

5

電気自動車充電施設の配置を考慮した
交通ネットワーク運用に関する研究東京大学教授
福田 大輔

充電施設を有する道路ネットワークにおける電気自動車(EV)の経路選択行動と消費者の車種選択行動の相互依存関係を数理的にモデル化した。まず、様々なタイプの電気自動車充電施設の空間的配置に基づくEV普及の可能性を包括的かつ定量的に評価することを念頭に、電気自動車充電施設の空間的配置とドライバーの日常的な経路選択行動、及び長期的な自動車購買行動の相互依存関係を記述する数理モデル開発を行った。次に、EVカーシェアの普及に向けて、給電施設の配置を検討するための交通手段選択・経路選択行動を考慮した分担・配分統合型確率の利用者均衡モデルを構築した。仮想のネットワークを対象とした数値シミュレーションを通じて、構築した充電施設配置評価システムが適切に挙動することを確認した。

自主研究「電気自動車充電施設の配置を考慮した交通ネットワーク運用に関する研究」(日交研シリーズ A-815)

1. 背景と目的

電気自動車 (EV: Electric Vehicle) の普及促進にあたり、その走行性能上の課題が大きく影響すると考えられる。特に、車両購入費の高さ、航続距離の短さ、充電施設の不足、長時間の充電の必要性といった EV 特有の特性が消費者に抵抗感を与えており、これらを改善すべく近年様々な充電施設が提案、導入され始めている。特に従来の有線型充電施設に加えて、最近では、ワイヤレス充電の技術を応用し走行中に EV が充電可能な無線給電レーンが提唱されている。これらの充電施設には一長一短があり、導入に際しては、利用者行動を考慮して導入の効果を適切な手法で事前に評価する必要がある。

本研究では、充電施設を有する道路ネットワークにおける EV の経路選択行動と消費者の車種選択行動の相互依存関係を数理的にモデル化し、給電施設配置に関する包括的評価を行う枠組の構築を行うことを目的とする。

2. EV充電施設の配置が経路・車種選択に及ぼす影響の評価

1) 目的

まず、電気自動車充電施設の道路ネットワーク上における配置がドライバーの経路選択行動と車種選択行動に及ぼす影響を包括的に評価するための数理モデルを構築することを目的とする。モデルの特徴としては、(1) EV 需要の増大に伴う充電施設需要の増大によって生じる充電施設のサービスレベルの低下 (充電待ち時間の増大) を明示的にモデル化していること、(2) これらの充電施設を有する道路ネットワーク上において、多様な目的地へのアクセス性を考慮した消費者の車種選択行動をモデル化することなどが挙げられる。

2) モデル構造

モデルの概略を図 1 に示す。個人(ドライバー・消費者)の短期的な交通行動(混雑ネットワークにおける日常的な交通行動における選択)と、長期的な選択行動(車両購入(保有)に関する選択)を包括的に記述するものである。

短期的には、個人はドライバーとして、与件の充電施設配置のもと、旅行時間、燃料費や電気自動車特有の特性(航続距離の制約、充電待ち時間、充電時間など)を考慮して、自身の効用が最大となる経路・目的地を選択する。他方長期的には、個人は消費者として車両購入費、及び短期的な選択行動の期待効用(均衡旅行コスト)を考慮した上で、自身の効用が最大となるような車種を選択する。

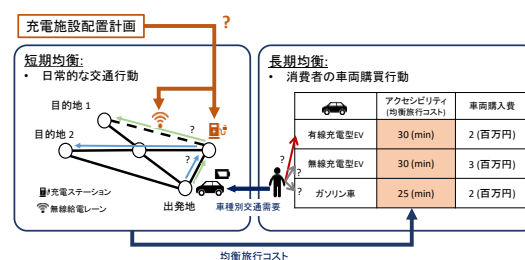


図1 経路・車種選択モデル (交通均衡モデル) の構造

3) Sioux-Falls ネットワークによるケーススタディ

モデリングや数値設定等の詳細は文献^[1]を参照されたい。対象ネットワーク (図2) において電気自動車(有線充電型 EV、無線充電型 EV)の均衡時パスフローに着目すると、経路充電の必要のない起終点ペア(0→6、1→6、1→19)のトリップでは電気自動車の経路選択肢は制限されていないのに対し、経路充電が必要な起終点ペア(0→19)では、電気自動車の経路選択肢が各車種の充電施設

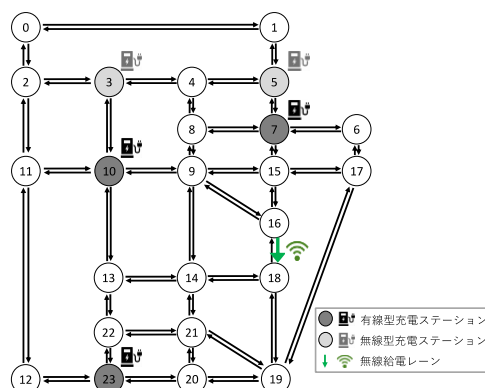


図2 対象ネットワークと充電施設配置の設定

設を通過する経路に制限されており、モデルの基本的な特性が適切に反映されていることが確認される。また、各出発地ノード別、所得階層別均衡車種シェアに着目すると(図3)、所得が低く目的地ノード群に対してトリップ長が長い出発地ノードほど、電気自動車の普及シェアが小さくなっていることが確認される。

