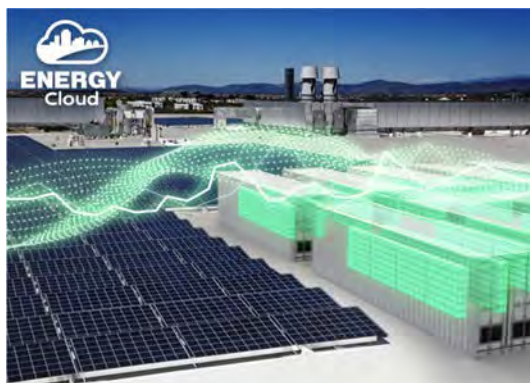


再生可能エネルギーの有効利用に向けた一手 予測技術とガイダンス機能を用いたエネルギーマネジメント

New Step for Renewable Energy Utilization Energy Management
Using PV Prediction and Operation Support



彌城 祐亮*¹
Yusuke Yashiro

手島 哲平*²
Teppei Teshima

橋本 英樹*³
Hideki Hashimoto

井上 学*⁴
Manabu Inoue

環境意識の高まりを背景に、太陽光発電等の再生可能エネルギー(再エネ)の導入が年々拡大を続ける中、電力需要家にとっては、工場内にある発電設備や蓄電設備(ESS^{*1})を、変動する気象条件の中でどのように運用するべきかが課題となっている。本取り組みでは機械学習による予測技術を用いて、再エネの発電量を予測し、その結果からESSの充放電ガイダンスを導出するシステムを開発した。このシステムは実際に当社工場の電力管理部門で実証試験を行い、設備を管理するユーザにとって必要な機能やインターフェースの抽出と、システムの有効性の評価を行っている。今後も機能を向上させ、自社の工場の取り組みで得られた知見を社外のお客様に提供する準備を進め、お客様の再エネの有効活用に貢献していく。

*¹ Energy Storage System(電力貯蔵設備)

1. はじめに

近年、気候変動問題や持続可能性の観点から、社会的な環境意識が益々高まっており、産業界でもカーボンフリー化、ESG投資^{*2}等に代表される環境対策が、事業方針に影響し始めている。その中でもエネルギー業界では再エネの拡大が顕著であり、日本国内でも電力自由化と並行して、太陽光発電を中心に再エネの割合が増加を続けている。

太陽光発電(PV^{*3})や風力発電等の再エネは、気象条件によりその発電量が時々刻々変動するため、燃料量等で能動的に調整可能な火力等の発電方式と違って、需給バランス対策が必要である。そこでリチウムイオン電池等の蓄電設備(ESS)を併設して、必要なタイミングで充放電を行うことで、再エネの変動分緩和を図る事例が、国内外を問わず発表されている。

しかしながら、工場内に再エネと同時にESSを導入しているユーザにとって、再エネの変動を見越して想定以上の発電量低下に備えようとする安全側に容量を増やすことになり、より高コスト条件となるためESS導入が難しくなる。とはいえ、再エネが足りない場合、不足する電力量は買電で賄うため、常に買電契約電力超過を回避する必要があることから、再エネの急減も放置できない。これらの課題が、需要家の再エネ導入へのハードルの一つとなっており、消費する電力デマンド、再エネの発電量、そして電力量変化に対応するためのESS充放電容量の関係を定量的に明らかにするとともに、その変化量を予測することが必要となる。

そこで本取り組みでは、ENERGY CLOUD[®] Serviceの電力デマンド予測システム⁽¹⁾を発展させ、

*¹ ICTソリューション本部 CIS部

*² 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

*³ パワードメイン PESB総括部 PESB企画室 グループ長

*⁴ パワードメイン PESB総括部 PESB営業部 主幹部員 技術士(機械部門)

再エネ予測機能とESS ガイダンス機能を追加することで、ユーザの再エネ導入とESS 充放電制御を支援する仕組みを考案・検証している。開発したシステムでは、見える化からガイダンスの流れに沿ってユーザの判断材料を画面表示し、従来は経験則で解決を試みていた見込み充放電等の ESS 操作をサポートする役割を持ち、起動に時間を要する自家発電設備との併用も視野に入れてシステム構成の標準化を図っている。システム検証として、当社内の PV 発電導入済み工場である長崎造船所諫早工場で試験を行った。対象の工場は図1に示す通り、定格での PV 発電導入割合が約 34%と高く、当該システムによる運用効率化の効果が大きいと見込み、選定した。2章よりシステムとその実証試験内容を説明し、最後に今後の展開を紹介する。

※2 環境(Environment), 社会(Social), 企業統治(Governance)に関する投資活動

※3 Photovoltaic(太陽光発電)

