



iea wind

Task
25

変動性電源
大量導入時の
エネルギーシステムの
設計と運用

風力発電と系統増強

風力発電の大量導入のためには、通常、送電網への投資が必要となります。風力発電に対応するための新たな送電網への投資が必要かどうかは、風力発電所の立地や既存の送電網の強靭性や特性に依存します。送電網の増強は電力系統全体に便益をもたらすため、通常、コストは単一の発電所や電源に割り当てられることはありません。

風力発電にはどのくらいの新規送電設備の投資が必要か？

一般に新規に発電所を設置する場合、既存の送電網に接続するために新たな送電線が必要になります。小規模な風力発電所は低圧の配電網に、大規模な風力発電所は高圧の送電網に接続されます。

風力発電のための新たな系統投資の必要性は、風力発電所の場所と既存の系統の強度と特性に依存します。既存の送電線の増強は、新たな発電所からの新たな電力が増えることに対応するために必要な場合があります。しかし、需要側で消費電力が増えても、既存の系統を強化する必要性もあります。

図1および図2の中国やドイツの事例のように、風力発電は通常、立地と需要が離れているため、一般に従来型電源よりも多くの送電線を必要とします。

風力発電によって送電網の更新が必要となるか？

新しい風力発電所によって、既存の送電網(または配電網)を流れる潮流(電力の流れ)が変わることになります。

潮流の方向が変化し、その結果、送配電損失が増えたり減ったりする可能性があります。また、風力発電によって送電隘路(ボトルネック)や送電混雑(訳注: 実潮流が運用容量を超えること)が増えたり減ったりする可能性もあります。こういったことは、電力系統の運用において当然考慮しなければならないことです。ボトルネックの増加により、送電線の増強が必要になる場合もあります。



図 1. 中国の風力発電の建設で新たな送電線が必要になった例。消費の少ない中国北部に大規模な風力発電所が計画されている。電力を大規模需要地に輸送するために、超高压送電線が計画されている。(出典: SGERI).

別の手段として、**動的線路定格(DLR)**といった既存の送電線容量でも利用を増やす方法(訳注: 送電線の温度や電流などをリアルタイムで計測することにより、安全性を保ちながら従来の運用容量以上の潮流を許容する運用方法)や、**フレキシブル交流送電系統(FACTS)**(訳注: 電力網における送電能力の限界を解消するための、パワーエレクトロニクス機器および静止型コントローラの総称。代表的なものに無効電力補償装置などがある)のような付加的な装置に投資するなど、系統運用を支援するための代替手段や、より費用対効果の高い方法で十分な場合があります。

ある時間帯の電力収支

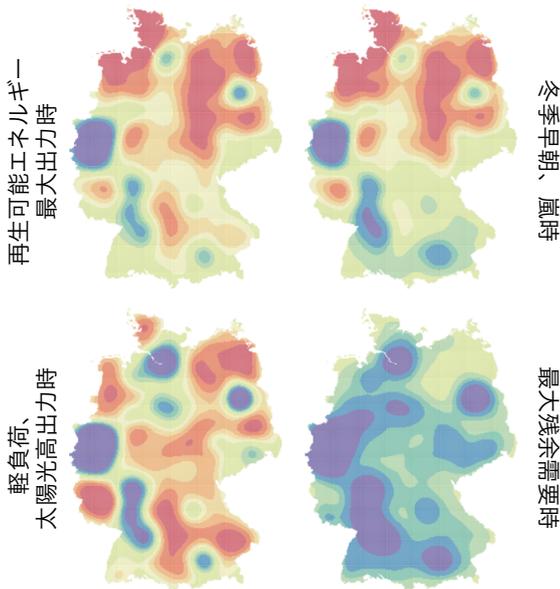


図2. ドイツでは、風力発電は北部で急速に増加しており、電力余剰の状況(図中赤色)を生み出している。電力消費は主に南部で行われ、従来型発電所の一部は廃止される予定である。こうした状況は電力不足(図中緑色)を拡大させ、南北間の送電の増強が必要になる。
(出典: German TSOs).

