

複数台普通充電器の最適充電制御のための要素技術開発

Development of key technologies for optimal charging control of multiple standard chargers.

電気自動車（EV）の本格的な普及に対応して

事業所などに電気自動車（EV）が大量導入される状況を想定し、充電による施設全体の消費電力の増加を極力抑え、かつ、EVの充電優先順位を判定して、複数台の普通充電器を最適に制御するためのEV運用管理システムの要素技術について検討した。



執筆者
先端技術応用研究所
EaaSグループ
志村 欣一

1 背景と目的

カーボンニュートラルの実現に向けて、自動車の電動化が急速に進むなか、事業所などに複数台の充電設備を設置するケースが多くなり、充電のための電力設備の増強や、充電が集中することによる電気契約の基本料金の上昇など、経済的な負担増加が課題となる。

この課題の解決には、事業所の電力需要を予測して、EV充電可能な電力や時間帯を推定する技術や、EV走行に必要な充電量を推定してEVの充電優先順位を判定し、複数台配備された充電器を最適に制御することが有効である。

そこで、当社の技術開発本部を実証フィールドとして、事業所の電力需要やEVの充電率（SOC：State of charge）を予測する技術や複数台の充電器を最適に制御するための充電計画を策定するロジックを開発することを目指している。

2 要素技術開発

(1) 事業所の電力需要予測

事業所の電力需要を予測するため、機械学習による回帰モデルと時系列モデルを検討した。検討に用いたデータは、名古屋市の当社営業所の2020年2月1日から2023年1月31日までの3年間である。初めの2年間のデータを学習して予測モデルを構築し、最後の1年間のデータで予測モデルの精度検証を行った。電力需要予測のための説明変数は時刻や曜日の他に4種類の気象データとした。

本研究では、Microsoft Azureの自動機械学習（AutoML）を用いて平均平方二乗誤差が最も小さい予測モデルを抽出した。

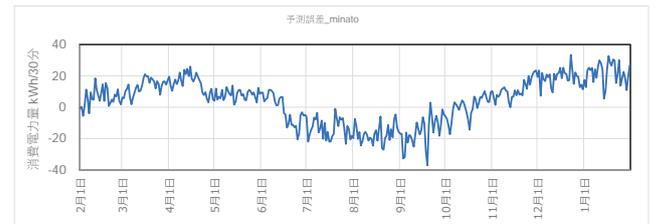
第1表のとおり回帰モデルが時系列モデルより誤差が小さいため、本研究では、回帰モデルを適用することとした。平均絶対誤差率は、学習時では5.9%であったが、検証時では25.0%まで上昇した。検証に用いた1年間の電力需要が過去に比べて大きく変動する日があったことが一因と思われる。

第1図は回帰モデルによる30分毎の予測差（実測値－予測値）を1日の平均値として1年間示している。予測差が、夏期ではマイナスとなり、予測値が実測値より大きく

なっている。一方、冬期では予測値が実測値より小さくなる傾向が見られる。予測モデルを季節ごとに構築するなど、工夫が必要であり、今後、回帰モデルを対象に検討を進めていく。

第1表 予測モデルの比較

	電力需要 (平均値)	学習時		検証時	
		平均平方二乗誤差	平均絶対誤差率	平均平方二乗誤差	平均絶対誤差率
回帰モデル	62.4 kWh/30分	5.38 kWh/30分	5.9%	17.0 kWh/30分	25.0%
時系列モデル		7.05 kWh/30分	8.5%	18.5 kWh/30分	25.0%

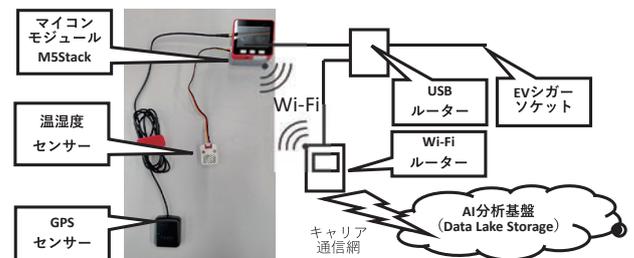


第1図 回帰モデルの誤差の年間推移

(2) EVの充電率予測

複数充電器を個別に制御するためには、EVの充電率（SOC）を把握する必要がある。一般に、普通充電器ではSOCを把握できないため、走行距離などから推定する必要がある。

そこで、2台のEV（車種：リーフ、蓄電容量：40kWh/台）に、第2図のデータ計測装置を試作して設置し、2022年3月から2023年7月まで位置情報と車内の気温を計測した。



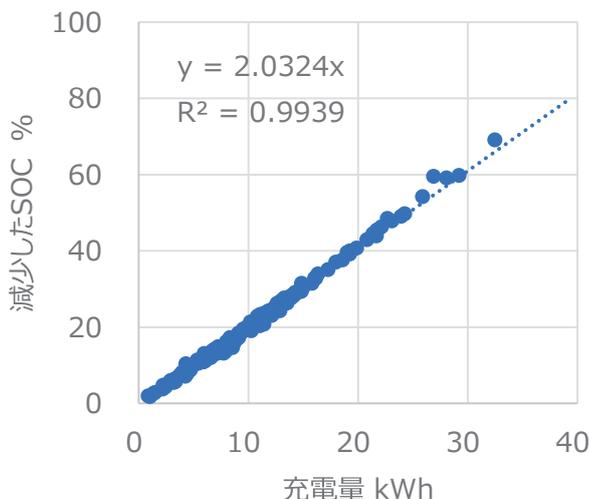
第2図 走行状態を計測するシステム

走行による充電率の減少とSOCの関係把握するため、GPSによる位置情報から走行距離や加速度などを計算し、1回の充電量と紐づけを行い、250回の分析データが得られた。

