

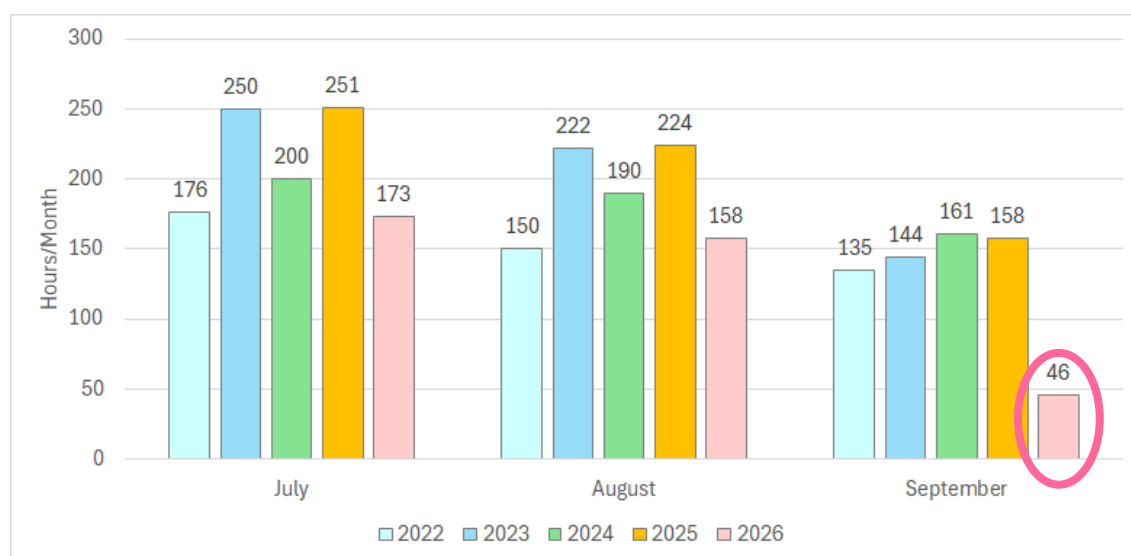
2026 年 10 月 23 日

## 変動性再エネの長期出力低下に備えた供給力確保の在り方 ～ダンケルフラウテへの対応と既設火力の戦略的予備力としての活用～

一般財団法人日本エネルギー経済研究所  
電力ユニット 電力グループマネージャー 研究主幹  
大西 健一

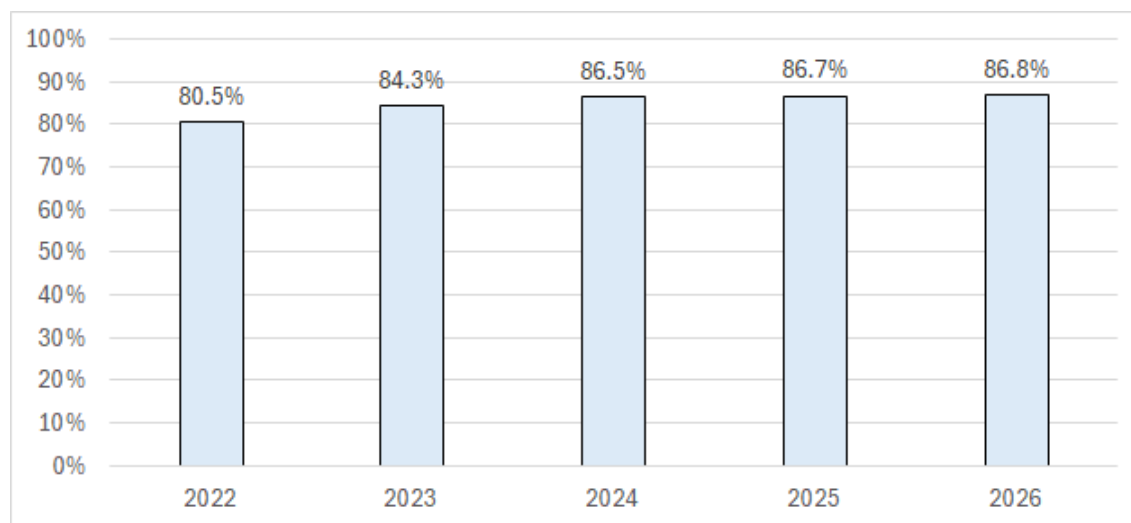
近年、我が国では太陽光発電や風力発電を中心とする変動性再エネ電源の導入が進んでいる。これらの電源は気象条件によって発電量が大きく変動するため、導入量の増加に伴い、長期間にわたって発電量が低下する場合の供給力確保が重要な課題となる。2026 年 9 月には、東京都心で雨天や曇天が続く時期があり、日照時間が平年と比べて大幅に減少し、太陽光発電に適した日射条件が十分に確保されなかった（図-1 参照）。ただし、この時期は夏季の電力需要のピークを過ぎしており、太陽光発電の出力低下が直ちに深刻な需給ひっ迫につながったわけではない（図-2 参照）。もっとも、同様の気象条件が冷暖房需要の大きい時期に発生し、広い地域で太陽光発電や風力発電の出力が同時に低下した場合には、供給力の確保が難しくなる可能性がある。今後、変動性再エネ電源の導入がさらに拡大することを踏まえれば、こうした長期的な出力低下への対応をあらかじめ検討しておく必要がある。