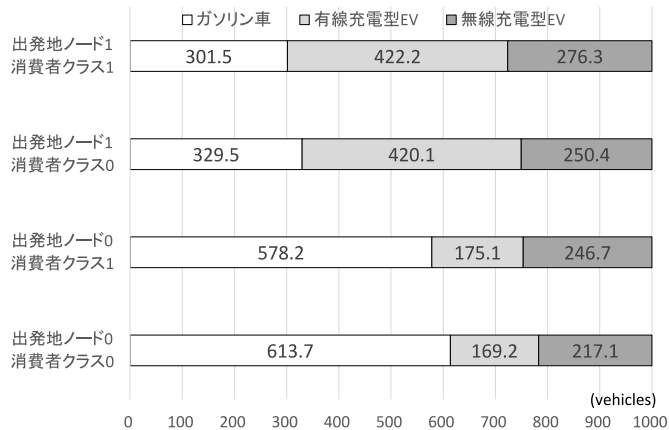


図3 均衡時の車種シェア

3. ワンウェイEVカーシェアリングを考慮した給電施設配置の評価

1) 目的

次に、EVカーシェアの普及に向けて、給電施設を道路ネットワークにどのように配置することが望ましいだろうかという問いを立て、複数種類の給電施設が配置された混雑道路ネットワークにおける利用者の交通手段選択・経路選択行動を考慮した分担・配分統合型確率的利用者均衡モデルのプロトタイプを定式化した。

2) モデル構造

モデルは分担・配分を統合した Logit 型の確率的利用者均衡配分をベースとしており、旅行者は、旅行時間、利用料金、カーシェアやEV特性などを考慮して、自身の効用が最大となる交通手段と経路選択することを行動規範として仮定するものである。

3) Sioux-Falls ネットワークによるケーススタディ

モデリングや数値設定等の詳細は文献^[2]を参照されたい。図4のネットワーク上の青矢印は、起点、終点のノード番号がそれぞれ0、19のOD交通で選択された9つの経路が通るリンクを示している。比較のため、図4のネットワークにさらにノード10-13、13-22、22-23間にWCL(無線給電レーン)を加えたネットワーク(図5)の配分結果も示す。両結果を比較すると、仮想ネットワーク1では、ノード22周辺のリンクを含む経路が選択されていないのに対し、仮想ネットワーク2では選択されていることがわかる。また、図6は利用料金を変化させた料金収入変化を表しており、50円付近で料金収入が最大になっていることが確認される。

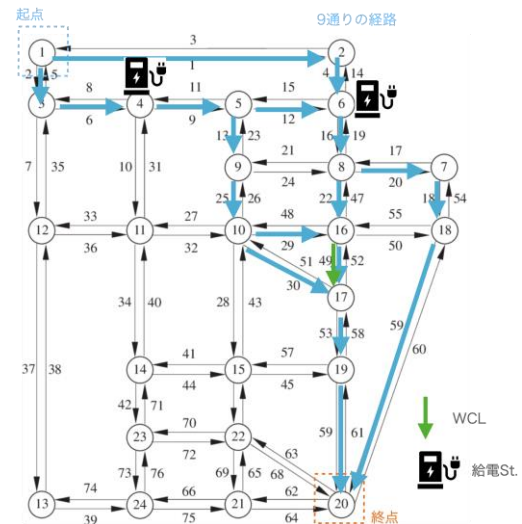


図4 仮想ネットワーク1の経路パターン(起点:0, 終点:19)

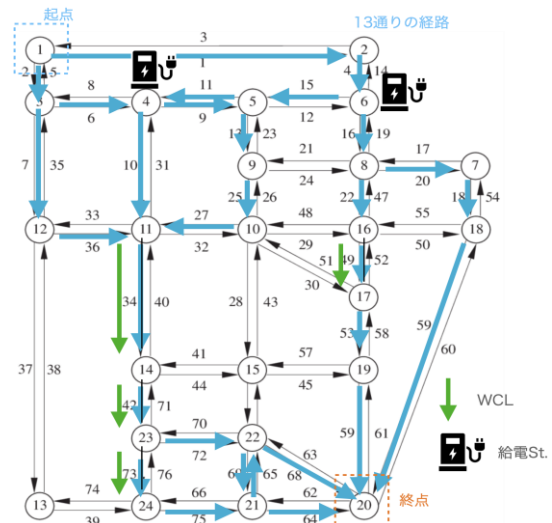


図5 仮想ネットワーク2の経路パターン(起点:0, 終点:19)

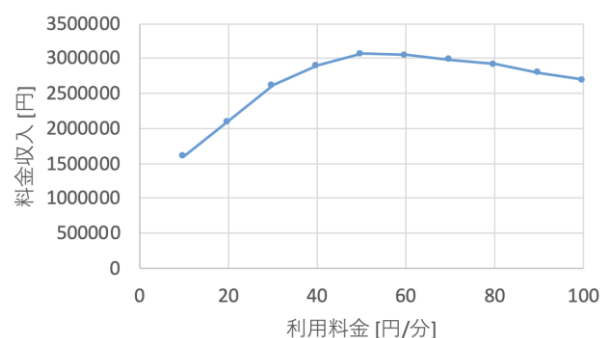


図6 料金収入に対するカーシェア利用料金の感度分析

参考文献

- [1]城間洋也・福田大輔 (2021)「電気自動車充電施設の配置がドライバーの経路・車種選択に及ぼす影響の評価モデル」土木学会論文集, 第76巻, pp. I_847-I_858.
- [2]壇辻貴生・城間洋也・福田大輔 (2020)「ワンウェイEVカーシェアリングを考慮した混雑道路ネットワークにおける給電施設配置に関する研究」土木計画学研究・講演集, 第62巻.