

MG2 PV・EV 普及時の需要家調整力による配電ネットワークの設備効率化の効果検証

Potential Analysis of Demand Side Flexibility on Capacity Management of Power Equipments in Distribution Power Network with Massive Photovoltaic Generations and Electric Vehicles

指導教員 山口容平准教授・都市エネルギーシステム領域
28H21075 本木佑典 (Yusuke MOTOKI)

Abstract: Expanding the use of photovoltaic power generation (PV) and electric vehicles (EV) is expected to make a significant contribution to reducing CO2 emissions. However, generation and load concentration by PV and EV causes severe power network constraints such as over capacity of power equipment and voltage violation. Demand side flexibility by use of flexible EV charging with the renewable power generations and without peak time is one of the possible alternatives of the power network reinforcement. In this study, cost and performance of demand side flexibility is evaluated through a case study on Japanese typical distribution power network model, in which PV and EV is installed into all the demand side customer. Minimum reinforcement cost of the distribution transformer in the substation and the pole transformers near the customers is estimated under ideal demand side flexibility scheme for EVs.

Keywords: Electric Vehicle, Photovoltaic Generation, Distribution Power Network, Demand Response, Network Reinforcement Cost

1. はじめに

脱炭素社会の実現には、太陽光発電(PV)や電気自動車(EV)の普及が不可欠であるが、配電システムにおける設備増強費用の増加や複雑な運用制御が必要とされる可能性が指摘されており、電力貯蔵機能を有する EV を利用した柔軟性提供による課題解決が提案されている。本研究では、PV、EV 普及時の国内配電ネットワークの潮流シミュレーションに EV によるデマンドレスポンス(DR)を考慮する統合シミュレーションを確立し、需要家調整力による配電ネットワークの設備効率化について、制御効果や経済性の観点から評価する。

2. 研究手法

本研究では国内の配電システムを模擬するため、実電力設備パラメータと需要家単位の負荷プロファイルを再現したモデルを用いた⁽¹⁾。1つの配電用変圧器には6本のフィーダが接続されるとし、住宅密な系統、郊外系統を構成した。系統構成を

表1に示す。また、晴れの日を想定したPVプロファイル、国内EVユーザーが対象のアンケート調査⁽²⁾を基に作成したEV電力需要プロファイル、システムモデルの各種パラメータを入力として潮流計算を行った。作成したEV100台分の電力需要を積み上げたプロファイルを図1に示す。

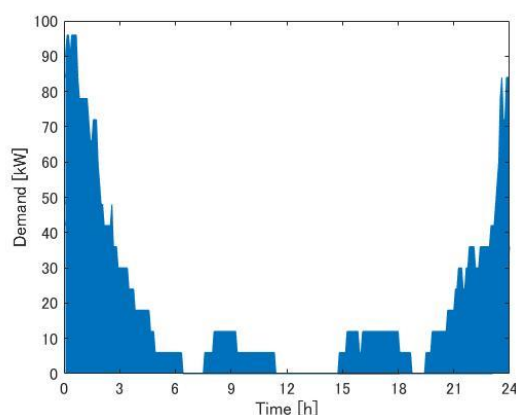


図1 100台分のEV電力需要プロファイル

次に、配電設備の容量超過が発生する場合にはDRを行うとしてEVプロファイルを更新した。2

表 1 配電系統構成

	線路長 [m]	柱上変圧器数	低圧需要家数 (PV・EV 導入)	最大負荷(重負荷日) [kW]	最大負荷(軽負荷日) [kW]
住宅密	28920.5	935	7840	18084	14270
郊外	41283.2	708	3981	8997.9	6384.3

※ 郊外系統ではメガソーラーを含む

つの系統における重負荷，軽負荷の2つの負荷断面について，配電用変圧器のみを対象とした DR，柱上変圧器のみを対象とした DR，配電用変圧器 DR 後に柱上変圧器 DR を行うトップダウン式 DR，柱上変圧器 DR 後に配電用変圧器 DR を行うボトムアップ式 DR の計 16 パターンで計算を行った。DR 後も容量超過が発生する設備は増強するとし費用算出を行った。

3. シミュレーション結果

本章では，何も対策を講じなかった場合と DR を講じた場合を比較する。図 2 に，住宅密な系統での DR による柱上変圧器の容量超過回避率を示す。DR を行うことで，本来増強するはずだった柱上変圧器の9割以上の容量超過が回避できることが示されている。

図 3 に，DR の実施により削減できた増強費用を示す。最も増強費用の削減効果の高い手法は，配電用変圧器と柱上変圧器双方に DR を実施した場合であり，何も対策を講じなかった場合の費用約 3 億 1000 万円と比較して約 3 億円の増強費用を削減することが可能である。一方，柱上変圧器のみに DR を行った場合では約 5000 万円の削減効果にとどまっている。これは，配電用変圧器の増強費用が配電ネットワークの増強負担において支配的な設備であることを示している。つまり，

DR を実施する場合には配電用変圧器の容量超過を優先的に抑制することが重要である。

以上の結果から，EV-DR を行うことが経済的な配電ネットワークの設備効率化に寄与することが示された。

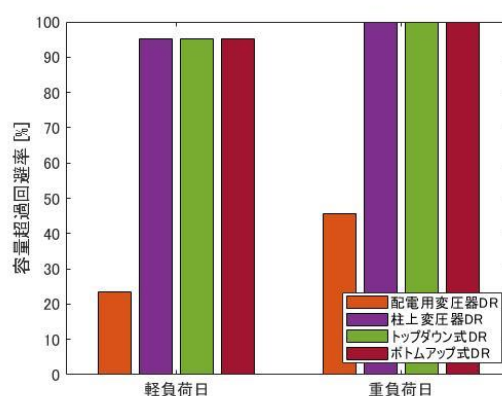


図 2 柱上変圧器における容量超過抑制率 (住宅密)

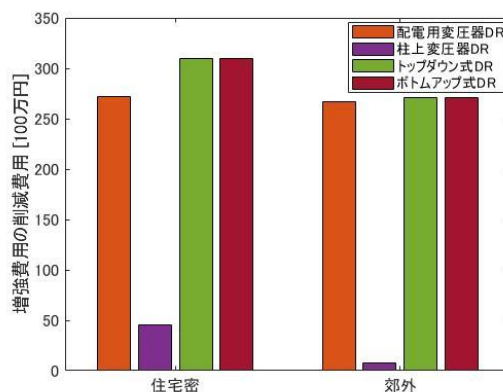


図 3 EV-DR により削減可能な増強費用

参考文献

- 1) 吉永 敦 他: Grid EMS 手法の多面的評価を目的とする配電ネットワークの標準解析モデルの構築, 環境エネルギー工学会論文集, 平成 27 年度電気学会 電力・エネルギー部門大会, 論文 II (2016).
- 2) 高橋 雅仁 他: EV アグリゲーションによる VPP 事業の可能性評価 -九州 V2G 実証事業における当所の 3 年成果-, 電力中央研究所報告, GD21001 (2021).