



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・太陽光発電大量導入時の 電力システムの需給調整

電力システムの運用のひとつに、瞬時瞬時の需給バランスを取ることが挙げられます。需給調整は、いくつかの発電所の出力を調整することによって行われます。風力・太陽光発電の導入によって、より多くの不確実性や変動性が電力システム内に発生し、需給調整の必要性が高まります。一方、風力発電所や太陽光発電所は、デマンドサイドマネジメントや蓄電池といった選択肢と共に、需給調整能力を提供することも可能です。

## 電力システムではどのように需給調整するか？

発電は通常、1日前に計画されます。発電計画では、1時間ごと（訳注：30分ごと、あるいはそれ以下の場合もある）の需要（消費電力）を満たすのに十分な容量を確保しています。これは、運転計画を求められてから実供給までに数時間を要する発電所があることを考慮して、負荷に見合う十分な発電所を電力システムに準備することを意味します。

需要の動きがより正確に分かっている場合には、実供給時間に近づくにつれて発電所の出力レベルを微調整することが可能です（訳注：時間前市場などを通じて調整が可能）。

需給のバランスが取れている場合、電力システムの周波数は公称周波数（50または60Hz）にほぼ一致します。需要よりも供給が多い場合や少ない場合には、周波数が増減します。秒単位や分単位で需要と供給のバランスを取り周波数を維持するためには、十分な柔軟性（発電出力や需要の消費電力を変更できる能力）が利用可能である必要があります。

電力システムはシステム全体で需給バランスが取られています。これは、すべての需要と風力・太陽光を含むすべての発電所からの分単位での変動性と不確実性が組み合わされている、ということの意味です。システム全体の需要と供給のトータルの需給の不一致（ネットインバランス）のみが調整力を用いて修正されます。

実供給時の需給調整は、運転予備力によって行われます（訳注：システム運用者が需給調整市場などを通じて予備力を調達し、給電指令する）。現在、予備力は、需給

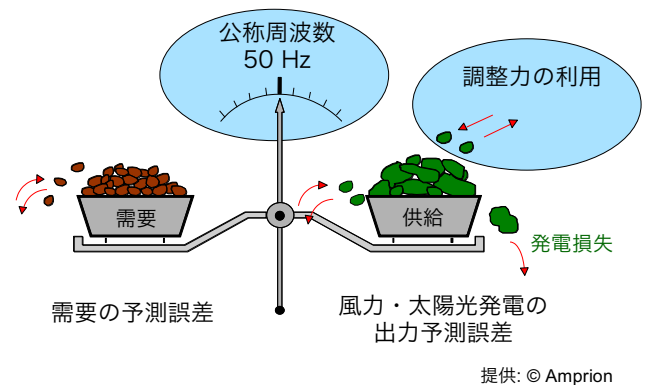


図1. 電力システムの周波数を維持することは、リアルタイムで発電と需要のバランスを取ることを意味する。

調整の必要性に応じて出力レベルを迅速に調整できる発電所によって提供されています（図1）。将来的には、風力発電所や太陽光発電所だけでなく、需要やエネルギー貯蔵装置からも、より多くの需給調整ができるようになるでしょう。

## 風力・太陽光エネルギーの変動性と予測誤差を管理するには？

風力・太陽光発電が増加すると、運転予備力だけでなく、他の発電所の運転計画にも影響を与えます（図2）。

一般に、風力・太陽光発電の出力の増減は、前日における出力予測の段階で見ることができ、このことは他の発電所の運用計画に影響を与えます。

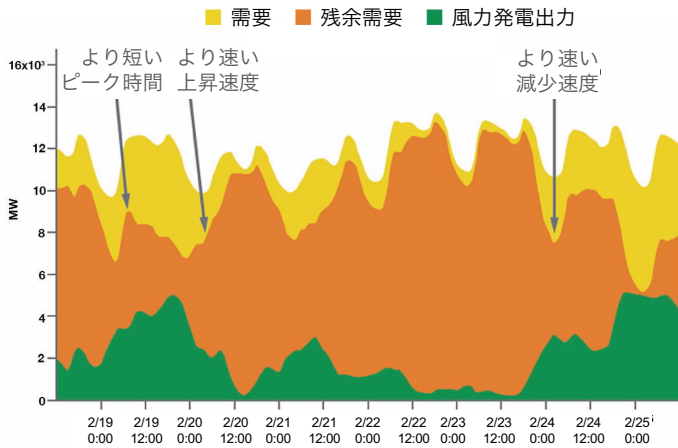


図2. 風力発電がどのように需要と従来型電源の発電を変化させるかの事例。(訳注:「残余需要」は需要から風力・太陽光発電出力を引いたもの)  
(出典: 21st Century Power Partnership 2014).

