Wire [ウェブサイト](#)

²⁴ 環境省ウェブサイト「平成26年度2050年再生可能エネルギー等分散型エネルギー普及可能性検証検討委託業務報告書・参考資料2 日本・英国・ドイツの消費者の再生可能エネルギーに対する意識やエネルギー消費実態等に関するアンケート集計結果」

²⁵ 資源エネルギー庁ウェブサイト・[スペシャルコンテンツ「再エネのコストを考える」](#)

²⁶ 経済産業省ウェブサイト「FIT制度における2019年度以降の買取価格・賦課金単価等を決定しました」

²⁷ [2019年5月28日トレンド総研レポート](#)より

4. 日本の現状とドイツとの相違

①ドイツの「地の利」

本稿の冒頭で、日本とドイツとの間には一定の類似性が見いだせる旨を述べた。しかし、電力供給システムという観点で見たとき、両国には非常に重要で大きな相違がある。日本が島国であるのに対し、ドイツはヨーロッパのほぼ中心に位置し、周辺9か国と国境を接する大陸国であるという点である。

ヨーロッパは大陸として面的な広がりがあり、人口100万人を超える都市が（すなわち電力需要が）分散して存在している。また冷却水や燃料輸送に利用できる大川が存在することなどから、火力や原子力発電所を内陸にも立地することが可能である。こうした諸条件のもとで、ヨーロッパの電力系統は、国境を越えて「網の目」状に発展した。このような電力系統は電力潮流の管理が難しいのが短所であるが、複数地点間の電力のやりとりを柔軟に行いやすい。この長所のおかげで、風力・太陽光発電の変動は国境を越えた大きな電力系統全体のなかで吸収させることができる。つまり、ドイツが再エネ発電を大量導入できたのは、ヨーロッパのほぼ中心にあって、電力系統を通じて周辺国と支え合えるという地の利があったからこそである²⁸。たとえば図11は2019年6月における、ドイツの電力輸出入バランスを示すグラフである。時々刻々他国と電力のやりとりを繰り返して、需給の均衡を維持している様子が見て取れる。

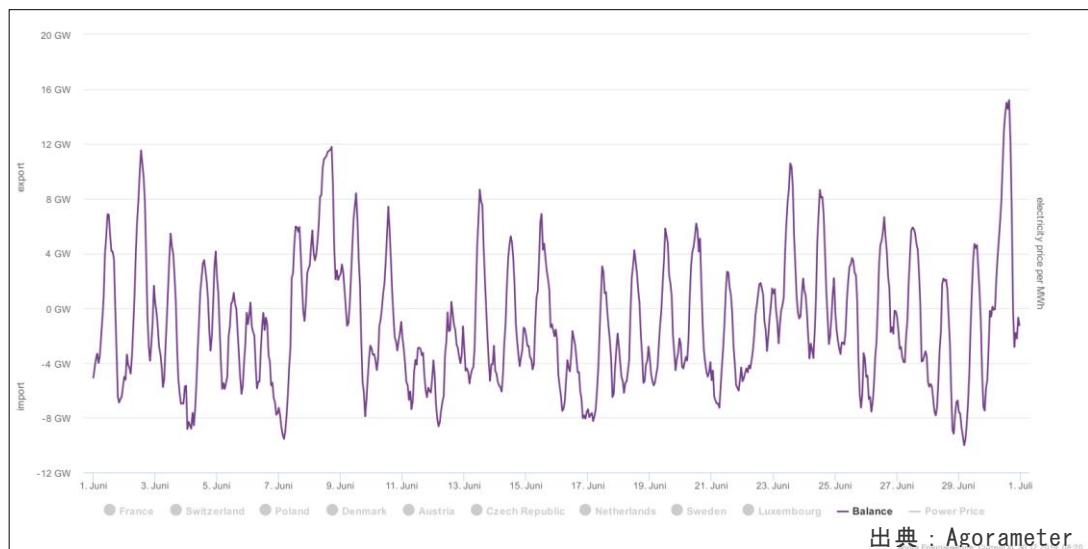


図11・ドイツの電力輸出入バランス（2019年6月）

²⁸ ドイツの経済研究機関 ZEW のある研究者は、「近隣諸国がなければ **Energiewende** はすでに頓挫していたか、少なくとももともとずっと厄介な状況になっていただろう」、「要するに、ヨーロッパの中心に位置するということは、ドイツは自由に使える巨大な蓄電池を、他国の電力網という形で持っているということだ」と述べている（[リンク](#)）。

