

BD1 EV 充電ステーションを通じた都市交通と配電システムの 連成シミュレーション

Coupled Simulation of Urban Traffic and Power Distribution System through EV Charging Station
都市エネルギーシステム領域
08E19021 大日方将人 (Masato OBINATA)

Abstract:

Electric Vehicles (EVs) and Photovoltaics (PVs) are one of the effective methods to reduce CO₂ emissions. However, there are some concerns such as declining reliability of power distribution system because of increasing demand of EV charging and increasing reverse power flow from PVs and deterioration of traffic conditions because of congestion of EV charging stations (CSs). In this research, coupled traffic and distribution system simulations were conducted to clarify the phenomena that occur due to the interaction between traffic and the power system through CSs. This research shows that controlling charge output and CS choice is important to maintain the reliability of power distribution system. However, this control method can deteriorate traffic situation. More specific consideration is necessary to clarify those complicated interactions.

Keywords:

Electric vehicle, Photovoltaic, Charging station, MATES, OpenDSS

1. はじめに

脱炭素社会の実現に向け、電気自動車 (EV) や太陽光発電 (PV) をはじめとする再生可能エネルギーの普及が進められている。しかし、EV 充電需要の増加や PV 逆潮流の増加によって配電システムの安定性が低下する可能性や、充電ステーション (CS) 付近の混雑により、道路交通網への悪影響が懸念される。内田ら¹⁾は現実の道路交通網に仮想的な配電システムモデルを組み合わせ、交通シミュレーションの結果を電力シミュレーションに反映させる片方向の連成シミュレーションを行った。本研究では EV 普及に伴い、CS を通して相互に影響しあう交通と配電システムについて、それぞれの既存のシミュレータを連成させる数値解析を行うことによって、発生しうる現象を明らかにし、EV と PV を適切に運用する手法について検討する。

2. シミュレーション構成

交通流シミュレータ eMATES²⁾ と配電システムシミュレータ OpenDSS³⁾ を連成し、実行する際の構成について図 1 に示す。本研究では、1: 連成のみ実行、2: 必要に応じて OpenDSS から CS 出力制御、3: eMATES で分散して CS 選択を行うよう制御、4: 双方向に制御の 4 つのシナリオについて検討する。

実際の道路交通量を参考に eMATES で発生する交通量を設定し、EV 混合比率を 20% とした。特に夕方以降の交通量を増加させ、帰宅後 EV 充電を行う状況が再現されるよう設定した。

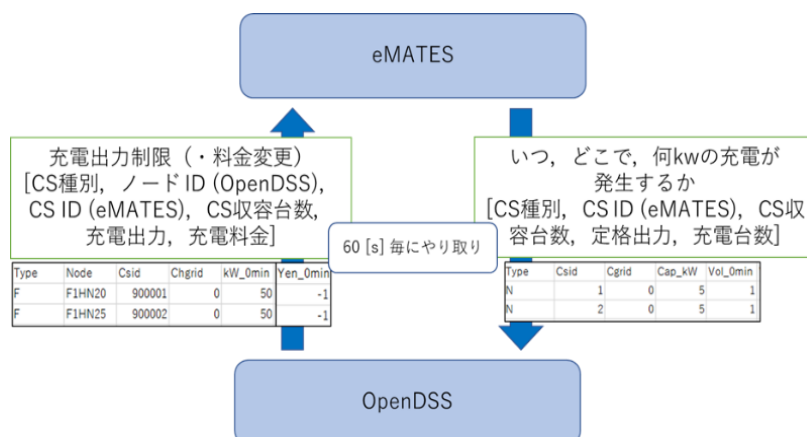


図 1. 連成シミュレーションの構成

3. シミュレーション結果

連成シミュレーションのみを実行し、EV 充電に関する制御が行われていないシナリオ 1 では、夜間にかけて普通充電需要が増加し、基準電圧 ($101 \pm 6 \text{ V}$) を逸脱している箇所がみられる。出力制御を行ったシナリオ 2 と CS 選択における制御を行ったシナリオ 3 では電圧低下が軽減され、双方向に制御を行ったシナリオ 4 ではさらに低下が抑えられている。また、表 1 に CS で充電待ちをする EV 台数の平均を示す。CS 選択を分散させる制御により、待ち台数が減少する一方で、出力制御によって待ち台数が増加する。

