

〈ドイツ〉

ドイツのエネルギー転換から学ぶ： 制度改革と市場設計の課題と展望

Learning from Germany's Energiewende : Challenges and Prospects
of Policy Reform and Market Design

西村健佑*

1. はじめに

日本では再生可能エネルギー（以下、再エネ）の導入が着実に進む一方で、市場設計や制度運用の面では課題が多く、模索が続いている。とりわけ電力価格の高騰、系統制約、需給調整力の確保など、制度と技術が交錯する領域での課題が顕著になっており、再エネ推進に陰りが見える。ただし、こうした課題は日本に限った話ではなく、アメリカやドイツでも政権交代によって再エネに対する逆風が吹いているといわれる。このように再エネを取り巻く政治状況は常に変動するが、再エネ普及の流れそのものは不可逆であり、再び成長機会が訪れる可能性は高いとみるし、準備をする必要があるだろう。

本稿では、ドイツやEUの制度分析・コンサルティングに従事する筆者の経験をもとに、ドイツの制度の変遷と電力市場の変遷を紹介する。まず、ドイツのエネルギー転換（Energiewende）の概要を示し、次に電力部門での再エネ促進に関わる再エネ法（EEG）の制度転換、市場2.0設計思想、再給電指令（Redispatch）改革、系統整備、価格抑制策などの主要トピックを取り上げる。そして個人的に注目している太陽光発電技術を紹介し、最後に日独の簡

単な比較と読者への示唆をまとめる。

2. エネルギー転換と再生可能エネルギー

ドイツでエネルギー転換という単語が最初に使われたのは1980年の石油ショック時であり、当初は省エネと同義で使われていた。

現在ではエネルギー転換の意味は拡大され、①2045年までにエネルギー由来の温室効果ガス排出をゼロにする（脱炭素）、②原子力発電を利用しないこと（脱原発）、が重要である。

実現に向けた取り組みの柱は電力・熱・交通分野での省エネ、電化を伴うエネルギー効率の向上、再エネの普及の3つである。しかし、成功したと言えるのは電力における再エネ導入やLED導入などのエネルギー効率向上の一部に限定される。熱と交通の電化や脱炭素化は遅れており、建物の断熱などの省エネ施策も十分な成果を上げていない。

このようにドイツのエネルギー転換は成功分野と課題分野が明確であり、失敗が成功の足かせとなっている。次項からは、成功を収めている電力分野の再エネ導入について詳述する。

3. ドイツの再エネ制度変遷と課題

3.1 再エネ法の進化：FITから市場プレミアムへ

2000年制定のEEGは、FIT（固定価格買取制度）により再エネ導入を加速させた。2010年以降、太陽光発電設備の価格低下に伴い設置が急増し、同年だけで7.5GWが増設された。2014年には再エネ賦課金が6セント/kWhを超え、社会問題となった。

この対応として2012年に市場プレミアム制度（FIP）が選択制で導入され、2014年には500kW超の新設設備にFIPと市場販売を義務付け、2017

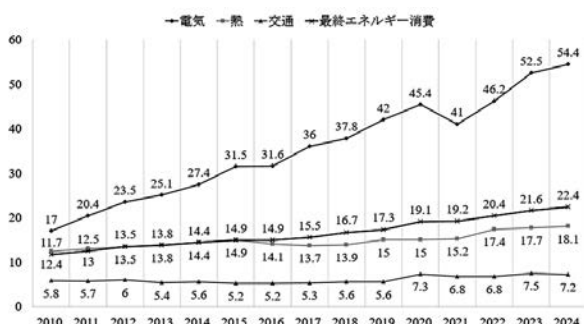


図1：ドイツのエネルギーに占める再エネ比率

* 有限会社 Umwerlin 代表（ドイツ・ベルリン在住）

年には閾値が100kWに引き下げられた。買取価格の引き下げのため、価格設定は入札制度に一本化された。FIPでは再エネ発電事業者に固定価格の代わりに市場価格との差額を市場プレミアムとして支援し、支援総額は発電電力量ではなく販売量で決まる点が固定価格で全量を買取るFITと異なる。

