電力×交通セクター統合モデルと電気自動車の充電需要推計

環境エネルギー工学専攻　環境工学コース
准教授　芳澤 信哉

1. はじめに

2050 年のカーボンニュートラル実現に向けて，太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーを主力電源とするだけでなく，産業・民生・運輸といった各部門における徹底した省エネルギー化と電化の推進が不可欠である。これらの取り組みは，エネルギーの「供給側」と「需要側」の両面から，総合的かつ連携的に進める必要がある。たとえば，電気自動車（EV）の導入においても，単なる普及促進にとどまらず，EV に供給する電力自体の脱炭素化が求められており，再生可能エネルギーを最大限に活用できる仕組みの整備が重要となる。こうした背景を踏まえ，近年注目されているのが，エネルギー供給側の配電網と需要側の交通網を統合的に分析・制御する「セクターカップリングモデル」や，需要と供給の動的な連携を可能にする「エネルギーマネジメントシステム（EMS）」である。本稿では，現在開発を進めている「電力×交通のセクターカップリングモデル」や研究成果の一例として，EV 走行電力消費と充電需要の推計モデルについて紹介する。

2. 電力×交通のセクターカップリングモデルの開発

人々の生活の場である都市空間を対象に，配電網の電気的挙動と交通網における車両ダイナミクスを反映し，EV 充電設備を介した配電網と交通網の相互影響を精緻に再現する「電力×交通セクターカップリングモデル」の構築に取り組んでいる（図 1 参照）。このモデルでは，電力・気象・流動人口などの各種データを入力とし，配電網においては電圧安定性，再生可能エネルギーの利用率，CO_2排出量などを，交通網においては道路混雑状況，移動時間，充電コストなどを指標として，開発中の EMS モデルの導入効果を多面的かつ定量的に評価することが可能である。さらに，これらの評価結果をもとに，脱炭素化に向けた課題の抽出や，脱炭素社会の実現可能性を多角的に検討するための評価体系の確立も目

