

電力需給運用における数値予報の活用と今後の期待

遠藤 隆 幸*

1. はじめに

私たちが普段使っている電気の使用量（電力需要）は天気によって左右され、その関係は大変深いといえる。寒ければ暖房、暑ければ冷房、雨天であれば日中でも照明をつけるといったことから、その影響は容易に想像できる。また、近年導入が拡大されている太陽光発電は、天気次第で出力（供給力）が変化し、晴天、雨天、曇天あるいはその具合により大きく変動する。

電力需給を安定、安価に運用するためには、需要の予測精度を高め、これに見合った最適な発電体制を整えることが重要である。そのためには、電力需要の予測精度を向上させることが必要であり、従来から数値予報を取り入れてきた。さらに、供給力側にも不確定な要素が高まってきたことから、同様に数値予報を取り入れてきているが、太陽光発電設備導入量拡大により、今後一層の予測精度向上に取り組んでいく必要がある。

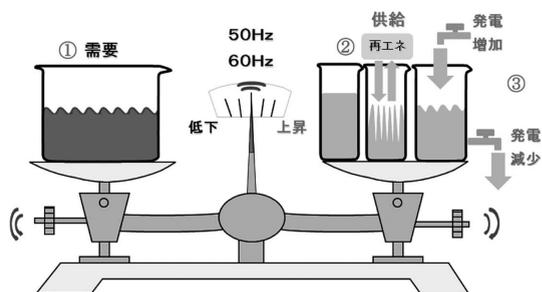
2. 電力需給運用における数値予報の活用状況

2.1 電力需給運用

電力は大量に貯めておくことができない「発電即消費」という特性があるため、電力需要に発電量を合わせなければならない。一例をあげれば、スイッチを入れた暖房の量に合わせて発電する必要があるということである。

電力会社の中央給電指令所では、24時間365日、

時々刻々変化する電力需要に合わせて発電機の出力をコントロールすることで周波数を適正な範囲に保っている。第1図の天秤は、電力需要と発電量のバランスをとることで、50ヘルツや60ヘルツの周波数を一定に保つことを示した概念図である（給電運用と気象情報調査専門委員会編2014；電気学会2018）。天秤の左には水が入ったビーカーが乗っているが、釣り合いをとるために右のビーカーにも同量の水を注ぐ必要がある。第1図では左のビーカーを電力需要に、右のビーカーを電力供給に見立てている。左のビーカー内の水（電力需要）は絶えず変化しコントロールすることができないため、右のビーカー内の水（電力供給）をコントロールする必要がある。左のビーカー内の水（電力需要）に対し右のビーカーの水が多ければ天秤は右に傾き（周波数は上昇し）、逆に少なければ天秤は左に傾く（周波数は低下する）。実態としては、電力需要が増加すると発電機に掛かる負荷（回転を止めようとするブレーキをイメージ）が増加し、発電機の回転数を維持するために必要な動力（軸動力）が増加する。ここで、発電機の軸出力（直結したタービンへの入力）



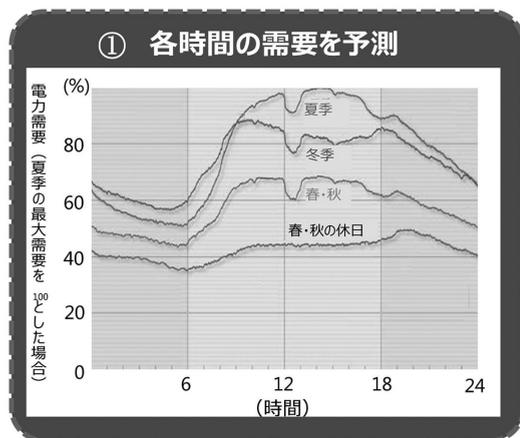
第1図 電力需要と発電量のバランスにより周波数を一定に保つことを示した概念図（給電運用と気象情報調査専門委員会編 2014）。