短期間で大きな制度改革は再エネ導入量の減少を招き、いわゆる太陽光バブルが弾けた。また市民エネルギー組合を含む中小事業者には出力の予測義務や取引コストが新たな負担となり、入札では大規模事業者がほとんどを落札するなどの市場集中リスクも顕在化した。他方で再エネ賦課金は2017年に6.88セントでピークを迎え、再エネ発電電力量を増やしながらも一般電力消費者の負担増加は収束した。

3.2 電力市場 2.0 の核心

FIPは再エネを電力市場に統合する取り組みであったが、電力市場が大規模集約型を基礎とする旧来の制度では統合はうまくいかない。この課題を解消するため、2016年施行の電力市場法は、再エネ主力化時代に適した「電力市場 2.0」を規定した。

電力市場 2.0 の特徴は容量市場を設けず、電力を取引する市場（EOM）の強化を目指した点である。そのために市場価格に上限を設けず、需要逼迫時の高騰を許容し、投資シグナルと柔軟性調達を市場に委ねることを企図した。他方で停止予定の石炭・ガス火力発電所などを緊急時のみ起動する「予備力」として確保し、安定供給に必要な容量は維持した。

この制度の要は①balancingグループの需給バランス責任の厳格化と②自由価格形成である。ドイツでは、発電側と需要家側を統合した1つのbalancingグループを形成する。そしてインバランス発生時には最大9,999ユーロ/MWhのインバランスコストが課されるため、小売・発電事業者は長期契約、先物市場、DR、蓄電池などあらゆる手段で調整力を確保することが推奨された。

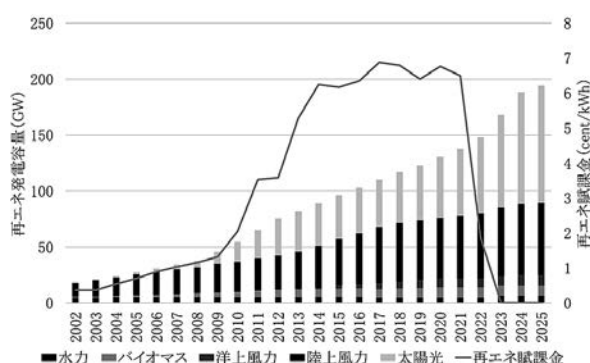


図2：ドイツの再エネ発電容量と賦課金の推移

「市場競争を壊さず最小限だけ公的介入する」選択は、変動する再エネを電力市場と系統に統合し、ベースロード電源から電源・需要家両方が柔軟性を持つシステムに転換していくために理論上不可欠なものであった。

しかし、電力市場 2.0 の中間評価は失敗である。メルケル政権時にエネルギー転換に不可欠な系統近代化が遅れたために価格シグナルが十分に機能せず、柔軟性設備への投資が停滞した結果、柔軟性の低いベースロード電源を退出させ、柔軟性の高いガス火力、蓄電池の導入を促すことができなかった。

3.3 Redispatch 2.0 と分散電源統合の実務

再エネ主力化が進む一方、系統の近代化の遅れによる系統混雑と出力抑制が増加したため、電力小売価格は上昇を続けた。そこで系統対策コスト抑制のために2021年10月にRedispatch 2.0が導入された。Redispatchとは、系統の混雑状況に合わせて系統運営者が発電設備に給電量を指示することである。電力系統が不足するドイツでは市場取引の結果と系統状況が一致せず、特に再エネが豊富な北部で電力余剰、需要が大きい南部で電力不足が起りやすい。そのため、北では電源の出力抑制、南では電源の炊きまし指示が出される。旧来のRedispatch1.0では再エネ電源は指令対象外だったが（ただし法的には別枠で再エネ出力抑制も行われた）、2.0では指令対象が10 MW 級以上の火力80基から100 kW 超の再エネ・CHP6万基へ拡大され、再エネのシステム統合が本格化した。将来的にはEVや小型蓄電池、ヒートポンプなどの小規模設備も対象になることが計画されており、今はRedispatch3.0実証が行われている。

