

特集にあたって

長谷川 淳

電力システムでは、発電所において電気エネルギーを生産し、流通システム（送配電系統）により需要家に供給している。したがって電力システムは、商品が電気エネルギーであるエネルギーシステム（さらに広く類似性を求めれば一種の物流システム）であるが、他のシステムとは際だって異なる特質を持っている。それは、倉庫機能とも言うべき電気エネルギーの貯蔵機能が、電力システムでは極めて乏しいことである。このことは、電気エネルギーの発電所での生産と需要家での消費が常に同時に行われねばならないことを意味している。

需要家は、停電がなく、周波数および電圧に乱れない、いわば高品質・高信頼度の電気エネルギーを、低コストで供給されることを望んでいる。したがって供給側である電力会社では、需要家が必要とする電気エネルギーを適切な品質・信頼度・料金で供給し続け得るように、長期的には電源や流通設備の建設を進めるとともに、短期的には時々刻々と変化する電力需要に追従して既存設備を適切かつ効率的に運用して行かなければならない。

こうした設備開発計画や運用計画の立案にあたっての最も重要で基礎的なデータは、言うまでもなく電気エネルギー需要の想定・予測値である。設備計画には長期的な（数年から数十年先）電力需要想定値が必要であり、また設備運用には数分程度から1年程度先までの電力需要予測値が必要となる。需要想定および予測は、短期から長期にわたる全時間レンジで重要であり、また、それぞれに対して適用できる手法は当然異なる。

本特集は、高信頼度電力供給のために適切な予備力を確保するという面から電力需要予測の中で特に重要な、翌日の最大電力需要（ないしは翌日の負荷曲線）の予測に焦点を絞っている。長期的な需要想定や

別の時間レンジに着目した需要予測についても、あらためて特集が組まれる価値のある領域と思う。

電力需要は、気象条件、経済社会情勢などを含めた多くの要因によって影響されており、その態様も複雑かつ多様である。特に気象要因は、電力需要に対して非常に大きな影響を持っており、過去の電力需要実績と予報をも含む気象情報を、どのようにしてどこまでの確に需要予測に反映できるかが、予測の成否の鍵となっている。

これまで一般に採用されてきている翌日最大需要の予測手法としては、基本的に、次の二つのアプローチの何れかがとられている。

- (1) 過去の電力需要実績とその決定要因（例えば気象状況の実績など）をデータベースに蓄積しておき、予測対象日（今の場合、翌日）の決定要因に対する予測値に基づいて、それに最も類似した決定要因の実績値をもつ過去の実績データを選び出して、直接需要予測値として用いる方法
- (2) 過去の需要実績と過去の気象情報の実績から予測モデルを構成し、これに予測対象日（翌日）の情報（曜日や気象予報など）と過去の需要実績データを入れて、予測する方法

このうち後者が、最近の研究開発の主流であり、予測モデルとしては、統計的手法である重回帰モデルおよび時系列モデル、AI手法を応用したニューラルネットワークモデルやエキスパートモデルが適用されてきている。これらの中で、実用化を含めて最も熱心に取り組まれているモデルは、重回帰モデルおよびニューラルネットワークモデルであるが、最近の研究開発では後者に比重がかかってきている。

重回帰モデルは、予測すべき電力需要とその決定要因との間に線形に近い関係が成立している時に精度の高い予測を可能としている。ウィークデイの、通常の気象状況の日の予測については、このモデルでも平均予測誤差で2%以下を達成することができているが、特殊日（日曜休日、年末年始、ゴールデンウィーク、

はせがわ じゅん 北海道大学工学部システム情報工学専攻
〒060 札幌市北区北13条西8丁目

お盆など) や異常な気象条件の日に対する予測では大きな誤差をもたらしやすい、予測誤差が10%に達することも決して稀ではない。この原因としては、特殊日についてはモデル化に必要な(特徴を抽出するために十分な)過去のデータが必ずしも十分には得られないこと、また異常気象時などでは電力需要と決定要因との関係が線形関係から大きく離れる(非線形となる)ことなどが考えられる。重回帰モデルの枠組みの中でこれを克服する取り組みもなされてはいるが、いずれにしろモデルの説明力に限界がある。

ニューラルネットワークモデルは、非線形な特性を持つ場合にも説明力のあるモデル化ができるとの期待から、多くの研究開発の対象となってきている。もちろんニューラルネットワークモデルにおいても、特殊日についてはモデル構築のために必要な十分なデータが必ずしも得られないという点はつきまわっている。これまでの研究開発の成果を見ると、異常気象などによる予測誤差の増大は、ある程度抑制できる可能性が高いようである。

本特集では、まず重回帰モデルによるアプローチの代表的なものとして、灰田武史、武藤昭一の両氏に、東京電力(株)で実用化された最新の最大需要予測支援システムについて解説いただいた。

次に、ニューラルネットワークモデルによるアプローチとしては、川合桂、小野雅也の両氏、および荒家良作、植木芳照、松井哲郎の各氏から、それぞれ北陸電力(株)と中部電力(株)とにおいて実用化されたシステムの解説をいただいた。前者は、ニューラルネットワークモデルに対して2段階学習法を適用して成功しており、また後者は、ニューラルネットワークモデルとファジィアプローチを融合させ、特に不安定な季節の変わり目に有効に機能できる手法を確立している。いずれもただ単なるニューラルネットワークモデルの適用に止まらずに、新しい工夫をして成功している点に着目したい。

ニューラルネットワークモデルを適用した予測シス

テムを構築する場合、常につきまとう難しい問題は、ニューラルネットワークの最適構成をどのように決定すれば良いのかということである。この問題に対して小野田崇氏から「情報量基準」に基づく考え方を提示していただいた。

また重回帰モデルとニューラルネットワークモデルとの融合によって両モデルの特徴を相補完した手法を田中英一、長谷川淳、伊藤正義の各氏から解説いただいた。このアプローチはまた、これまでの4編の解説の中でのアプローチとは異なって、翌日の24時間分の負荷曲線を予測している。これにより、結果として、翌日の最大需要電力をも予測している。

本特集に組まれたこれらの5編の解説は、いずれも「電力のOR」研究グループがその活動の一環として平成8年度日本OR学会春季研究発表会(小樽)の際に開催した「需要予測に関するシンポジウム(電力のOR研究グループ主催)」において発表されて、参加者を含めて活発な議論が展開されたものである。そこで、本特集の最後に、これらの発表とその後の討論をまとめて眺めた講評記事を、権藤先生にお寄せいただいた。特集では初めてのこともかもしれないが、全体の理解を深めるには最善と判断させていただいた。

需要予測は、これまで見たように、重回帰モデルについてもニューラルネットワークモデルについても、平均的な予測精度で見た場合で2%以下の水準に達している。この精度に達すると、予測モデル自体の精度もさることながら、予測に用いるデータの精度(翌日予想最高気温、最低気温、湿度、気象などの予報値の精度)が極めて重要な鍵を握ることになる。データと予測モデルの精度面からのバランスをどのようにとるかについては、今後に残された興味深い課題である。

今回の特集は、それぞれの話題に対して適任の著者を得ることができた。翌日最大需要予測手法に関しての現状を理解していただければ幸いである。