送電網は風力発電のコストをどれくらい押し上げるか？

送電線が建設されると、その送電線は電力システムに統合され、必要に応じて既存のすべての送電線に電力が流れるため、システム全体に便益があります。このため、送電コストは通常、特定の発電所や電源に割り当てられることはありません(訳注: 通常、電源線は発電事業者が負担する)。送電線増強プロジェクトは、エネルギー市場の統合(IEM: integration of energy market)、エネルギー安定供給の確保(SoS: Security of Supply)、新たな再生可能エネルギーによる電源(RES: Renewable Energy Source)と消費との統合、といった目的を果たします(図3)。それらのプロジェクトの経済的価値は、予想される将来シナリオに応じて変化します。

風力発電の系統コストの配分に関する数多くの研究では、投資に妥当性があることが明らかにされています。全体として、送電に係るコストは消費者のエネルギー価格全体のごく一部に過ぎません。

太陽光発電は、多くの場合、風力発電とは異なり、より分散して建設されます。しかし、大規模な太陽光発電所が電力システムに接続されている場合には、風力発電と同じことが当てはまります。ここでは、風力と太陽光では日毎・季節毎のパターンが異なるため、送電計画の相乗効果が期待できることに注意するとよいでしょう。

参考文献

- Holtinen, H. et al. (2019). **Design and operation of power systems with large amounts of wind power.** Final summary report, IEA WIND Task 25, Phase four 2015–2017. <https://community.ieawind.org/task25/ourlibrary>
- Smith, J.C. et al. (2013). **Transmission planning for wind energy in the United States and Europe: status and prospects.** WIREs Energy and Environment, 2, 1–13. <https://doi.org/10.1002/wene.8>
- ENTSO-E (2018). **Ten Year Network Development Plan (TYNDP).** <https://tyndp.entsoe.eu/tyndp2018/>

ファクトシートについて

このファクトシートは、18ヶ国間の共同研究であるIEA Wind Task 25 (国際エネルギー機関風力エネルギー技術協力プログラム第25部会)の取り組みを基に作成されています。この部会の発足時のビジョンは、世界中の電力システムの中で経済的に実現可能な形で風力発電のシェアを増加するための情報を提供することでした。IEA Wind Task 25はその後、風力発電や太陽光発電が電力システム・エネルギーシステムに与える影響を分析・評価するための方法論を更に進展させることに注力しています。

本翻訳書は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「風力発電等技術研究開発/風力発電高度実用化研究開発/風車運用高度化技術研究開発」事業の一環として、IEA Wind国内委員会の承認のもと作成されたものです。翻訳: 京都大学特任教授 安田 陽

以下のウェブサイト(英語)も参照下さい。
<https://community.ieawind.org/task25>

- 下記のファクトシートもご覧ください。
- No.1 「風力・太陽光発電の系統連系」
 - No.2 「風力・太陽光発電大量導入時の需給調整」
 - No.6 「風力・太陽光発電の系統安定度への影響」

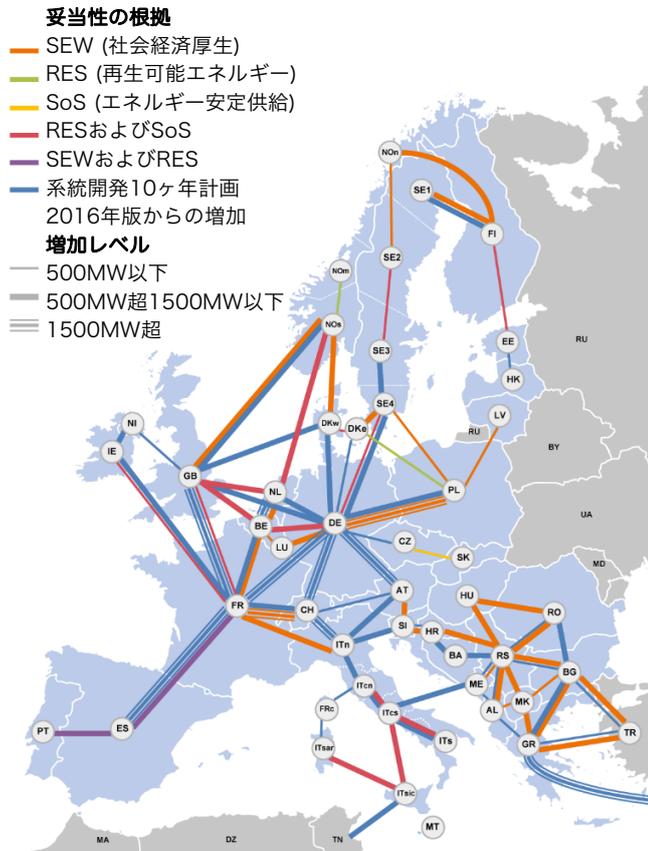


図3. 系統増強の必要性に関する欧州全体の分析。緑色の線路は、建設の妥当性が主に再生可能エネルギーによるものであることを示す。
(出典: ENTSO-E TYNDP, 2018, scenario for year 2040 called Global Climate Action).