しかし、4TSOと約900DSOのデータ連携、小規模設備の接続情報遅延や遠隔制御未対応、設備数が急激に増えることによる指令の透明性の課題は完全には解決されていない。

加えて高騰する電力料金に苦勞する産業需要家などは追加の投資コストを忌避し、改革に消極的である。

3.4 電力価格ブレーキと送電網整備：価格とインフラの両面支援

不十分なエネルギー転換による電力価格高騰とロシアの安い化石燃料への依存はエネルギーシステムの脆弱性を高めた。それが発露したのが2022年のロシアによるウクライナ侵攻である。

3.4.1 価格ショックへの防護策：電力価格ブレーキ

2022年のガス供給ショックで電力先物は一時700ユーロ/MWhを超えた。政府は負担低減のため2023年3月から1年間電力価格ブレーキを実施した。家庭・小口需要家は電力消費の80%分につき40セント/kWh、産業は70%分を13セント/kWhを負担上限とし、差額を国庫が充当する仕組みである。市場への直接介入はせず、支援範囲を超える20%（産業需要家は30%）は通常価格とすることで、節電インセンティブを残した点が特徴だ。

財源は税金と再エネ電源の超過利潤を徴収して充てた。FIPを利用する再エネ事業者は卸市場価格が支援価格を超えていれば収益をそのまま受け取ることができるため、電力卸価格高騰によってFIPの想定を上回る利益（超過利潤）をあげていた。これを消費者に還元し、経済価値を可能な限り国内で循環させることを狙ったのである。

3.4.2 加速する系統近代化

系統対策コストを原因とする電力価格高騰の対策に送電系統整備がある。送電系統は立地地域の経済メリットが小さく受容性の課題があり、メルケル政権は送電系統整備を進めてこなかったが、緑の党のハベック経済大臣はこれを見直した。

連邦政府が許認可を出す必要がある系統は9,600kmある。2023年1月時点で333kmだった許認可済み区間は2025年5月時点で3,700kmを超え、今年末までに4,380kmが許可される見込みである。2025年末までに412km、2030年には4,516kmが開通見通しである。

同時に、スマートメーター再ロールアウト法によって配電系統のデジタル化も進められ、100kW以下の設備も遠隔制御を通じて系統安定に貢献する。

ドイツのスマートメーター普及率は数%で、欧州

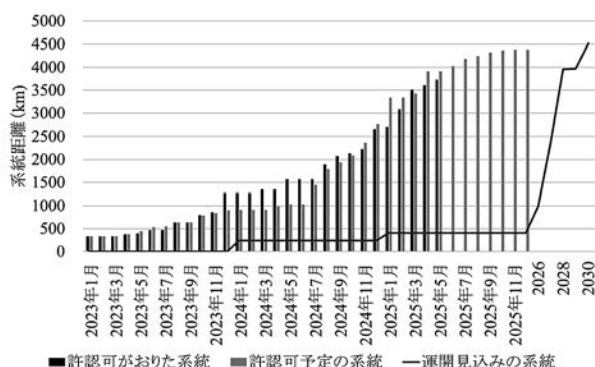


図3：ドイツ国内の送電系統整備の状況

の中でも最も低い部類である。歴史的に個人情報漏洩への懸念が強いためメルケル政権が時間をかけすぎたのだ。再ロールアウトではメリットを整備することで普及を加速させる。

3.4.3 新しいビジネスモデル

制度改正で新しいビジネスが生まれつつある。太陽光発電設備、蓄電池、ヒートポンプ、EV充電器などのリース、販売を行うEnpalは、独自の仮想発電所（VPP）を構築しつつある。VPPとは小規模分散型設備をデジタル技術で連係（アグリゲート）し、仮想的に1つのエネルギーマネジメントシステムのように扱う技術だ。

彼らのVPPは時間前市場で引き渡し5分前まで電力を取引して顧客のコストを最適化し、系統は再エネの余剰電力をより多く吸収できる。2024年に10MWhの蓄電池容量で開始したが、数年内に数GWhという高い目標を掲げ、Sonnenの250MWhを追い越す勢いだ。