* 中部電力株式会社電力ネットワークカンパニー中央給電指令所。

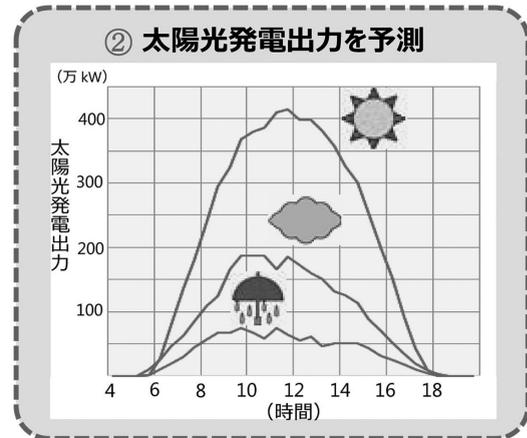
Endou.Takayuki@chuden.co.jp

—2017年12月14日受領—

—2018年5月30日受理—



第2図 季節別・平日日別の電力需要の日変化。



第3図 天候によって変動する太陽光発電出力。

火力であれば燃料)を増加しないと発電機は減速し回転数(周波数)は低下する。電力需要が減少した場合は、逆のプロセスで周波数は上昇する。時々刻々変動する需要①に対し、再生可能エネルギー供給力②の変動分も補う形で出力を調整できる発電機③をコントロールし、需要と供給のバランスをとることが周波数を一定に保つうえで重要である。このバランスが崩れれば周波数が変化し、さらに大きく乱れた場合は電力の品質悪化、さらに進展すると多くの発電機が停止し停電といった事態に発展する恐れがある¹¹。そうなら

ないよう、需要に合わせて調整できる発電機をどれだけ余裕をもって用意¹²しておくかが重要であり、その前提である「電力需要の予測や発電計画」が重要である。

ここで「数値予報」が重要な役割を果たす。

まず、電力需要であるが、時間や季節、人間の社会活動などにより大きく変化する。例えば、第2図において、春・秋の休日に比べ休日以外では人間の社会活動により日中の需要が大きく増加しており、昼の休憩時間には大きく減少している。また、春・秋に比べ冬季は午前中の低気温により暖房需要が増加し、夏季は午後の高気温により冷房需要が増加する。このように、空調や冷暖房などの影響を大きく受けるため、天候や気温およびその時間推移などの予測を電力需要の想定に活用する。また、想定した需要に合わせて発電機の運転を計画するが、天候によって出力が変動する太陽光発電など再生可能エネルギーを計画にどのように見込めばよいかという観点で日射量予測を活用している(第3図)。そして、天候によって出力が変動する再生可能エネルギーなどでは賄えない残りを需要に合わせて調整できる発電機の出力を増減させることで

¹¹ 周波数の乱れとは発電機の回転数の乱れであり、定格回転数を大きく外れた発電機の運転は機器の損傷につながる。このため、発電機は定格回転数が一定以上変動すると、自らを保護するために電力系統から切り離す(「解列」という)。例えば、発電機の故障や需要の急増などにより供給力が不足し周波数が一定以上下がった場合は、電力系統に連系している発電機は自らの保護のために電力系統から解列するが、これにより電力系統自体の供給は一層減少し周波数はさらに低下するため、連鎖的な発電機の解列を招き広範囲の停電に至ってしまう。このため、一定以上の周波数低下が検出された場合、一部の需要を電力系統から切り離し、(この一部の需要は停電するが電力系統全体としては)需要と供給のバランスを保つことで周波数を一定に保ち広範囲の停電を回避するようにしている。

¹² 供給力の多くを占める火力発電機は、停止状態から発電できる状態になるまで、数時間～半日程度の時間を要する。

¹³ 揚水式水力とは、水力発電機の上下に貯水池を有する発電所である。電気が必要な昼間帯などに上部の貯水池の水を下部の貯水池に下ろして発電し、需要が小さい深夜帯など電気に余裕がある時間に発電機を逆回転させ下部の貯水池から上部の貯水池に水をポンプアップする、すなわち電気を水の位置エネルギーの形に変え蓄電する発電方式である。

需要と供給のバランスを図る（第4図）。発電機の出力制御は、需要変化量が少ない時間においては電力系統に連系（「並列」という）している発電機の自動運転による場合がある。しかし、需要変化量が大きい時間帯においては、並列している発電機の出力変化だけでは需要変化量に追い付かず周波数を乱してしまう恐れがある。このようなケースでは、運転員の指示により出力変化速度が大きい水力発電機を並列するなどにより周波数を適正に保つ場合がある。なお、第2図～第4図における①～③は、第1図における①～③に対応している。

