

電気自動車の走行と充電が電力網に与える影響のシミュレーション

藤井 秀樹、田中 瑞基（東京大学）、内田 英明（大阪大学）、吉村 忍（東京大学）

<http://save.sys.t.u-tokyo.ac.jp>, fujii@sys.t.u-tokyo.ac.jp

はじめに

電気自動車（electric vehicle; EV）を介した道路交通網と電力系統間での相互の結びつきがより強くなると考えられている。本発表では、交通流シミュレータと電力シミュレータとを組み合わせ、連成シミュレーションによって道路交通と電力系統が相互に与える影響を評価した研究の内容について報告する。

1. シミュレーション手法

（1）交通流シミュレータ MATES

ADVENTURE_Mates（以下 MATES）は著者らが開発する、車両移動を詳細に表現することが可能な微視的交通流シミュレータである[1]。自動車やバス、歩行者等の交通主体は周囲の状況を知覚して自律的に行動し、交通主体どうしの相互作用の結果として渋滞などの複雑な交通現象が創発される。

本研究では、公開版の MATES に対し EV の電力消費および充電ステーション（charging station; CS）の選択、CS における充電行動を追加実装したバージョンを使用する。本シミュレータを用いると EV の電力消費に関する実測値を高い精度で再現できる[3]。

（2）電力シミュレータ OpenDSS

OpenDSS は米国電力研究所によって開発・公開されている配電シミュレータである[2]。シミュレータ内部では潮流計算が行われる。潮流計算とは、電力系統において発電機から供給される電力が送電線や変圧器を通してそれぞれの負荷ノードに流れる様子を求める計算である。

（3）2つのシミュレータの連成

複数のシミュレータを組み合わせる連成シミュレーションをおこなうためには、シミュレータ間で情報の受け渡しをおこなう必要がある（図 1）。EV が充電を行うと充電器の運用条件が変化し、その結果として潮流計算の計算条件

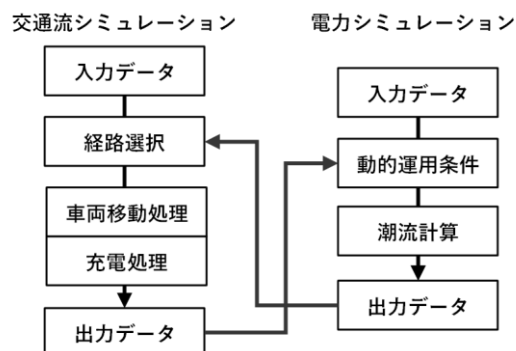


図 1 連成シミュレーションの概要

が変化する。また将来的に潮流計算の結果をもとに充電料金にインセンティブをつけ EV を誘導する等の方策がとられた場合、EV が選択する経路が変化する。EV の行動の変化から生じる交通システム全体の変化の様子を捉えられる点が、本研究に微視的なシミュレータを用いる利点である。

2. シミュレーションの妥当性の検証

図 2 のような単純な道路ネットワークを用意し、道路の各端点に CS を配置して、表 1 にある A、B、C のシナリオで実験を行った。CS における電圧値について、シナリオ A と B の比較を図 3 に、シナリオ A と C の比較を図 2 に示す。グラフ中の線のラベルは図 2 中の丸印に付けられたラベルと対応する。

図から、連成により電圧降下が生じるノードが存在していることがわかる。EV の充電行動によって CS での電圧降下が生じていることを意味する。また図 3 と図 4 を比較すると CS の出力を半分にすることによって電圧降下も半分程度になっており、出力値と電圧降下値に比例関係があることも確認された。