ドイツ政府は今年から時間帯別託送費を選択制で導入した。電力余剰で卸価格が安い時間帯の購入コストを下げ、PV・蓄電池を用いて安い電気を使うことが、系統安定に貢献する仕組みだ。

発電側ではEEGの支援を受ける新設電源は、卸価格がマイナスのときは即座に支援が停止されるように変更された。これまではマイナス価格が4時間など一定時間続いた場合のみ支払いが停止されるようになっていたが、今後は即座に停止される。これまで再エネ発電事業者はマイナス価格、つまりお金を払って電力を引き取って貰う場合でも支援を加算すれば利益が出る場合が多かったが、今後は赤字になる。既存設備も支援額を上乗せして、移行を促す。

3.4.4 価格・制度・インフラの三層統合の難しさ

ドイツは再エネ電源を増やす一方で、再エネの特性を活用する価格決定メカニズム、それを可能にするインフラ整備、蓄電池のように充放電可能な技術を系統に統合する制度設計が遅れてきたため、電気代が高止まりし、安い時間の電気をうまく使う仕組みが弱かった。元来保守的なドイツにおいて変化に消極的な層にメルケルが配慮してきた結果だ。

しかしウクライナ戦争で深刻化したエネルギー価格高騰で政策転換を余儀なくされた。今は「短期の価格安定」と「長期のエネルギーシステムの近代化」を同じ政策パッケージで運用し、市場機能を保ったまま社会的受容性を管理し、長期的に電力供給の自立・安定と、熱と交通の電化を推進している。その

中核を担うのが再エネである。

これらの制度改革を行った中道左派、環境政党、右派自由経済重視の三党連合は、債務ブレーキによって変革予算を確保できず、党派の違いを乗り越えられずに瓦解した。2025年5月に復活した中道右派と中道左派による連立政権は経済再生路線である。また極端な自由主義を掲げ、親露、極右と評価されることもある AfD の台頭も化石燃料と原発への回帰の声を強める。EU も原発を支援することを決めた、グリーン水素は高コストで大量生産は困難という課題が認知され始めた。今後数年の変化は大きくなるだろう。念の為書いておくドイツのエネルギー転換推進派は水素への期待は過剰であると訴えてきた。むしろ水素に過剰に期待していたのは合成液体燃料、水素暖房などの技術中立な政策を訴え、内燃機関技術と化石燃料の延命を支持する層だろう。

新政権は今のところ再エネを重視した前政権の政策の多くを踏襲する方針である。緑の党の経済大臣が進めた長期のエネルギーシステム近代化の成果が出るのはまだ先になるが、新政権が政治の安定を保証できれば Enpal のような新しい技術で価格、制度、インフラを大きく変える企業もでてくるだろう。

4. 営農型・水上・自然共生型、ベランダソーラー

ドイツではこれまで FIT に最適化するため、太陽光パネルの設置方向や角度が画一的であり、太陽光の出力が一定の時間に集中する課題がある。EEG は最大 20MW だったが、支援なしの 20MW を超える太陽光設備では、面積当たりの収益最大化のため、農地や自然を転用して開発することも増えてきた。

こうした課題を軽減するため、EEG でも特別枠を設けて営農型、水上、湿地などの自然共生型太陽光の実証、商用化が進められている。

営農型の特徴は土地の二重利用によって農地の減少を最小化しつつ農家の収益向上が図れることである。自然共生型は、地上設置太陽光が実は生物多様性の向上に貢献するという近年の科学的知見を活かした開発である。ドイツは日本に比べて乾燥しており、気候変動による渇水は湿地などへの負荷が大きい。そこで、太陽光パネルで地中の水分蒸発を抑制し、湿地の生態系を維持する。共生型の太陽光設備は荒れ地のような複雑な生態系維持にも利用可能である。

さらに Next2Sun のように、従来の南向きから東西方向に垂直に設置する事例や、一軸追尾式で農業



図 4-1：大規模農業向け垂直太陽光



図 4-2：一軸追尾式の営農型太陽光モジュール
(著者撮影)