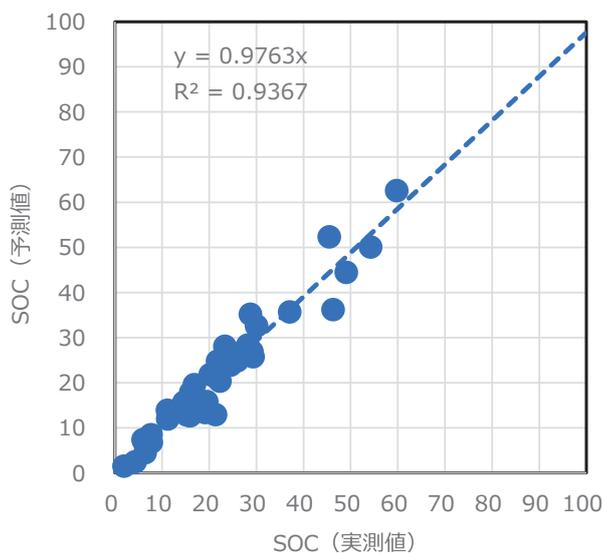
充電量と走行により減少したSOCには、強い相関関係（決定係数0.998）が確認できた。

そこで、走行により減少するSOCを予測するため、走行距離や気温および速度などを説明変数として、重回帰分析により近似式を構築した。近似式の検証は250回の分析データのうち無作為に46データを抽出して行い、それ以外のデータで近似式を構築した。

近似式による予測結果は、平均値18.0%に対して、平均平方二乗誤差が3.3%、平均絶対誤差率が13.0%となった。第4図のとおり実測値と予測値には強い相関関係（決定係数0.983）が見られ、SOCを高精度に予測できることを確認した。



第3図 充電量とSOCとの関係



第4図 SOCの実測値と予測値との関係

3 充電制御ロジックの構築

EV充電計画を策定するロジックを作成し、開発中の予測モデルを用いて、第2表のEV利用状況に基づき、EV充電計画を策定した結果を第5図に示す。本研究では、2台

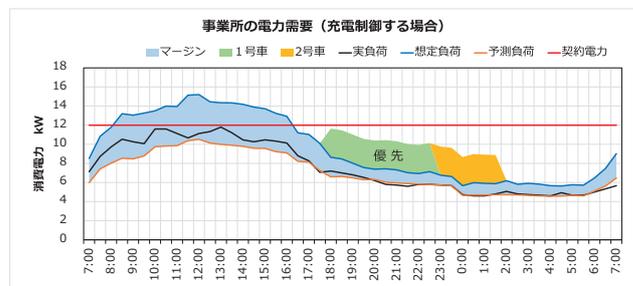
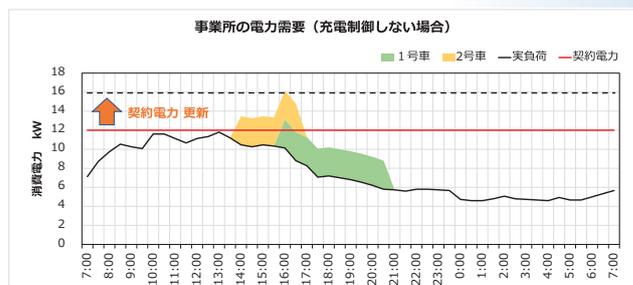
のEV充電量でも充電制御が必要となるように、当社営業所の電力需要を1/15に圧縮した。

充電制御しない場合、2号車の14時の充電により契約電力が超過し、1号車の16時の充電開始により契約電力が大幅に増加する。一方、充電制御する場合は、SOCの低下分と翌日の予約状況から1号車の充電が優先され、18時に充電を開始する計画となっている。1号車が充電可能となる17時に充電開始とならないのは、電力需要の予測誤差（図中の水色の範囲）が反映されているためである。

以上の結果、事業所の電力需要を想定して、EV充電可能電力を推定し、EVのSOCと予約情報から充電を優先する車両が判定されて充電計画されていることを確認した。

第2表 EVの当日の利用と翌日の予約状況

日	当日								翌日					
	時刻	7	9	11	13	15	17	19	21	23	1	3	5	7
1号車		EV利用								EV利用予約				
2号車			EV利用											



第5図 EV充電計画

4 まとめ

事業所へのEV大量導入を想定し、充電集中による電力設備の増強や契約電力超過による基本料金の上昇を抑えるEV運用管理システムの開発を進めている。

電力需要予測やSOC予測および充電計画のための制御ロジックについては、開発の見通しが得られたため、2023年度中に開発中の要素技術の効果を検証する。

また、太陽光発電や急速充電器が設置される事業所も想定し、発電予測や充電計画ロジックを構築して、2024年度に実フィールドにて実用性を検証する予定である。