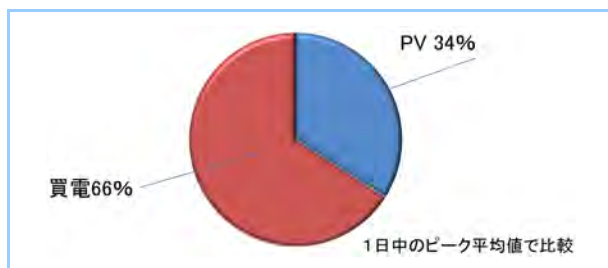


図1 工場デマンドに対するPV発電量の割合

2. システム説明

図2に、システムの全体像を示す。データベース内のデータを用いた機械学習によって電力デマンドを予測する“デマンド予測システム”をベースに、再エネ予測機能とガイダンス機能を追加している。

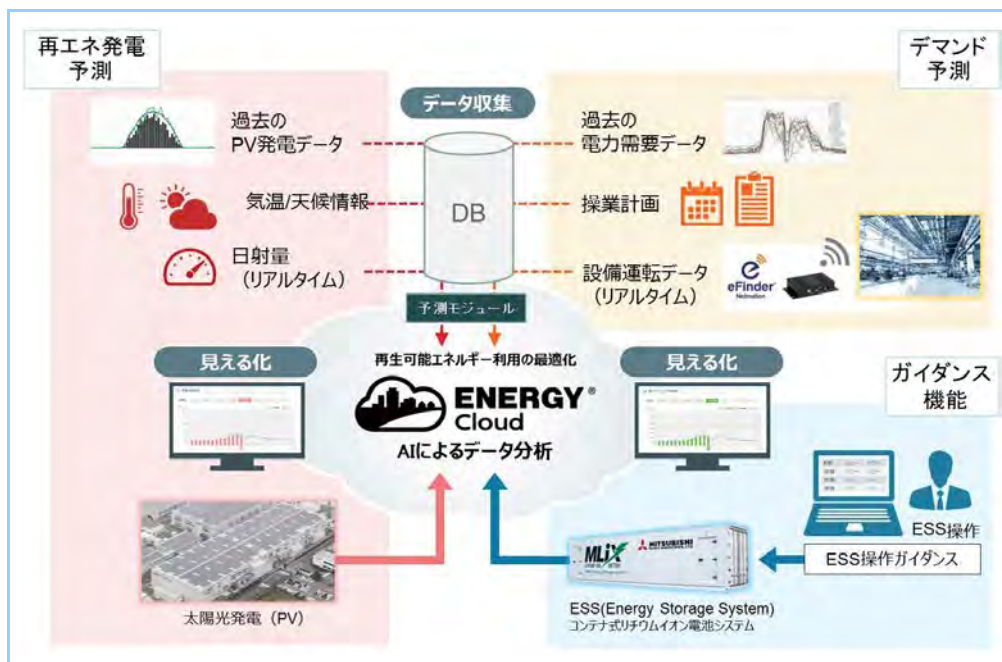


図2 システム全体像

機械学習による予測モジュールは、処理時点でのデータベース(DB)内データを取得し、予測モデルの作成と、それによる予測結果導出を繰り返すことで、高い予測精度を実現する。DBは逐次、電力量や工場操業計画等のデータを収集しており、工場の操業パターンが一巡する等して十分なデータが蓄積されると、予測精度が向上する。このため、初期の少ないデータでもシステムを立ち上げることができ、その後改良が加わっていくクイックスタートが可能なシステムである。

このデマンド予測システムに今回追設した再エネ予測機能は、デマンド予測の手法を利用しており、DB から取得するデータを変更するのみで実現している。DB へ格納するデータに特に制約は無く、計測データやWebから入手するデータ等を、様々なインターフェースを通じて取得することが可能である。これらの仕組みにより、お客様ごとに異なる再エネの要件に対して柔軟かつ迅速な対応を可能にし、稼働後の継続的な精度向上等の取組みも容易に展開できる。

デマンドとPV 発電量の予測結果例を図3, 4にそれぞれ示す。システムが工場のデマンド、PV 発電量を予測し、実績値と比較することで、ユーザは今後の予測と過去の実績値、そして機械学習が行われることで予測精度が向上していく様子を確認することができる。予測結果は同時同量や契約電力の観点から、所定時間経過毎に更新されるように設定しており、例えば図4の PV 発電量予測では、12:00 頃の発電量ピークにおいて、朝時点の早期に行った予測では誤差が大きいが、30 分前の更新によって精度が上がり、次第に小さくなっていることが確認できる。