なお、「ドイツが原子力を廃止できるのは、電気が不足しても原子力国フランスから電力を輸入できるからだ」との見方と、それに対して「ドイツは電力が輸出超過になるほど潤沢にある、つまりフランスの原子力に頼って脱原発をしているのではない」との反論がある。確かにドイツは電力の輸出量が輸入量を上回る純輸出国ではあるが、電力の需要量と供給量はどの一瞬においても一致させておくことが必要なので、単に年間の輸出入バランスを見るだけでは不十分である。図 12 はドイツにおける太陽光・風力の発電量と、フランスと間の電力輸出入量との関係を示す²⁹のものであり、ここから、ドイツの再エネ発電の出力変動は、一部がフランス側で吸収されていることがわかる。だからと言ってドイツがフランスの原子力に頼り切っているかのようにいうのは正しくないが、原子力発電を含むフランスの（そして石炭火力なども含むその他周辺国の）電力システムとの協調によってドイツの電力供給の安定性が維持されていることも確かであり、輸出するほど電力が豊富なのだから他国の助けを必要としていない、というのもいい過ぎである。

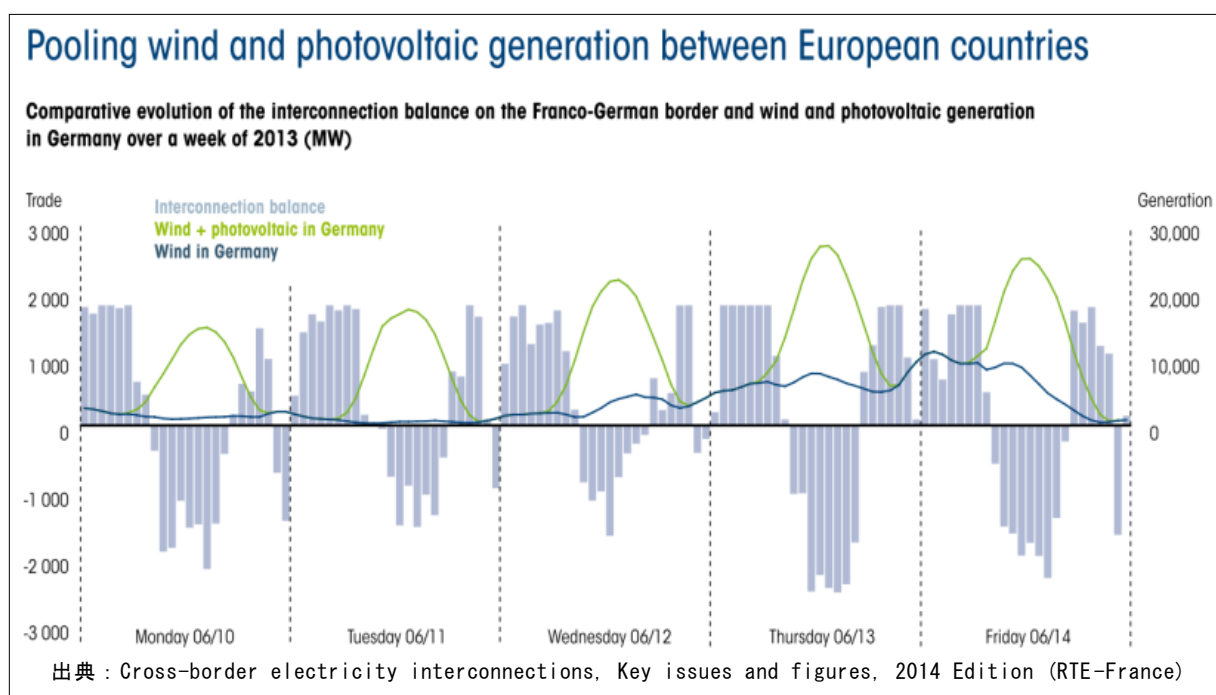


図 12・ドイツフランス間の電力輸出入バランス（2013 年 6 月 10～14 日）

²⁹ 輸出入量を示す左軸と発電電力量の右軸とではスケールが 10 倍異なることに注意されたい。

②日本の電力系統の特徴

大きなネットワークの一部であるドイツの電力系統とは異なり、島国である日本の系統は他国から独立している³⁰のみならず、歴史的経緯から、国内も東西で 50Hz 地域と 60Hz 地域とに大きく分かれている。さらに、戦後の 9 電力会社による地域独占体制のもとで送電系統も地域ごとに発展し、それが細長い国土に沿って順に並ぶような形になっている。地域ごとの送電系統を「お団子」に見立て、それらが串でつながっているイメージから「串型」といわれる。この構造は電力潮流の管理がしやすく、事故が波及・拡大するのを防止するには有利だが、変動の大きい風力・太陽光発電を大量に受け入れるのは苦手である。

