

# エネルギー利用の多様化するニーズに応える デマンド予測を用いた電力需給の最適化

Responding to the Various Needs for Energy Usage  
Electricity Optimization using Demand Prediction



手島 哲平\*<sup>1</sup>  
Teppeï Teshima

大石 正純\*<sup>2</sup>  
Masazumi Oishi

鈴木 忠\*<sup>3</sup>  
Tadashi Suzuki

橋本 英樹\*<sup>4</sup>  
Hideki Hashimoto

森原 雅幸\*<sup>5</sup>  
Masayuki Morihara

工場などの大口需要家は、エネルギー（電力、熱、燃料等）や水、圧縮空気等の各種ユーティリティを使用しているが、エネルギーコストの低減だけでなく、CO<sub>2</sub> 排出量の抑制、生産効率の向上、操業の安定化、熟練技術者の不足といった難易度の高い複数の課題を同時に解決することが求められている。この課題を解決するために、将来必要となるエネルギー量やそのタイミングを把握する予測技術が重要となる。そこで当社は、独自の AI により工場の電力デマンドを予測する“電力デマンド予測システム”の開発を行ったので、社内実証事例とともにその内容を紹介する。

## 1. はじめに

近年、エネルギー市場の自由化、再生可能エネルギー普及の拡大、集中型エネルギーシステムから分散型エネルギーシステムへの移行、BCP(Business Continuity Plan:事業継続計画)対応、カーボンフリーエネルギー促進による環境保全など、エネルギー需給におけるニーズの多様化が進み、常に変化を続けている。一方、工場での生産活動には安定したエネルギー供給が必要であり、さらに、省エネ対応、CO<sub>2</sub> 排出量の抑制、エネルギーコスト低減、熟練技術者の不足への対策など、効率的なエネルギー運用が求められている。そのため、工場の電力デマンドを正確に把握する予測技術のニーズが高まっている。

AI&IoT(Internet of Things)をはじめとするデジタル技術の発展は目覚ましく、予測技術を適用した各種のシステムが開発されているが、ENERGY CLOUD® Service ではエネルギーソリューションサービスとして、当社独自の AI で工場の電力デマンドを予測するサービスを提供している。一般的な電力デマンド予測は、過去の実績値や気象情報等から予測するものが多いが、本システムは、工場の操業計画や生産計画と連携して高精度に予測し、工場の電力需給を最適化するための予測システムである。

本報では、本システムの概要と社内工場においてその効果を実証した結果を紹介する。

## 2. 電力デマンド予測システムの説明

電力デマンド予測システムは、独自技術を組み込んだ AI 分析手法の一つであるアンサンブル学習手法\*<sup>1</sup>を採用し、予測するための因子である大量の説明変数の中から有効な特徴量を自動抽出するとともに、目的変数、つまり予測したい対象をクラスター\*<sup>2</sup>に分類してから予測することで高

\*1 パワードメイン パワー&エネルギーソリューションビジネス(PESB)総括部 PESB 企画室

\*2 パワードメイン PESB 総括部 PESB 企画室 主席プロジェクト統括

\*3 パワードメイン PESB 総括部 PESB 企画室 主席技師 \*4 パワードメイン PESB 総括部 PESB 企画室 グループ長

\*5 パワードメイン PESB 総括部 PESB 営業部 グループ長

精度の予測を実現している<sup>(1)</sup>。この技術を搭載した予測システムを基に、ユーザインターフェースやシステム構成の標準化を図った。次に、社内工場をフィールドとして実証し、工場の電力デマンドを予測するシステムとして確立させた。

\*1 複数の分析手法の予測結果を統合して汎用性を高める手法

\*2 母集団から似たものを集めた小集団

## 2.1 電力デマンド予測システムの特徴

### 2.1.1 設備の運転計画と連携した電力デマンド予測

電力デマンド予測システムはクラウド上に構築されており、お客さまが蓄積しているデマンド実績とリアルタイムで収集したデータを分析することにより予測を行う。予測システムの仕組みと予測精度向上の打ち手を図1に示す。