予期せぬ変動や予測誤差については、運転予備力に対応します。予備力は、電力系統全体のインバランス量に応じて使われます(図3)。需要の変動と風力・太陽光発電の出力は相殺されることが多く、一方で、風力発電や太陽光発電が増えると、応動する予備力が増えることもあります。

### 風力や太陽光のシェアが増大したとき、電力系統の需給調整のための柔軟性をどのように確保するか？

多くの場合、従来型電源からは、現在利用されているレベルものよりも多くの柔軟性を得られることができます。これは前日断面でも実供給時間にも共通します。しかし、電力系統における風力・太陽光発電のシェアが大きくなることを見越した場合、柔軟性を更に向上させることは、重要な検討事項となるでしょう。

柔軟性の向上によって、需給調整に利用可能な選択肢が増えるため、電力系統の運用コストを削減することができます。連系線(エリア間の電力取引)を利用して、隣接エリアと柔軟性を共有することができます。風力発電所や太陽光発電所は、他の選択肢がない場合、迅速な応答も可能です(訳注: 出力抑制のこと)。もう一つの柔軟性の供給源は、需要家側から提供されるもので、これはデマンドレスポンスと呼ばれています。運輸や熱利用などの他のエネルギー部門の電化(エレクトリフィケーション)によって、今日の電力消費の形態から更に柔軟性を持つ可能性のある新しい需要タイプがもたらされます。

柔軟性は電力系統の運用方法に影響されます。例えば、給電指令のインターバル(発電要求から実供給までの時間)をより短くしたり(訳注: 時間前市場の市場閉場時間の短時間化などを指す)、より実供給時間に近い直前の出力予測を提供することで、需給調整の必要性を減らすことができます。一般的に、より大きな需給調整エリアを運用することで、全体の変動性を減らし、より多くの柔軟性供給を共有することで、電力系統がより多くの風力・太陽光発電に対応できるようになります。

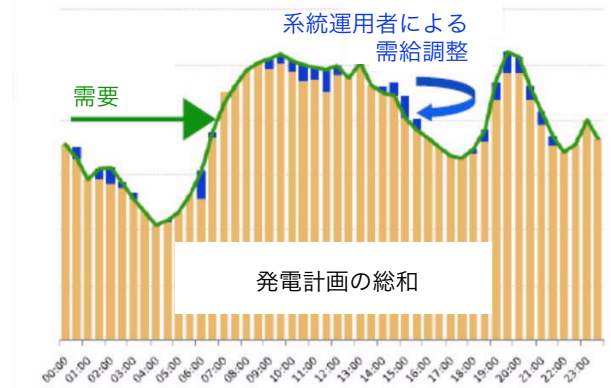


図3. 予想される需要に対応する発電計画は、通常、前日に行われる。ディスパッチは実供給時間に近づくにつれ微調整可能(訳注: 時間前市場などで調整が可能)。実供給時間では、数秒～数分の変動に追従するようにいくつかの発電所に自動応答や手動の給電指令することによって、運転予備力が需給のバランスを維持するために用いられる。  
(出典: RTE, the transmission system operator of France).

### 参考文献

- Holttinen, 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>
- IEA (2019). **Status of Power System Transformation 2019: Power system flexibility.** <https://www.iea.org/reports/status-of-power-system-transformation-2019>
- Greening the Grid (2015). **Sources of operational flexibility.** Fact sheet available at <https://greeningthegrid.org/Grid-Integration-Toolkit>
- 21st Century Power Partnership (2014). **Flexibility in 21st Century Power Systems.** <http://www.21stcenturypower.org/publications.cfm>

### 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、世界中の電力系統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系統・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下さい。
- No.1 「風力・太陽光発電の系統連系」
  - No.4 「電化(エレクトリフィケーション)」
  - No.7 「風力発電と電力貯蔵」
  - No.8 「風力発電と系統増強」
  - No.9 「風力発電大量導入時の変動性と予測可能性」