2.2 数値予報の必要性

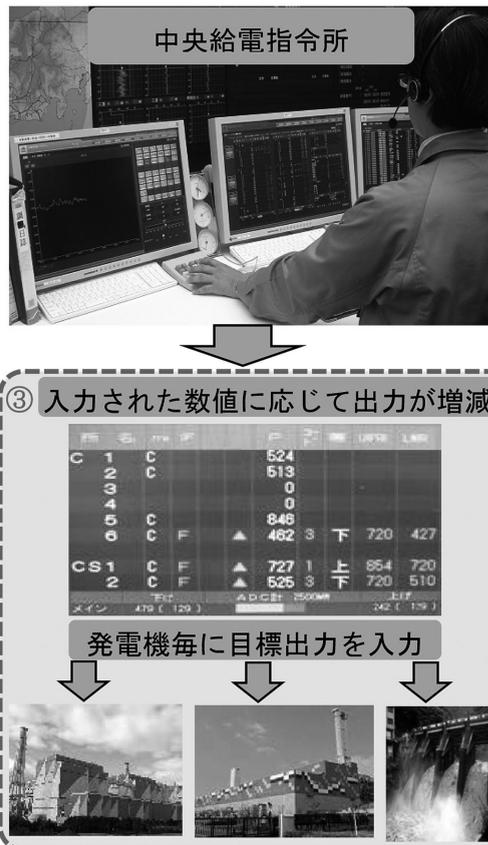
安定的にかつ安価に電力を届けるためには、想定した需要に合わせて、予め、適切な量の発電機を準備することが必要である。これは、想定された需要に対し、太陽光発電出力の予測値を当てはめ、残りの需要を他の発電機（火力や揚水式水力¹³）で補うための運転・停止を計画するということである。

中部電力エリアの愛知県を始め静岡（富士川以西）、三重、岐阜、長野の5県では、現在、設備量で700万kW程度の太陽光発電設備が導入されている。出力は太陽高度や天候によって左右されるが、昨年、最も出力が発生した時間で540万kWほどであった。これは、1年で最も電気の消費量が多い夏季の平日最大電力に対し1/4程度、最も電気の消費量が少ないゴールデンウィークにおいては5割程度に相当する。逆に、曇天時には、わずか数十万kWであった。この差は500万kW程度で大型の火力機で5台から6台分に相当する。