とはいえ、日本においても、電力システムの広域的運用による経済性の追求や大規模災害時等における電力供給支障リスクの低減、そして風力・太陽光など自然変動電源の導入促進を目指して、地域間連系線の強化が進められている。ただし、そのコストは非常に大きい。例えば、国の「電力システム改革専門委員会」の下に設置された「地域間連系線等の強化に関するマスタープラン研究会」の報告（2012 年）によれば、風況のよい北海道と東北の風力発電ポテンシャルをフルに活用し、さらに北海道の大規模太陽光発電も受け入れるためには、両地域「内」の送電網増強に計 2,700 億円程度、両地域「間」の連系線増強に 9,000 億円程度、合計 1 兆 1,700 億円程度が必要と試算されている。

一方で、蓄電池を組み込んだ分散型システムや需要側に働きかけるデマンドレスポンス、デジタル技術を活用した次世代型ネットワークなど、従来の電力システムの弱点を克服する新たな技術・システムが現在さまざまに構想されている。これらの進展度合いも勘案しつつ、今後、電力需要の大きな伸びが期待できない³¹中で、どの程度の費用を投じてどの程度まで電力系統を増強するのが適正か、その見極めが非常に重要である。

③日本のエネルギー安全保障

日本のエネルギー自給率は 11.6%で OECD 加盟 36 か国中の 35 位と際立って低く、その改善は、長年にわたって日本のエネルギー政策の大きな目標である。現在のエネルギー基本計画は、再エネの導入促進や原子力発電所の再稼働を通じて、自

³⁰ イギリスも島国であるが、大陸とはフランス、オランダ、ベルギーで接続されており、今後も新たにノルウェーと接続、またフランスとの間の増強を予定している。国内電力の輸入比率は 2018 年 10%程度、2030 年頃には 15%程度となる見込み。（Updated Energy and Emissions Projections 2018、Department for Business, Energy & Industrial Strategy）