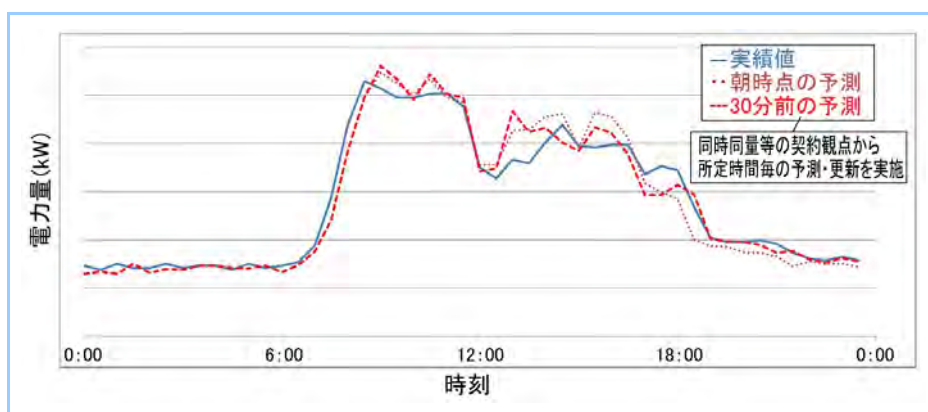


図3 デマンド予測例

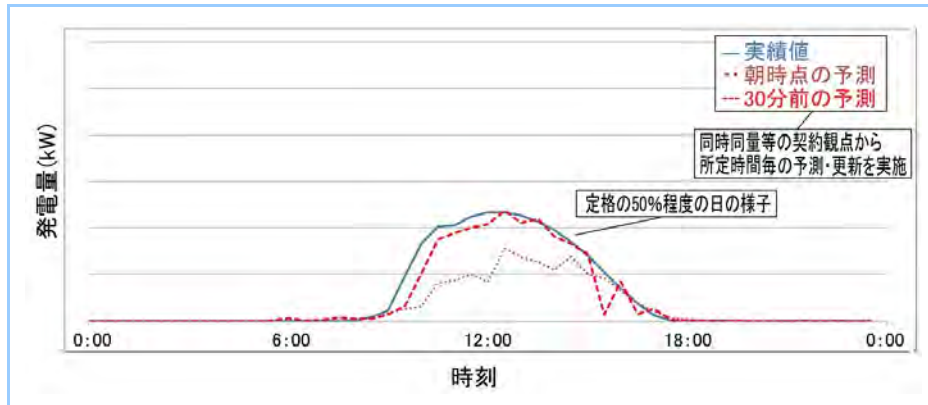


図4 太陽光発電予測例

ガイダンス表示画面の一例を図5に示す。ESS 制御ガイダンスでは、前述のデマンド・PV 発電量予測の差分である買電量予測値を用いて、推奨する充放電タイミングを表示させる。契約電力等、遵守すべき数値に対して特に重要な時刻帯や、重要な日付については強調表示する等、当社工場の電力管理部門の意見を踏まえたユーザビリティ向上を実現している。今回の例では ESS によるピークカットを目的としているため、買電量のピークを下げるための充放電結果が得られているが、毎時の積算 kWh を最小にしたい、あるいは夜間電力を最大限に活用したい等、都度ニーズに合わせた計算方法へ変更して使用することも可能である。