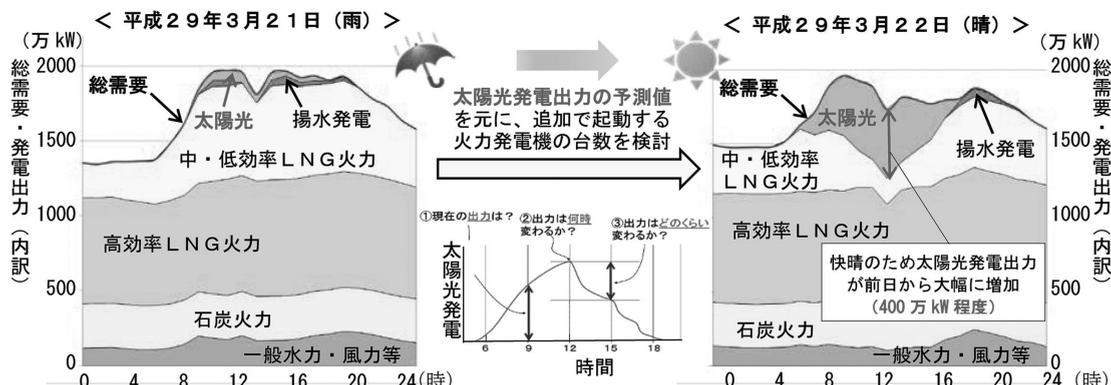
これらを組み合わせ瞬時瞬時の需要変動に対応する

ためには、通常、前日段階で発電計画を作成し、発電所に対し運転指令を行う必要がある。

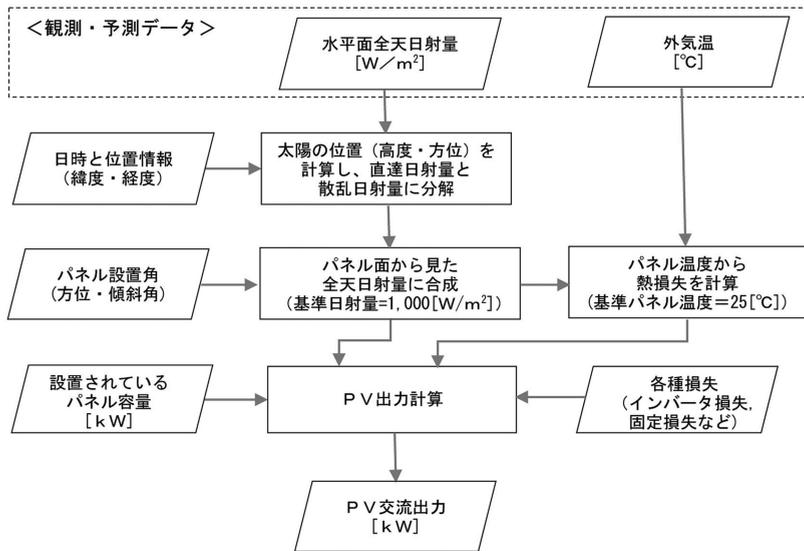
第5図は雨天と晴天での太陽光発電出力と中部電力



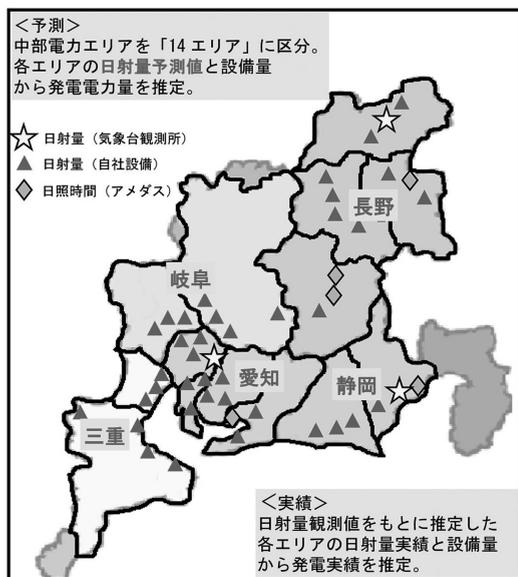
第4図 水力・火力などの出力調整可能な発電機で調整。



第5図 雨天と晴天の太陽光発電出力の差および総需要に占める割合。



第6図 日射量から太陽光発電 (PV) 出力を算出するモデル。



第7図 太陽光発電出力の算出方法。

エリアの総需要に占める割合を示している事例である。雨天では太陽光発電が最大でも100万 kW に満たない発電量だったが、翌日の快晴では太陽光発電は500万 kW 近い発電だったため、中・低効率 LNG (Liquefied Natural Gas: 液化天然ガス) 火力および高効率 LNG の一部を抑制することとなった。

この時、運転する発電機の台数を適切に行わないと

安定供給を損なう、あるいは不経済となる場合がある。このため、現在は数値予報を用いた太陽光発電の予測が不可欠となっている。

2.3 現状の数値予報 (精度) に関する課題

太陽光発電の出力は日射量予測をもとに算出している。日射量予測は、一日中快晴の場合や一日中強雨の場合などは的中する確率が高いが、その中間の天候の場合は雲の厚さや変化する時刻により日射量が変わるため実績と大きくかい離す

ることがある。

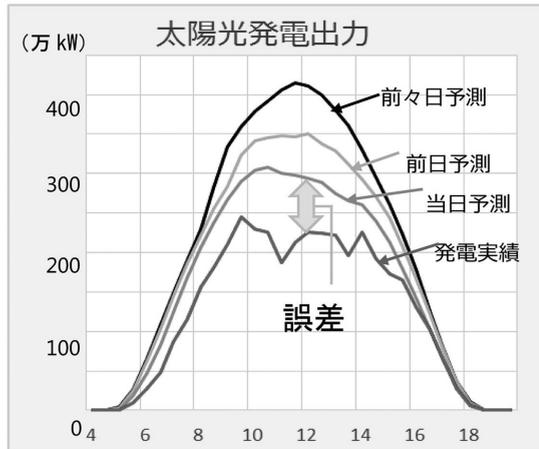
太陽光発電出力の予測値を実績が下回っても火力発電機などで十分に補うことができれば問題ないが、準備した発電機が足りない場合、電力需要と供給のバランスが崩れ電気の安定供給に支障をきたすこととなる。また、太陽光発電の出力実績が予測値を大きく上回った場合、準備した火力発電機は効率の悪い運転となるため不経済となる。