打ち手①:工場稼働日のカレンダー情報や特定設備の運転計画など、電力デマンドと関連がある説明変数をお客さまがウェブブラウザからシステムへ入力する

打ち手②:当日にリアルタイムで計測する電力デマンドデータ、生産設備稼働データを基に、定期的に予測補正を行う

打ち手③:継続的なシステム運用により、蓄積されたデータを基にAIが自己学習して分析力が向上する

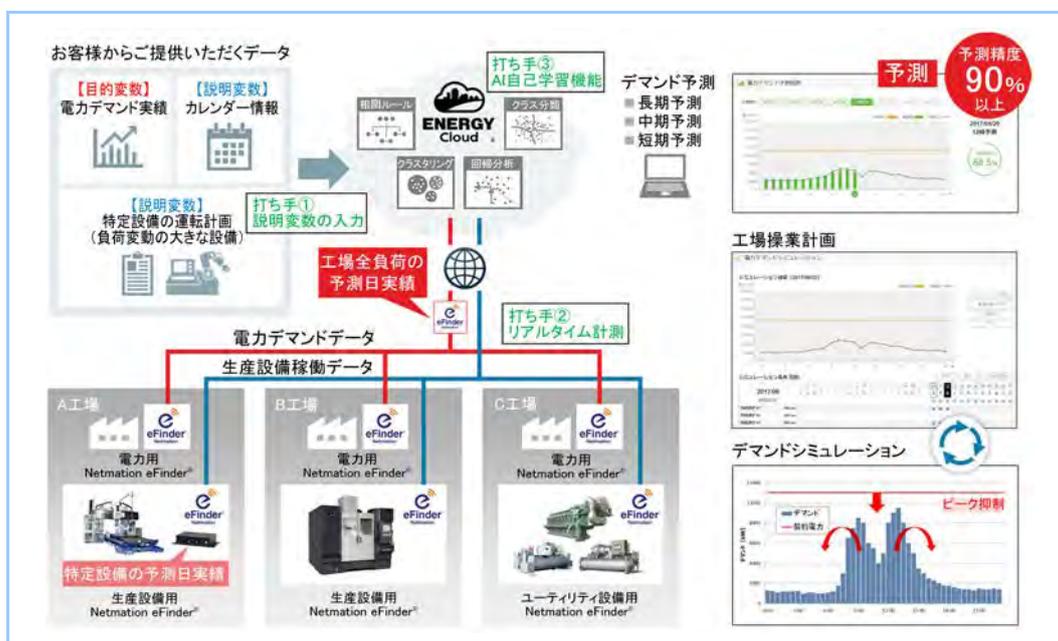


図1 電力デマンド予測システムの仕組み

### 2.1.2 短いサービス提供開始の期間

データ取得のためのIoTツールとして、三菱重工グループ独自のNetmation eFinder<sup>®</sup>に標準対応している。Netmation eFinder<sup>®</sup>は設置が容易であり、計測対象に設置し、既存のデータを活用することで約2週間で電力デマンド予測サービスの提供が開始できる。また、新規工場の立ち上げなどで既存のデータが存在しない場合でも、データ計測を開始した時点から自己学習をしながら分析するため予測サービスの提供は可能であり、2～3ヶ月を経て予測精度は向上していく。

### 2.1.3 ユーザビリティを考慮した予測結果表示インターフェース

お客さまはウェブブラウザから予測システムへアクセスすることで、場所を問わずに予測結果の確認が可能である。また、複数の関係者で同じ画面、結果を確認できることで情報共有が可能となり、迅速かつ的確なデマンド管理などが実現できる。電力デマンドの表示パターンを図2に示す。

ユーザインターフェース上の日付を選択することで、予測値と実績値をグラフ表示し、電力デ

マンド値(単位時間当たりの平均使用電力)と電力デマンドパターンが把握できる。

電力デマンド予測システムでは、その予測を長期・中期・短期の単位で実施しており、目的に応じて、以下のように使い分けできる。

- ・長期予測:工場稼働日に基づいた、年単位でのデマンド傾向や最大デマンド値の把握
- ・中期予測:運転計画に基づいた、月・週単位でのデマンド傾向の把握
- ・短期予測:リアルタイムのデータに基づいた、当日デマンドの把握



図2 電力デマンド予測システムの予測結果

### 2.1.4 電力デマンドシミュレーションによるデマンドピーク低減

電力デマンド予測システムは、説明変数をパラメータとした電力デマンドシミュレーション機能を有し、工場の電力デマンド最適化に向けた一連の検討が可能である。予測の結果、契約電力に対してデマンドピークが逼迫すると判明した際には、設備の運転計画をパラメータとした電力デマンドのシミュレーションを実施することで、ピークを低減する運転計画を検討し、事前に対策を講じることが可能である。電力デマンドシミュレーションの表示パターンを図3に示す。



図3 電力デマンド予測システムのシミュレーション機能

## 2.2 電力デマンド予測システムによる効果

工場の電力デマンド管理に、本予測システムを活用することで、以下の効果が期待できる。

- ・ 経験と勘で対応することが多かった電力デマンドのピーク予想に対し、予測システムによるデマンドピークの見える化とシミュレーションにより、ピークシフトやピークカットに向けた、具体的な運転計画の変更が可能となり、業務改善や省力化に繋がる。
- ・ 年間を通じてデマンドデータを蓄積することで、年間ピーク値を把握し、次年度の契約電力の最適化に向けた検討が可能となる。また、自家発電設備などのユーティリティ供給設備の新規導入計画に活用でき、電力コスト低減に繋がる。
- ・ 製造部門と動力管理部門が、同じ予測システムを利用することで、最新のデマンド実績、生産計画などの共有ができ、工場全体での省エネ活動の実施と意識の向上に繋がる。