³¹ 電力広域的運営推進機関がとりまとめた 2019 年度の供給計画では、今後 10 年間の需要電力量について、年平均 0.1%の「減少」と見通している。

給率を 2030 年度には 24%にするとしている。しかし、これが達成されてもなお、日本のエネルギー自給率は相当に低い（図 13）。

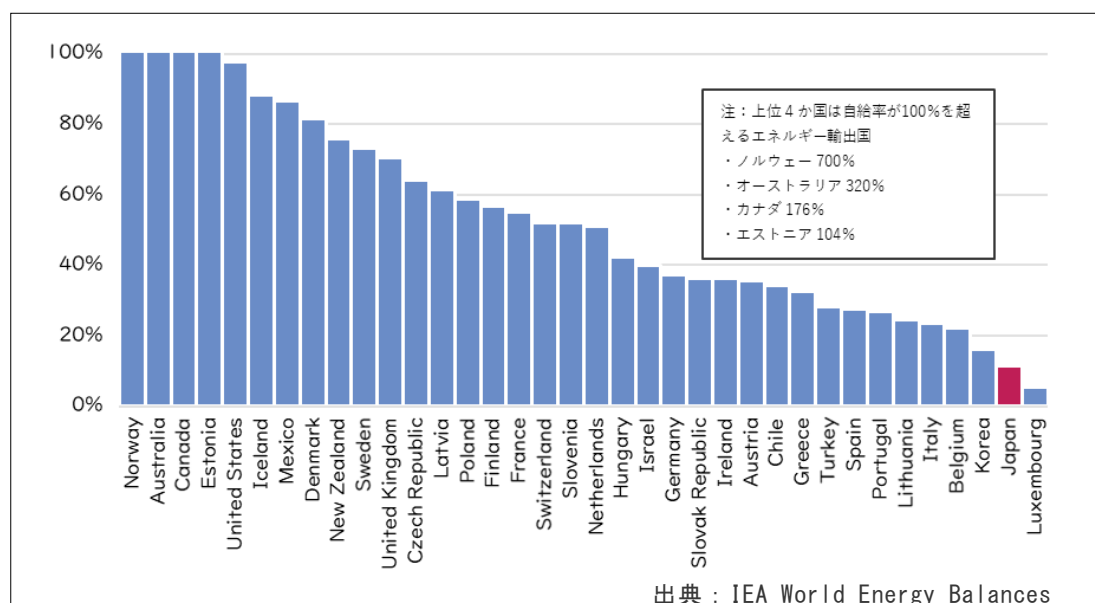


図 13・OECD 加盟国のエネルギー自給率

このような現実を踏まえ、日本はほかにも、エネルギー資源産出国との関係強化や上流権益確保、燃料備蓄、省エネルギー、インフラ強靱化など、エネルギー安全保障確保に向けた多方面の取り組みを行っている。特定のエネルギーや国・地域に過度に依存せず、多様化、分散化を図ることも非常に有効な手段である。その意味で、石油とは異なり、世界に広く賦存し政治的に安定している国でも生産量が多い石炭を選択肢として残しておくことは、エネルギー自給率の低い日本にとっては格別の重要性がある³²。

④電気料金の上昇

日本でもドイツと同様に、固定価格買取制度が導入されて以来、国民負担となる賦課金が年々増加し続けている。2012 年の制度導入時の賦課金は電気料金の 1%程度であったが、2018 年度実績では産業用・業務用電力で 15%、家庭用は 11%にまでなっている³³。賦課金総額は 2017 年度で 2 兆円を超え、これは概ね消費税 1%に相当する³⁴にもかかわらず、この間、水力を含む再エネ発電の比率は、10.4%から 16.0%へわずか 5.6%しか増加していない。日本の再エネ導入目標は 2030 年度

³² 多様なエネルギー源の選択肢を持つことは、売り手との交渉を有利に進めるうえでも必要である。東日本大震災後の火力発電需要の高止まりという状況で、LNG 価格に「ジャパンプレミアム」が上乗せされたことが当時の経常収支の赤字につながったといわれている。

³³ 経済産業省 第 46 回 調達価格等算定委員会 資料 1

³⁴ [日経 xTECH、2018 年 9 月 6 日記事](#)より

で 22～24%であるから、賦課金は今後さらに増加する。これに原子力発電所の再稼働の遅れが重なったり、性急に脱石炭を進めたりした場合には、電気料金の一層の上昇は避けられないだろう。

図 14 は、可処分所得と電気代支出の比率を年収水準別に整理したものである。電気代負担は低所得世帯ほど相対的に大きく、しかも高所得世帯との差が年々開いている。電気料金にこのような逆進性があることに留意が必要である。