特に、太陽光発電の出力実績が予測値を下回った場合に備え追加して火力発電機を運転する場合、発電機によっては起動から運転までに半日程度の時間を要することから、早い段階で予測外れのリスクを踏まえた運転要否の判断が必要となる。

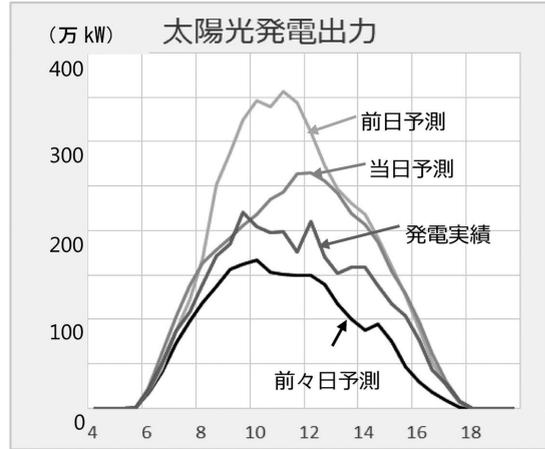
第6図および第7図に太陽光発電出力の算出方法を示す。太陽光発電出力は、中部電力エリアを「14エリア」に区分のうえ各エリアを代表する地点の日射量予測値と設備量および種々のパラメータ (緯度・経度、年・日・時刻、パネル方位角等から求められる太陽入射角等、および、気温、水平面全天日射量から求められるパネル面温度による温度損失をはじめとする各種損失等) から想定される (宮下 2015)。

第8図は、予測と実績がかけ離れたケースを示す。ケース1は、前々日の予測から前日、当日と予測時点が近づくにつれ実績との誤差が減少した例、ケース2は、前々日の予測から前日は概ね倍の出力に増加、当日は午前の予測が減少、実績はさらに午後でも減少と

<ケース1（平成28年6月14日）>



<ケース2（平成28年8月22日）>



第8図 予測と実績がかけ離れたケース。

なっている。

このように、現状、日射量予測の予測はずれは不可避であり、このため、リスク対応として追加の発電コストが発生することとなる。

3. 数値予報への今後の期待

今後も太陽光発電の導入量は増加していくことから、日射量予測誤差による太陽光発電出力誤差も拡大する。必然的にリスク対応としての発電機の準備機会も増加し、安定・安価な電力供給に及ぼす影響も増大することとなる。日射量予測の精度が高まれば、発電機の準備機会を抑制し、発電事業者や電気の小売事業者が送配電設備を利用する際の託送料金の低減または上昇抑制につながる。

現在、中央給電指令所で活用している日射量予測値は、気象専門会社が予測したものであるが、これは主に気象庁が予測した数値予報がもととなっており、中央給電指令所が入手する7時間ほど前のデータに基づいて予測したものである。

このため、具体的な取り組みに対する期待として

は、

- ・日射量予測そのものの精度向上につながる数値予報精度の向上
 - ・初期値時刻から日射量予測データ配信までを短くする数値予報配信時間の短縮
- である。

数値予報配信時間の短縮については、今般、気象庁から日射量予測の直接配信が開始されたことから、その活用方法について検討していくこととするが、更なる配信時間短縮および日射量予測の精度向上につながる数値予報精度の向上に、今後、一層期待したい。

参考文献

- 電気学会，2018：周波数について。http://www2.iee.or.jp/ver2/honbu/16-committee/epress/index11.html (2018.5.26閲覧)。
- 給電運用と気象情報調査専門委員会編，2014：給電運用と気象情報。電気学会技術報告，(1329)，73pp。
- 宮下和稔，2015：太陽光発電予測システムの開発と実用化。中部電力技術開発ニュース，(153)，19-20。

Utilization of Numerical Forecasts in Electricity Supply and Demand Operation and Future Expectations

Takayuki ENDOU*

**General Manager, Central Load Dispatching Center, Power Network Company, Chubu Electric Power Co., Inc., 1 Higashi-shincho, Higashi-ku, Nagoya, Aichi 461-8680, Japan.
E-mail: Endou.Takayuki@chuden.co.jp*

(Received 14 December 2017; Accepted 30 May 2018)