## 3. 社内実証での効果検証

開発した電力デマンド予測システムを電力需給の特徴が異なる社内4工場(神戸造船所本工場, 同二見工場, 長崎造船所本工場, 同香焼工場)に導入し、実工場での予測システム活用を実施した。実際の電力需給が行われている現場に適用することで、電力デマンド予測の予測精度と、予測システム活用による効果を検証した。

予測精度の検証結果の代表例として、0時時点及び21時時点で予測した結果を表1に示す。ここで精度は予測誤差率(真値に対する予測誤差の割合)を100%との差分として定義している。工場ごとに電力デマンドの規模や生産している製品、周辺環境が異なるものの、0時時点の予測で平均約85%の予測精度となることが確認できた。特に、0時時点の予測精度に対して21時時点での精度は平均約90%に向上したことから、当日のリアルタイムデータを基にした定期的な予測補正による精度向上が検証された。予測精度が低かった二見工場については電気炉運用の電力需要への寄与が大きいことから、入力する説明変数として生産製品や生産量を追加することにより精度向上できる可能性がある。

表1 社内工場での予測精度の検証結果

対象期間 導入日～2018年3月末	神戸造船所		長崎造船所		
	本工場	二見工場	本工場	香焼工場	
予測精度	0時予測	86%	72%	89%	87%
	21時予測	92%	80%	94%	92%

今後、予測システムを電力管理業務に活用した場合の効果について、社内工場の業務プロセス(図4)に落とし込み、その有効性を検証予定である。

このように、ユーティリティ設備の運転計画と同時に操業や生産計画の最適化を実施することで、電力コストの低減のみでなく、生産効率の向上、操業の安定化、省力化といった効果が期待され、工場に求められているエネルギー需給形態の最適化につながるものと考えられる。

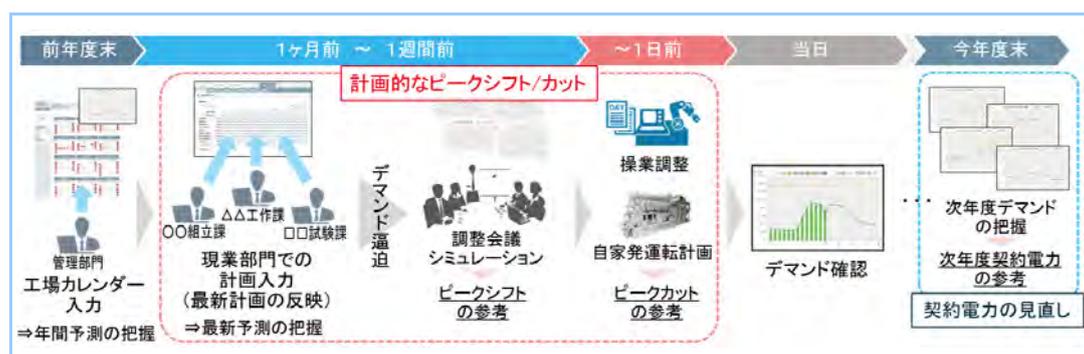


図4 電力デマンド予測システムを活用した電力管理業務プロセス

## 4. まとめ

当社独自の AI により工場の電力デマンドを予測する“電力デマンド予測システム”を開発した。本システムは先に述べた検証結果を基に、今年度より社内外へのサービス提供を開始している。

電力デマンド予測システムは、本報のとおり、“ピーク電力の低減”、“電力使用量の削減”、“自家発の最適運転”に効果を発揮するが、さらに、電力だけではなく、蒸気や水、燃料等の様々なユーティリティに対するデマンド予測にも汎用的に適用できると考えられる。今後、工場の多様なエネルギー供給における管理オペレーション支援に向けて、更に予測システムを改良し、適用範囲の拡大を進めていく。

また、ENERGY CLOUD® Service では、予測結果を用いて、現場オペレーションに繋げる指令作成、さらに将来的には指令から機器の自動制御までを一連のソリューションサービスと位置付けており、デマンド予測を皮切りとしたエネルギーソリューションの展開を推進していく。

ENERGY CLOUD®は、三菱重工業(株)の日本及びその他の国における登録商標です  
Netmation eFinder®は、三菱日立パワーシステムズ(株)の日本における登録商標です

## 参考文献

- (1) 若杉一幸ほか, 工場デマンドの高精度予測技術の開発, 三菱重工技報, Vol.55 No.2(2018)