予測に基づくガイダンスの効果としては、

- 1) 見込み動作を可能とすることで、無駄な充放電の回避
- 2) 緊急に大量の充放電を迫られることの回避
- 3) 起動に時間を要する自家発電設備との併用

等、ESS の運転適正化・高寿命化が期待できる。

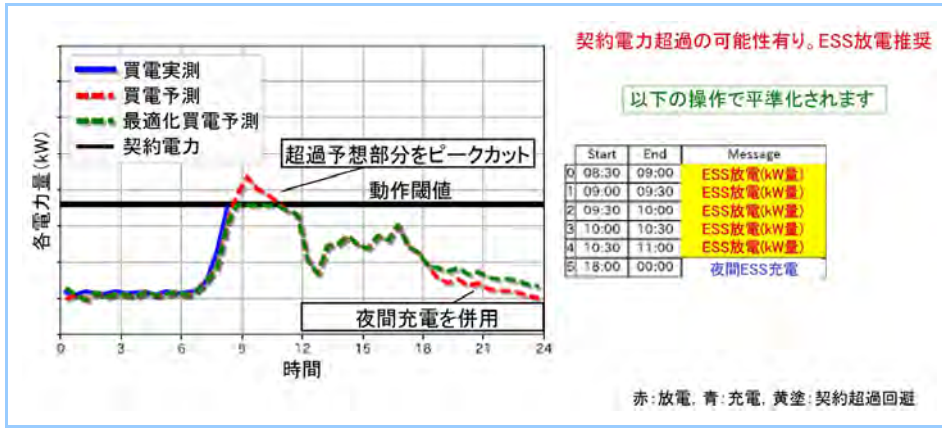


図5 ESS 制御ガイダンス表示画面

3. 実証試験

システムの有効性を検証するため、長崎造船所諫早工場にて、下記の2ステップで実証試験を行った。

- 1) 電力監視担当が朝と昼に2回ガイダンス画面を確認。
- 2) 放電対応が必要な時間帯を読み取り、ESS へ放電を指令入力。

過去国内外で見られる再エネとESSの組み合わせ実証試験では、ESSを自動制御により放電対応させるものが一般的である。需要家によっては、ESSの自動制御ロジックを独自に組み込んでおり、特にピークカット目標や再充電量等の自動制御目標値が要求される一方、デマンド・再エネの発電量予測が無いため、その数値を具体的に決定しづらいケースがある。本試験ではその点を重視し、予測のみに基づいたガイダンス指令値をESSの制御目標値としてユーザが設定できるようにしつつ、システムの自由度を上げるため、ガイダンスを閲覧したユーザが一旦放電要否を判断するステップも設けている。また、実証用試験設備ではなく、実際に操業している工場で実証を行った点も特徴であり、システムを導入しても、通常業務に支障が無い範囲での追加作業で効果を発揮するように、全時刻でガイダンスに基づくESS操作はせず、特に放電が必要と予測された時刻のみ対応することで、監視担当者の他の管理業務に影響を与えない運用体制を実現した。

図3～5の予測・ガイダンスに対する、ピークカットの例を図6に示す。朝 9:00 の確認時点で、デマンド・PV 発電量予測の結果から買電量が予測され、ESS 運用閾値を超過しないようガイダンスが生成されている。このとき、ユーザの電力監視担当者はガイダンス画面右表に記載された通りの放電が必要と判断し、ESS へ指令となる放電量を入力した。その結果、放電により買電量が減少している。また、そのピークカット効果は、9:00 時点の予測から買電量ピークを捉え、ESS 放電により約7%のピークカットを実現していることが確認できる。

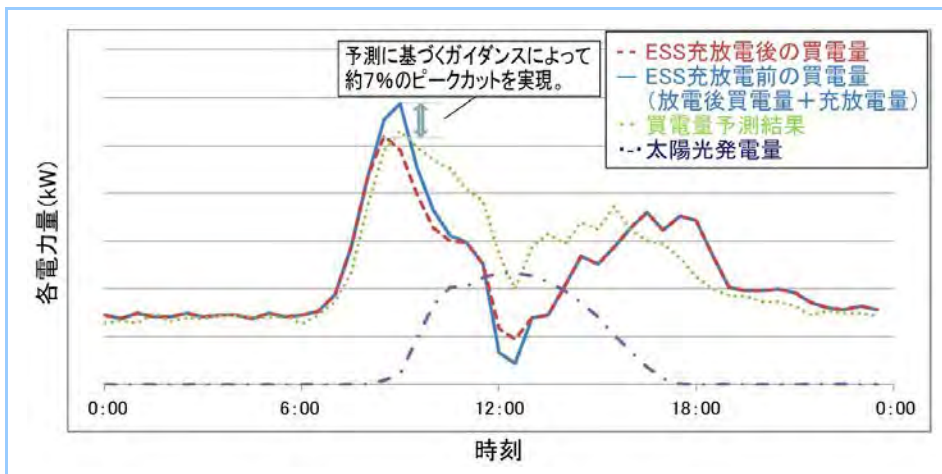


図6 ガイダンスに基づくピークカット例

なお、今回検証しているガイダンス機能は、例えばガスエンジンのような自家発電設備に対しても同様に適用が可能である。この汎用性は ENERGY CLOUD® Service の特徴の一つであり、今後システム構成が変化しても、汎用性を維持する方向で開発を進めていく。

なお、再エネ予測自体の精度向上は開発課題であるが、これについては社外でも盛んに研究されている高精度な気象情報の活用等を通じて今後も改良を重ねる予定である。他にも、機械学習により導出した結果を直接使用するだけでなく、ユーザ自身が当日確認した気象や操業情報をその場で反映させる等、ユーザが後から調整する幅を持たせることで、より多様なニーズに応えられるよう、機能、精度双方の改良を継続し、サービス性の向上に努めていく。

4. まとめ

再エネ活用の一助として、デマンド・再エネ双方の予測と、ガイダンス機能を使用したシステムを開発し、実際に操業中の工場で有効性検証試験を実施した。自動制御を使用せず、予測結果のみを用いた充放電操作でピークカットが可能であることを示し、システムの有効性を確認した。

今後も社外のお客様への将来的な展開を見据え、システムの高度化を継続する計画である。まずはユーザが保有する設備との連携を確認し、ガイダンス指令による電力コスト低減効果の最大化を目指していくとともに、コア技術である機械学習による予測技術も高度化を進め、新たなソリューションサービスの提供を目指す。今後も自社工場の取組みで得られた知見を社外のお客様に提供する準備を進め、お客様の再エネの有効活用に貢献していく。

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。

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)