や冬季の発電を最適化できる事例も増えてつつある。

これまで、太陽光設備は比較的裕福な家庭が導入し、コストは賃貸に住む低所得層も負担するという課題があった。手軽に設置できる 800W のベランダソーラーは、5～10 万円で購入でき 5 年以内に投資回収ができる。そのため、数年で普及が拡大しており、今年 6 月には累計で 100 万基を超える設備が設置された。

5. 日本への示唆：日独比較と若手への言葉

日本とドイツはいずれも脱炭素を掲げながら、安定供給とコスト負担の両立に苦慮している。似通っているのは、再エネ電源建設と並行して進めるべき施策のちぐはぐさだ。ドイツは前政権がこれを進め

ようとしたが、債務ブレーキに阻まれた。メルケル政権はそもそも手を付けなかった。新政権は債務ブレーキ解除で資金を確保し、経済のために化石燃料回帰を進めながらも再エネ活用に向けたシステム改革を進めようとしている。

両国にとって重要なことはエネルギー転換の理論を知ることだと思う。エネルギー転換はエコで左翼のイデオロギーではなく、学際的な研究に基づくシステム理論であることを認め、理解を深めることが重要だろう。

私は仕事柄アカデミアとビジネスの橋渡しとなるような実証や初期のビジネスを調査し、それがどのように制度に活かされるか、殺されるかを見てきている。

自身の経験を踏まえ、日本の SNS には理論を軽視する投稿が散見され、大規模集中型を土台とした過去の踏襲という「現実」こそが正しいという意見が特に強い力を持っているように感じる時がある。ところが、日本のエネルギー業界に従事する方と話をする、再エネ普及を通じて日本に貢献したいという意思を持っているが理論武装が弱いのかかもしれない、と全く違う感想を抱くことも多い。状況の改善には現場と世論と理論をつなぐサイエンスコミュニケーターのような人材を育成する必要があるだろう。

私はドイツで SINTEG のようなエネルギー転換の理論を制度化する実証を数多く調査してきたし、ビジネス化された事例を尋ねて回ってきた。その中で理論通りに制度化されない場面も多々見てきた。しかし理論は無意味ではない。むしろ行き詰まった時ほど理論に立ち返るべきだ。日本の方と話していると、「理論はいいから成功のノウハウを」、「役に立たない理論より成功例を」と聞かれることもあるが、理論抜きに制度を移植することは困難だ（ただし特定のビジネスモデルを小規模に輸入することは可能だ）。FIT の失敗を見ればよいだろう。

若い読者諸氏には、「制度の中の現場／現場の中

の制度」を往復する視点を持つてほしい。繰り返しになるが、そうした視点を持つために欠かせないのが理論である。技術・事業・規制が交差する再エネ主力化フェーズでは、電源、インフラ、消費者を行き来できるブリッジ人材が不可欠である。日本独自の条件を踏まえたエネルギー転換にぜひとも挑戦してもらいたい。

参考文献

- BDEW. 「BDEW-Strompreisanalyse Mai 2025」. BDEW, 2025年. <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-strompreisanalyse/>.
- Bundesnetzagentur. 「Netzausbau - Prognose zum Stromnetzausbau」, 2025 年. <https://www.netzausbau.de/Vorhaben/uebersicht/prognose/de.html>.
- CDU, CSU と SPD. 「Koalitionsvertrag 2025」, 2025 年. <https://www.koalitionsvertrag2025.de/>.
- 西村健佑. 「No.209 ドイツにおける容量メカニズムの議論 (1)」. 京都大学大学院 経済学研究科 再生可能エネルギー経済学講座, 2020 年. http://www.econ.kyoto-u.ac.jp/renewable_energy/.
- . 「No.344 ドイツのエネルギー危機渦中の議論 (2)」. 京都大学大学院 経済学研究科 再生可能エネルギー経済学講座, 2022 年. http://www.econ.kyoto-u.ac.jp/renewable_energy/.

著者略歴



西村 健佑（ニシムラ ケンスケ）

ドイツと欧州を中心に制度、市場調査を手掛ける有限会社 Umwerlin 代表。2009 年ベルリン自由大学環境政策研究所環境学修士。2021 年より成蹊学園サステナビリティ教育研究センター客員フェロー。特にエネルギー分野に関する調査を得意とする。