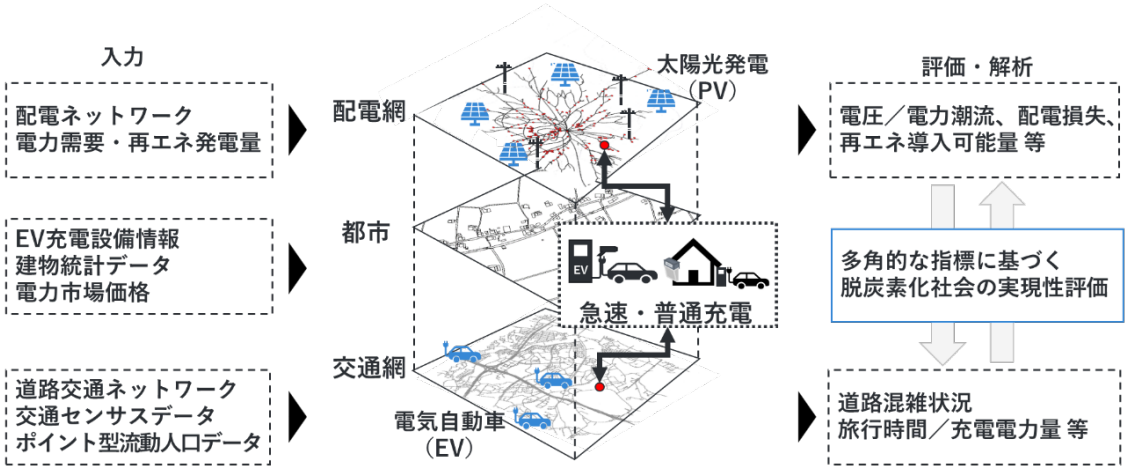

図 1　電力×交通セクターカップリングの全体像

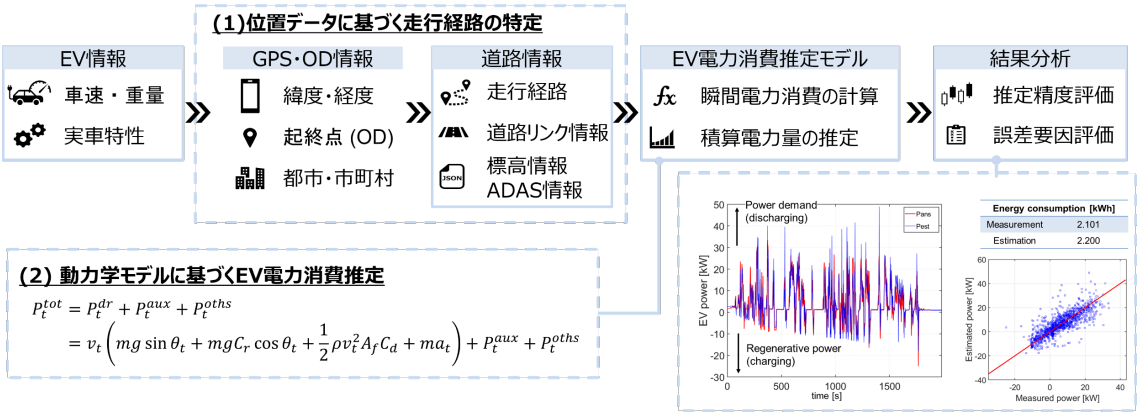

図 2　EV 電力消費推定モデル

指している。

3. EV 走行電力消費推定モデル

EV は移動手段であると同時に，蓄電池としての機能を有しており，電力系統においては再生可能エネルギーの出力変動への対応や需給調整に利用できるため，カーボンニュートラル社会の実現に欠かせない要素である。一方で，EV の普及が進展した場合には，電圧品質の低下や配電線の混雑といった系統上の課題が生じる可能性が懸念されており，EV が配電網に与える影響評価や，系統貢献ポテンシャル（フレキシビリティ）を把握することが極めて重要である。

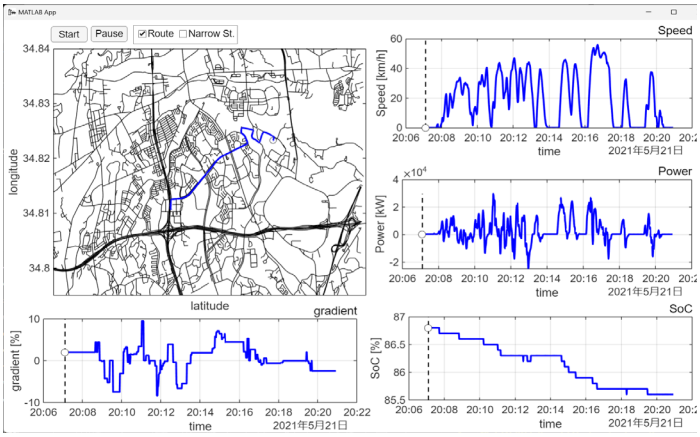

図 3　可視化の例

こうした背景を踏まえ，近年利用可能となったスマートフォンの GPS 測位による緯度・経度の点列データを含む位置情報ビッグデータを活用し，EV の走行特性および充放電挙動を模擬する EV 電力消費推定モデルを開発した（図 2 参照）。本モデルでは，GPS 軌跡から走行経路を特定し，道路勾配や車速などの情報を入力とした動力学モデルに基づき，走行時の電力消費量を推定している。推定結果においては，瞬間的な電力値に誤差は見られるものの，推定された電力波形は実測の消費電力波形と高い一致を示しており，本モデルの推定精度が十分に高いことが確認された。さらに，図 3 に示すように，道路情報，走行データ，電力消費量を可視化することにより，EV ユーザの運転特性の把握を可能とした。

4. 関西地域における EV 充電需要の推計

上述したモデルの応用例の一つとして，関西地域における EV 充電需要の推定を実施した。関西圏の市区町村を対象とし，位置情報ビッグデータに基づく車両データがすべて電動車両に置き換えられたという仮定のもと，EV の充電需要を推計した。本推計においては，EV のバッテリー容量を 62kWh，定格充電電力を 6kW，出発時のバッテリー残量を 70%，平均電費を 5.0km/kWh と設定し，当日の走行によって消費された電力量を，帰宅後に充電す