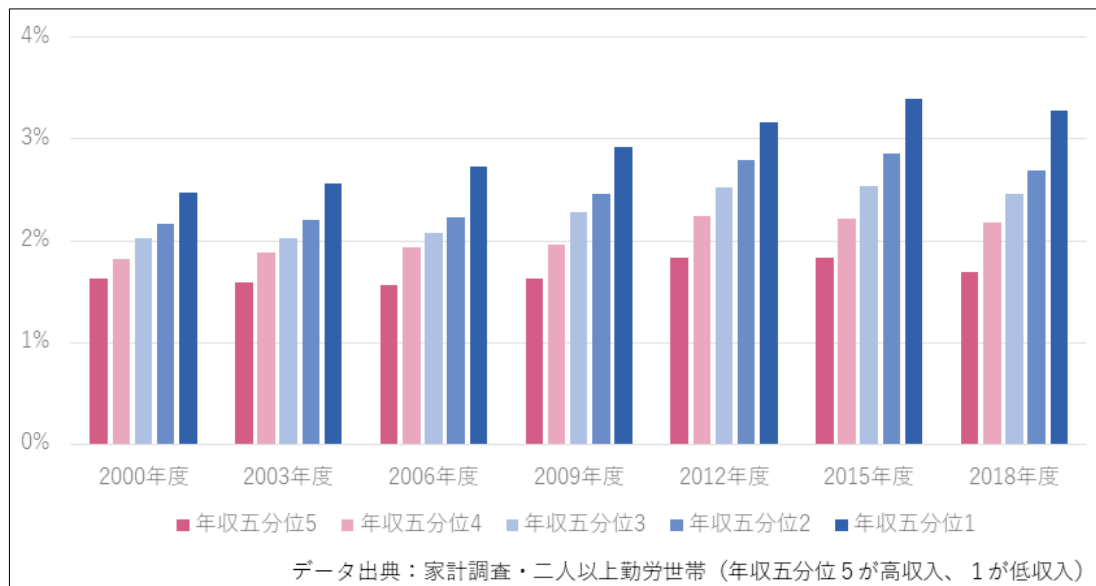


図 14・可処分所得に占める電気代比率

電気料金の上昇は電力消費を抑制する効果があるが、それがそのまま CO₂ 削減に比例的に結びつくわけではない。CO₂ の排出源は火力発電所だけではないからである。環境省³⁵が 2017 年 3 月に公表した「長期低炭素ビジョン」は、日本が 2050 年までの GHG 80%削減を実現するうえで、「徹底した省エネ、再エネ等の活用による電力の低炭素化の最大限の推進とともに、電化・低炭素燃料への利用転換が対策の柱」と述べている。電化、すなわち化石燃料の直接燃焼を減らして電気利用の割合を増やすことが有効なのである。もし性急な「電力の低炭素化の最大限の推進」によって電気料金が他のエネルギーに比して高くなれば、電化は進まず、せっかくの電力低炭素化もその効果を十分に発揮できない。

図 15 と 16 はそれぞれ、日本とドイツ、イギリス、フランスの家庭用電気料金³⁶および電化率³⁷の推移を示すグラフである。相対的に電気料金が安定している日本

³⁵ 正確には「環境省 中央環境審議会 地球環境部会」

³⁶ 本来は家庭用、産業用それぞれの電気料金と電化率とを対比すべきだが、資料の制約から、電気料金については家庭用で代表させることとした。

³⁷ ここでの「電化率」とは電力消費量を最終エネルギー消費量で除したもの。

やフランスの電化率は、概ね一貫して上昇傾向にある。しかし、電気料金の上昇が大きく 2000 年代半ばには 1985 年比で 3 倍以上になったドイツ、イギリス両国では、同じ頃から電化率が頭打ちないしは下降傾向を見せている。先述のとおり、ドイツでは再エネ電力の導入拡大が順調であるにもかかわらず、CO₂削減は計画どおりに進んでいない。そのひとつの要因として電化の停滞も考えられ、そしてそれは電力料金の高騰によって引き起こされている可能性がある。日本はこうした先行事例をよく研究して、同じ轍を踏まないように慎重に政策立案、制度設計をすることが求められる。