3. 那覇市のシミュレーションへの適用

構築したシミュレータを、EV の導入ポテンシャルが高いとされる沖縄県那覇市に適用した。

表 1 検証シナリオ

	連成	EV 台数	急速充電器 出力[kWh]	普通充電器 出力[kWh]
A	なし	40	50	5
B	あり	40	50	5
C	あり	40	25	2.5

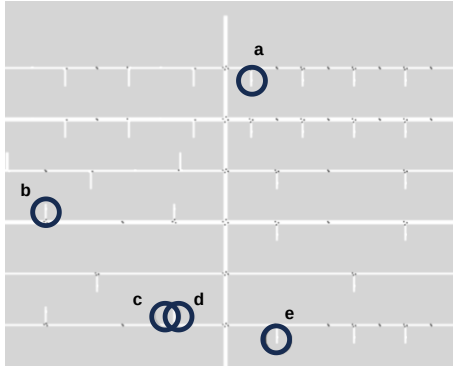


図 2 検証に用いた地図

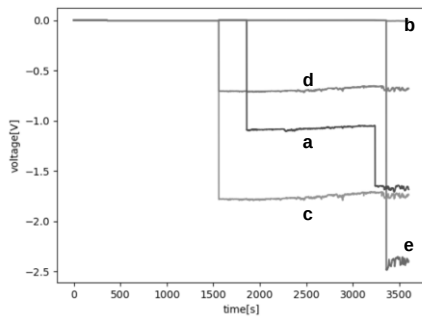


図 3 シナリオ A と B の電圧の差

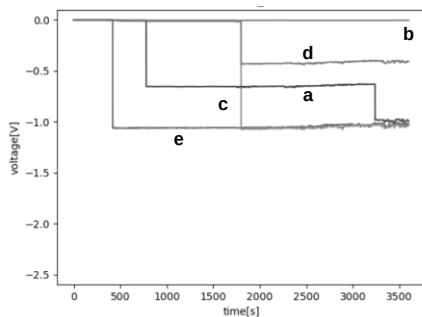


図 4 シナリオ A と C の電圧の差

CS の位置は沖縄県電気自動車充電マップの情報にもとづいて設定した。

結果の一例を図 5 に示す。これは走行車両のうち 50%が EV と仮定した場合の、7 箇所の CS における 8 時から 14 時までの電圧値の変動を、EV が走行しない場合、すなわち充電が発生し

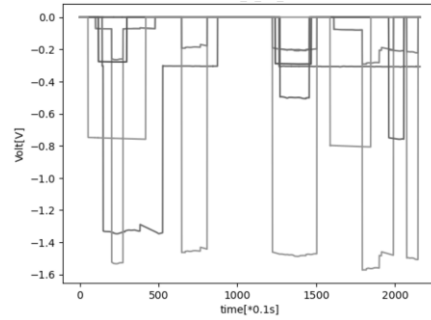


図 5 那覇市のシミュレーション結果の例

ない場合の電圧値と比較したものである。

出力の大きな CS の電圧降下の値が大きくなる傾向はあるが、配電モデルの効果により、その値は場所に依存して大きく異なることがわかる。また、配電線の近い部分に存在している CS は互いの電圧に影響を及ぼしている様子も確認された。高出力の充電器を 1 箇所の CS に多く配置することも検討されているが、その際には電圧降下値も大きくなると考えられるため、事前に十分に検討する必要があるという知見が得られた。

おわりに

交通と電力の連成シミュレータを構築し、それを沖縄県那覇市に適用した。得られた結果から、今後 EV が普及した場合の電力系統に与える影響および生じる可能性のある課題について考察を行った。

今後の展望としては、たとえば蓄電池としての活用を可能とするなど、EV の機能を追加することなどが挙げられる。

参考文献

- [1]Yoshimura S., MATES: Multi-Agent Based Traffic and Environment Simulator - Theory, Implementation and Practical Application, CMES, vol. 11, no. 1, pp. 17-25, 2006.
- [2]Dugan R.C. and McDermott, T.E., An open source platform for collaborating on smart grid research, IEEE Power and Energy Society General Meeting, pp. 1-7, 2011.
- [3]森岡, 内田ら, 実車走行データを用いた EV 電力消費推定モデルの構築, 信学技報, vol. 121, no. 436, pp. 44-47, 2022.