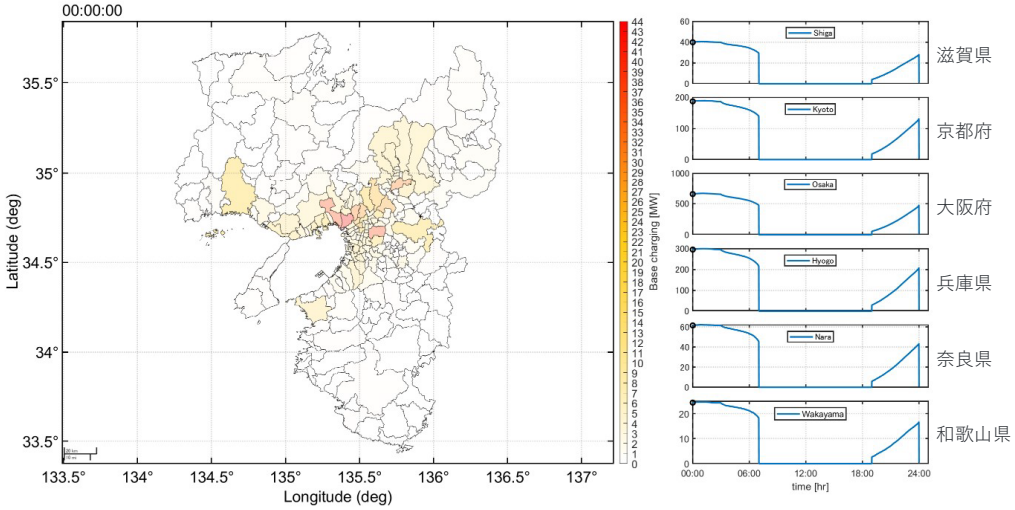

図 4　近畿 2 府 4 県における EV 充電需要の推計結果の例

るという前提で需要を算出した（図 4）。位置情報ビッグデータを活用することで，都市に居住する人々の生活様式や自動車の利用特性（走行距離，到着時間など）や地域特性に応じた EV 充電需要の推定が可能となる。EV ユーザの運転パターンおよび充電ニーズを把握することにより，EV 充電設備の最適配置や配電網の混雑緩和策の提案といった実践的な施策への展開も期待できる。

5.　おわりに

本稿では，開発を進める「電力×交通セクターカップリングモデル」ならびに，EV の走行電力消費および充電需要の推計モデルについて述べた。EV はカーボンニュートラル社会の実現に不可欠な要素であり，今後もその普及拡大が見込まれる中で，エネルギー需給両面における影響と可能性を的確に把握することが重要となる。今後は，配電系統運用者と EV ユーザとの双方向連携によって得られるリアルタイム情報を活用しながら，再生可能エネルギーの最大限の利用と EV ユーザの利便性向上とを両立させる，次世代エネルギーマネジメントシステムの構築に貢献していきたい。

謝辞

本稿で示した研究成果の一部はパワーアカデミー研究助成により実施されたものである。

参考文献

1）芳澤 信哉，”流動人口データを活用した電気自動車の充放電ポテンシャル推計，” 電気学会誌 ，143,(9)，568-571，2023.
2）Y. Ota et al. ”e-mobility and energy coupled simulation for designing carbon neutral cities and communities,” IATSS Research ，47,(2)，270-276，2023.
3）Y. Yamaguchi et al. ”Feasibility assessment of net zero-energy transformation of building stock using integrated synthetic population, building stock, and power distribution network framework,” Applied Energy ，333，120568，2023.

早稲田大学先進理工学部卒業（2011 年）
早稲田大学大学院先進理工学研究科　修士過程修了（2013 年）
早稲田大学大学院先進理工学研究科　博士過程修了（2016 年）