図-1 東京における 2022 年から 2026 年にかけての 7～9 月の月別日照時間の比較



〔出所〕 IEEJ 作成 based on Japan Meteorological Agency (JMA). (n.d.). Download historical weather data. Retrieved October 17, 2026, from <https://www.data.jma.go.jp/risk/obsdl/index.php>.

図-2 東京エリアの 9 月における日別電力使用率実績の平均値（2022～2026 年）



〔注〕使用率実績は、当日の最大電力実績をピーク時供給力で除して算出した値であり、供給可能な電力に対する最大需要の割合を示す。使用率が高いほど、電力需給がひっ迫していることを意味する。

〔出所〕IEEJ 作成 based on TEPCO Power Grid, Inc. (n.d.). 最大電力実績カレンダー(東京エリア). 2026 年 10 月 18 日取得, <https://www.tepco.co.jp/forecast/html/calendar-j.html>.

変動性再エネ電源の長期的な出力低下は、欧州では「ダンケルフラウテ (Dunkelflaute)」として知られている。これは、日照が少なく風も弱い気象条件が継続し、太陽光発電と風力発電の出力が同時に低下する現象である。ドイツ連邦ネットワーク庁 (Bundesnetzagentur) は、風力・太陽光発電の合計出力が設備容量の 15% 未満となる状態が 48 時間以上継続する場合をダンケルフラウテと定義している<sup>1</sup>。欧州では冬季に暖房需要が増加する一方、日照時間が短く、広域的に風力発電の出力が低下することもあるため、こうした現象が電力需給に大きな影響を及ぼす可能性がある。

実際、2024 年 11 月および 12 月には、ドイツおよびその周辺地域において、風力・太陽光発電の出力が同時に大幅に低下するダンケルフラウテが複数回発生し、電力需給のひっ迫と卸電力価格の高騰を招いた<sup>2</sup>。ドイツでは、2024 年 11～12 月の計 1,464 時間のうち 35 時間 (約 2.4%) で前日市場価格が 300 ユーロ/MWh (約 54 円/kWh) を超え、そのうち 34 時間が 11 月 5～7 日および 12 月 11～12 日に集中した。また、同期間の最高価格は 936 ユーロ/MWh (約 168 円/kWh) に達した<sup>3</sup>。2025 年 10 月に公表されたドイツ連邦ネットワーク庁と連邦カルテル庁の共同調査によれば、2024 年 11 月 6 日および 12 月 12 日の価格高騰時には、市場で利用可能な褐炭火力と一

<sup>1</sup> Bundesnetzagentur & Bundeskartellamt. (2025). Results of the investigation into price peaks in short-term electricity trading in November and December 2024. [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Aktuelles/Strompreis/Preisspitzen\\_Untersuchung\\_e.html?nn=666514](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Aktuelles/Strompreis/Preisspitzen_Untersuchung_e.html?nn=666514)

“Based on historical generation time series, the Bundesnetzagentur defines dunkelflaute periods as situations in which the generating capacity of wind and PV installations is continuously less than 15% of their installed capacity over a period of at least 48 hours.”