本研究では、電流値の閾値 (125 A) をシステムの 1 か所でも超過した場合、全 CS に対して一括して充電出力を半分とする出力制御を行ったが、配電システムの安定性を確保しつつ、EV 充電にかかる時間を短縮し交通網への悪影響を軽減するため、1 柱上変圧器単位での出力制御を行うなど、より細かな単位での制御を行うことが双方にとって重要であると考える。

表 1. CS 充電待ち台数

シナリオ	充電待ち台数 (台)
1	4.9
2	7.9
3	0.5
4	2.0

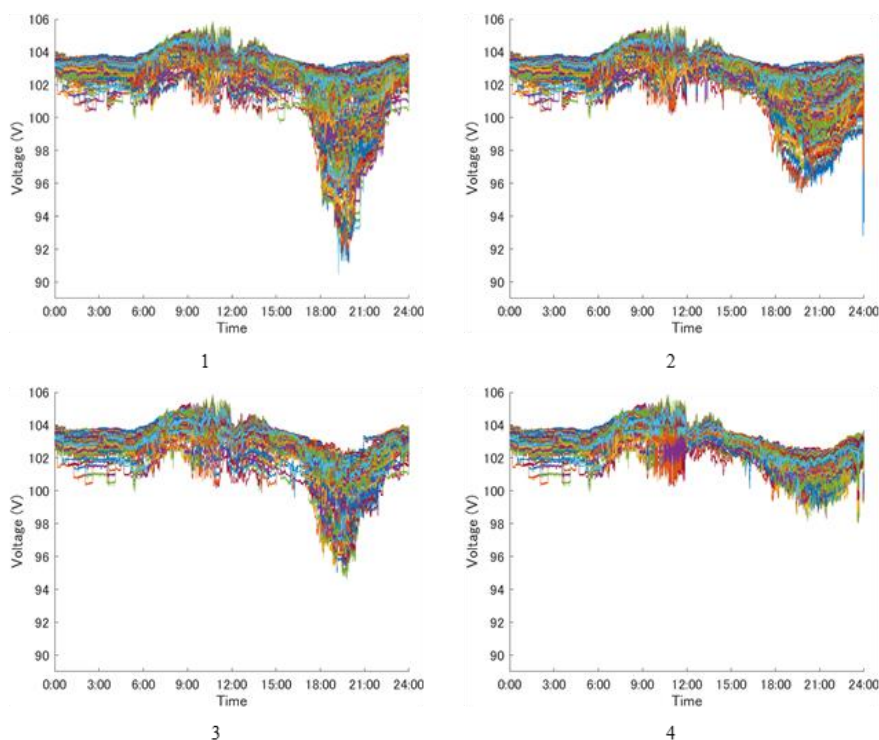


図 2. 電圧変動の様子 (各図下はシナリオ番号を表す)

4. まとめ

本研究では交通と配電システムの同程度に詳細なシミュレータ組み合わせ、連成シミュレーションを行うことによって、EV 充電ステーションを通じた双方への影響について明らかにした。配電網と交通網のどちらか一方の状況のみを考慮して制御を行うと、もう一方に悪影響が及ぶ可能性があるため、連成シミュレーションを通して制御手法等について更に検討を重ねる必要がある。

参考文献

- 1) 内田英明, 藤井秀樹, 吉村忍: 道路交通網と電力システムの連成シミュレーション, 人工知能学会全国大会論文集, 2018
- 2) 内田英明, 藤井秀樹, 吉村忍: マルチエージェント交通シミュレーションにおける充電を考慮した EV の経路選択, 人工知能学会論文誌, Vol. 32, No. 5, pp. AG16-I_1-9, 2017
- 3) EPRI ; OpenDSS, <https://www.epri.com/pages/sa/opensdss> (アクセス日: 2022.11.28)