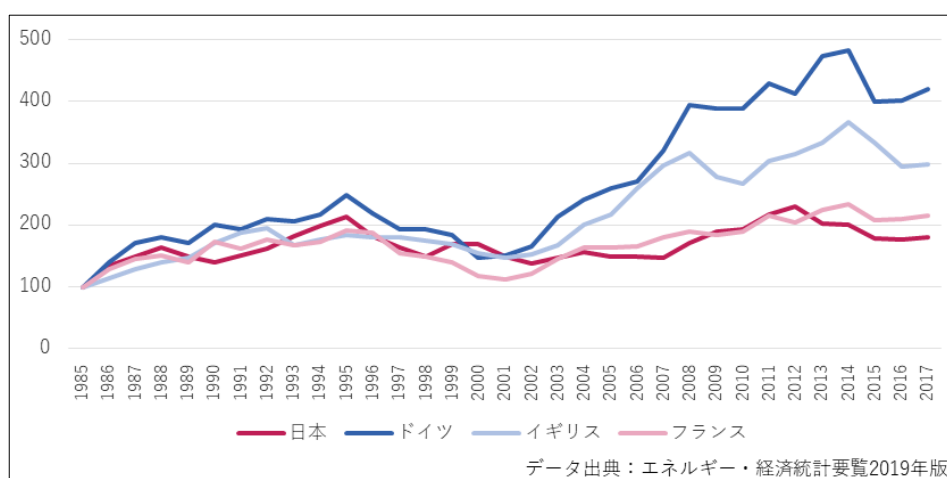


図 15・家庭用電気料金の推移（1985 年=100）

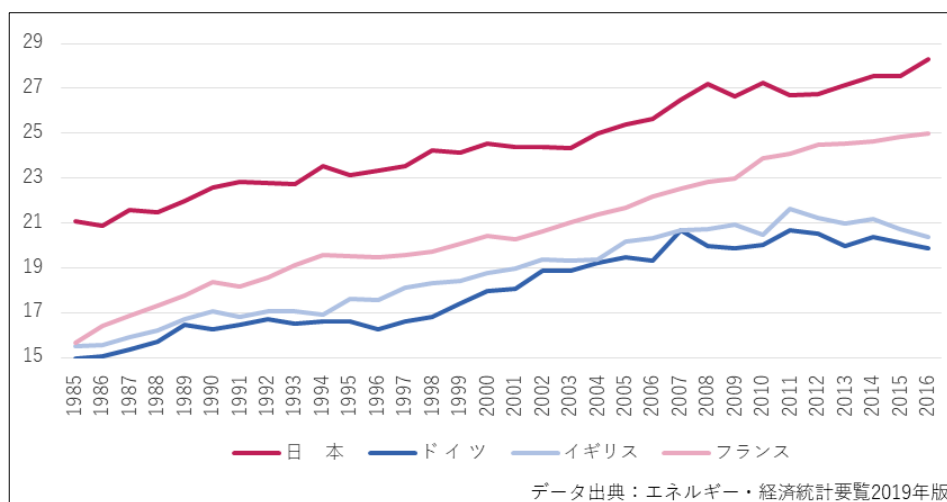


図 16・電化率の推移

5. まとめ

Energiewende に邁進するドイツは再エネ導入などに成果を上げている一方で、電気料金の高騰やエネルギー安全保障上の懸念、そして脱石炭政策に伴う雇用問題などの負の影響にも直面している。だがドイツには大陸国としての地の利があり、

EU を牽引する経済は堅調で高負担への耐性もあり、そして **Energiewende** に対する国民の支持は厚い。

日本についてはどうか。再エネ導入に関しては、ドイツと同じような道を進むのであれば、おそらくドイツ以上の高コストとその副作用、そして長い時間を覚悟する必要があるだろう。石炭については CO₂ 排出量の相対的な多さから、そしてほぼその 1 点のみを理由として、強い逆風が吹いている。だがエネルギー自給率が諸外国と比べて際立って低い日本にとって、石炭が持つエネルギー安全保障上のメリットは大きく、電気料金の抑制にも役立つ。これを拙速に放棄するような余裕は、今の日本にはまだないのではないか。

原子力について、ドイツは 2010 年の「エネルギーコンセプト」の中で、「3つの E」同時達成のためには過渡的なエネルギーとして必要なもの、と位置付けたが、福島第一原子力発電所の事故からわずか 3 日でこの考えを捨て去った。これが英断であったか早計であったか、その判断は歴史の審判を待たねばならない。ただ少なくとも現状でいえるのは、これによってドイツは原子力リスクを下げることに引き換えに、電気料金の高騰や CO₂ 削減の鈍化を招き、またエネルギーの外国依存度を高めた、ということである。**Energiewende** にも陽のあたる面とその陰とがあるし、国土や既存インフラなど、前提条件に彼我の違いもある。日本はこれらをしっかりと念頭に置き、冷静にその教訓を学び取っていかなければならない。