<sup>2</sup> International Energy Agency (IEA). (2025). Supply. In Electricity 2025. Retrieved October 22, 2026, from <https://www.iea.org/reports/electricity-2025/supply>

<sup>3</sup> Bundesnetzagentur & Bundeskartellamt. (2025)

般炭火力がほぼ全面的に稼働し、不足する再エネ電源の発電量を補った<sup>4</sup>。これらの期間に停電が発生したわけではなく、必要な供給力は確保されていたものの、火力発電などの調整可能な電源が電力の安定供給に不可欠な役割を果たしたことが確認できる。

こうした問題は、変動性再エネ電源の導入拡大に伴って一層重要になる。国際エネルギー機関（IEA）は、2025 年に公表した『Electricity 2025』において、風力・太陽光発電の出力が同時に低下する期間への対応には、調整可能な電源、長時間エネルギー貯蔵設備、需要側の柔軟性、地域間連系線などが重要になると指摘している<sup>5</sup>。特に、気象条件による出力低下が数日以上継続する場合、短時間の需給変動への対応とは異なり、不足する電力量そのものを長期間にわたって補う必要がある。さらに、気候変動が将来の風況、日射条件、電力需要の季節的変動に与える影響には不確実性があるため、過去の気象実績だけではなく、複数の厳しい気象条件を想定した供給力の評価が求められる。

このような長期的な供給力不足への対応策として注目されているのが、長時間エネルギー貯蔵設備（LDES：Long-Duration Energy Storage）である。LDES には、揚水発電、レドックスフロー電池、圧縮空気エネルギー貯蔵、熱エネルギー貯蔵、水素を利用した貯蔵など、さまざまな技術がある。これらはエネルギーを長期間貯蔵することで、変動性再エネ電源の出力変動への対応能力を高めることが期待される。しかし、現時点では技術ごとに商用化の進展度や設備費用、立地条件が大きく異なり、数日から数週間の電力不足に対応できる大規模な設備を経済的に導入することは依然として課題である。さらに、LDES については、貯蔵容量だけでなく、貯蔵するエネルギーをどのように確保するかという問題がある。LDES はエネルギーを貯蔵して必要な時期に供給する設備であり、それ自体が一次エネルギーを生み出すものではない。このため、変動性再エネ電源の出力低下が長期化し、再充電に利用できる電力が不足する場合には、貯蔵したエネルギーを使い切った後の供給継続が困難になる可能性がある。したがって、LDES は今後の有力な対策の一つであるものの、現段階ではそれだけに依存するのではなく、燃料を備蓄することで長期間にわたって発電を継続できる電源との組み合わせが必要と考えられる。

こうした観点から、既設の石炭火力等を戦略的予備力として活用することが一つの選択肢となる。石炭火力は脱炭素化の流れの中で休廃止が進む方向にあるが、燃料を発電所構内などに備蓄できるため、必要な燃料在庫を維持していれば、天然ガスの追加調達や再エネの回復を待たずに一定期間の発電を継続できるという特徴がある。特に、年間の稼働時間が短く、通常の卸電力市場での収益だけでは設備を維持することが難しい既設の石炭火力等を非常時の供給力として確保することは重要である。

ドイツでは、こうした考え方に関連する制度として、戦略的予備力に相当する容量予備力（Kapazitätsreserve）や、送電系統の安定運用を目的とする系統予備力（Netzreserve）が設けられている。両者は目的や発動条件が異なるが、通常の電力市場とは別に発電設備を確保する仕組み

---

<sup>4</sup> Bundesnetzagentur & Bundeskartellamt. (2025)

<sup>5</sup> International Energy Agency (IEA). (2025). Electricity 2025: Analysis and Forecast to 2027. International Energy Agency. Retrieved October 17, 2026, from <https://iea.blob.core.windows.net/assets/6b1447c8-1dee-41da-ab6b-5e87ae015351/Electricity2025.pdf>

“Having sufficient (low-emissions) dispatchable capacity and long-duration storage, among other flexibility options such as demand-side flexibility and interconnections, is important to effectively manage such periods.”

である。特に系統予備力では、市場から退出した石炭火力などを維持し、必要な場合に系統運用者の指示によって稼働させることができる<sup>6</sup>。

他方、我が国では LNG 専焼火力の新設・リプレースが進められる予定であり、これらの電源は、ダンケルフ라우テによる変動性再エネ電源の長期的な出力低下に対応する上でも重要な役割を果たすと考えられる。しかし、LNG 火力は燃料の継続的な調達・輸送を前提とするため、地政学的な緊張や主要産ガス国の供給設備トラブル、海上輸送路の障害などによって LNG の追加調達が長期間困難となった場合には、燃料在庫の減少に伴い発電量が制限される可能性がある<sup>7</sup>。特に、ダンケルフ라우テによる再エネ出力低下が数週間にわたって継続する中で、こうした LNG 供給制約が同時に発生した場合には、電力の安定供給に深刻な影響を及ぼすおそれがある。

このような複合的な供給リスクへの備えとして、燃料を発電所構内などに備蓄できる既設石炭火力や石油火力を、戦略的予備力として活用することが一つの選択肢となる。こうした非常時の供給力確保に関連する制度として、我が国では既に予備電源制度が導入されている。ただし、現行制度では、休止電源を必要に応じて再稼働させることを基本としており、起動要請から数日以内に発電を開始できる状態を維持することは、明示的な共通要件とはなっていない。このため、今後の制度見直しに当たっては、技術的に対応可能な既設石炭火力や石油火力を対象に、起動要請から数日程度で発電を開始できる状態を維持するとともに、長期的な再エネ出力低下に備え、例えば 1 カ月程度にわたって所定の出力で継続的に発電できる燃料在庫の確保を要件とすることも考えられる。その際、需給ひっ迫リスクが高い季節に限定して短期間での起動能力を確保するなど、維持管理費用を抑制するための運用も考えられる。また、待機状態の維持や燃料備蓄に伴う追加費用については、適切に回収できる仕組みを整備する必要がある。

今後、変動性再エネ電源の導入拡大に伴い、ダンケルフ라우テのような長期的な出力低下への備えが一層重要となる。LDES や LNG 火力は有力な対応手段であるものの、長期間の電力不足や燃料供給制約が重なる場合には、十分に対応できない可能性がある。我が国では既に予備電源制度が導入され、既設石炭火力や石油火力を非常時の供給力として維持する仕組みが整備されているが、今後は長期的な再エネ出力低下と燃料供給制約が重なる事態も想定し、起動要請から数日以内に発電を開始できる状態の維持や、長期間の発電を可能とする燃料備蓄の確保など、制度要件の充実を検討することが重要である。

お問い合わせ: [report@tky.iej.or.jp](mailto:report@tky.iej.or.jp)

---

<sup>6</sup> Bundesnetzagentur. (2024). Confirmation of electricity grid reserve capacity requirements. Bundesnetzagentur. Retrieved October 17, 2026, from

[https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2024/20240430\\_Netzreserve\\_Pb.html](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2024/20240430_Netzreserve_Pb.html)

“Old coal-fired power plants are no longer needed for the supply of electricity on the market. They are only used for a few hours in exceptional situations when necessary to stabilise network operations.”

<sup>7</sup> 資源エネルギー庁. (2021). 電力需給及び市場価格の動向について（第 29 回総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会 資料 4-1）. 2026 年 10 月 18 日取得,

[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/denryoku\\_gas/pdf/029\\_04\\_01.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/pdf/029_04_01.pdf)