太田 豊

Ota Yutaka［大阪大学大学院工学研究科 モビリティシステム共同研究講座 特任教授］

エネルギーとモビリティが創る スマートシティ

日本で電気自動車（EV）普及のスピードが遅い要因の一つが充電インフラの整備だと言われている。充電インフラの設計には電力ネットワークや交通ネットワークの情報をリアルタイムに把握する必要がある。充電インフラが整備され、物流トラックやバスまでが電動化し、自動運転が始まると、課題となっている物流問題を解決する可能性があり、建物や都市全体の姿も変容する。電力グリッドにモビリティを加えた都市レベルの制御を研究されている大阪大学大学院工学研究科モビリティシステム共同研究講座 特任教授の太田 豊氏に、車の電動化に伴う未来志向の都市インフラの姿をたずねた。

モビリティとエネルギーのマリアージュへ

— なぜ、EVの研究に入られたのですか。

私の専門は電力システム工学で、巨大なクリティカルインフラである電力ネットワークに興味を持って研究を進めてきました。1997年、私が学生の時にプリウスが発売され、モーターとエンジンの融合、ハイブリッドが話題になりました。まだ、EVはそこまで騒がれていなかったのですが、EVになると私の専門である電力システムとつながって、システムがより複雑になるので面白くなると思っていました。

それから10年が経過し、グリーンイノベーションや自動運転技術などが進んでEVが注目されるようになりました。そこで、普及するEVを電力グリッドにつなぎ、再生可能エネルギー（再エネ）による発電を利用して、建物のエネルギー効率も良くすれば、スマートシティにつながるのではないかと考えたのです。

EV普及のために必要な要素はスマートシティを動かすためのコンポーネントでもあります。EVは基本的に住宅で充電すれば良いのですが、大容量の蓄電池を積んでいるので分散型電源としても利用できます。最近、V2Hなどが注目を集め、EVと住宅を接続する機器は軒下などに置かれていますが、私はこれを車に組み込むべきだと考えています。そうすればEVと住宅の電力ネットワークがケーブル1本でつながります。すでにFord LightningやTeslaのサイバートラックは車に双方向OBC※1を搭載しています。これなら、自立電力供給ができ、発電機のような騒音も排気ガスもありません。民間のローカルグリッドのような応用にも向いていると思います。

また、道路灯などにカメラや各種センサを搭載すれば映像やCO_2濃度まで測れます。これに、車の走行速度や位置情報を収集するプローブデータ※2などの情報を統合すると、EVユーザーに安く充電できる場所や、遠くに行く際の充電ポイントも教えることができます。電力が逼迫しているエリアを避けて、ちょっと迂回した方が安い充電ポイントがある、とアドバイスすることで、渋滞の状態も変わります。これを交通網にフィードバックして交通信号も制御すれば、交通の最適制御も可能になるのです。そうすれば、まちに新たなにぎわいの場を創り出したり、空間価値を高める試みも可能になるでしょう。

※1 双方向OBC（オンボードチャージャー）：自動車・グリッド間の双方向充電が可能な機器
※2 走行中の各車両から、ブレーキ・速度計・カーナビなどによって取得する位置や速度などの情報。ネットワークを介して交通分析や渋滞予測などに利用する。

CONTENTS

特 集：モビリティが変容させる空間価値

SPECIAL INTERVIEW
太田 豊 氏 …… 1

SPECIAL EDITION
ESR東扇島ディストリビューションセンター …… 5
パナソニック彩都サービスパーツセンター …… 9
室蘭MaaSプロジェクト …… 11
フォレストプレイス香椎照葉ザ・テラス …… 13
大阪国際空港（伊丹空港） …… 14
SMARI・COMBO 実証実験 …… 15

RECENT PROJECTS
THE BONSAI Microcosm Journey さいたま市大宮盆栽美術館 …… 17
OPEN HOUSE ARENA OTA（太田市総合体育館） …… 19

くらしは文化
近鉄宇治山田駅本屋 …… 21

＊本誌では略称を用いています。また、一部敬称は略させていただきます。
表紙写真：ESR東扇島ディストリビューションセンター

EV充電インフラを設計するためのツール

— 日本のEV普及で課題となっているのは何ですか。

EV普及の際に課題になるのがユーザー視点からしても、充電インフラの充実です。EVを急速充電できる場所が増えると、EVの普及はより進むはずです。しかし、皆が勝手にEV充電器を設置すると、過剰なエリアや過疎なエリアができてしまいます。そこで重要になるのが充電インフラの設計ツールです。地図上に充電ポイントを表示し、自動車会社から走行しているEVの位置情報の提供を受け、どの電力ネットワークに余裕があるかの情報を電力会社からもらうと、EV充電器をどこに設置すれば良いかが分かります。米国標準の充電インフラ設計ツールには、収集したデータをもとに高速道路上にEV充電器が必要な場所を赤色のポイントで示しています。米国ではこのようにプラットフォームが完成しており、日本でもこれを構築する必要があります。

EVのドライバーは都市を加速良くキビキビと走り抜ける喜びを感じながら、充電ナビゲーションにより安心に遠くまで到達できるでしょう。急速充電ステーションは経路での買い物や食事・休憩で賑わうハブとすることで、充電を苦痛ではなく楽しみとなるような仕掛けも重要です。帰宅後は、EVオーナーに対してEV搭載蓄電池によるエネルギーマネジメントサービスを提供することで、省エネルギーとエネルギー需給の平準化を実現することが可能となります。クルマとして利用していない時に電気の出し入れが自由にできるEVは、都市計画の視点から見ると地域のモバイルバッテリーの重要な役割を担うことができるというわけです。

充電インフラを含めた都市インフラを効率的に構築・運用するための手法の一つにデジタルツインがあります。これは現実世界で集めたデータを仮想空間に再現する技術です。現実世界の情報を一対一でデジタル空間に再現するため、ツインという表現が使われています。これを活用することで、モノや人の動きを地図上にシミュレーションでき、高精度の分析や予測が可能になります。現在、国土交通省が日本全国の3D都市モデルをオープンデータ化するプロジェクト「PLATEAU※3」を推進していますが、まだ経産省や環境省とのデータインターフェースがよく取れていません。これにデータを集約するのも一つの方法だと思います。

National Renewable Energy Lab, "The 2030 National Charging Network: Estimating U.S. Light-Duty Demand for Electric Vehicle Charging Infrastructure" (2023)

提供：太田 豊

※3 国土交通省が様々なプレイヤーと連携して推進する、日本全国の都市デジタルツイン実現プロジェクト

スマートシティ・エキスポで体感した世界の動き

— スマートシティ・エキスポに行かれたそうですね。

2023年11月にスペインのバルセロナで開催されたSmart City Expo/Tomorrow.Mobility World Congressに行きましたが、まちのインフラをさばくためのオペレーティングツールであるデジタルツインを各国が構築していました。この展示会では自動運転EVが大量に出展されていました。日本では、人口が少ない郊外で小型の自動運転EVによって不便を解消しようとしていますが、現在の流れは都市交通としての自動運転です。近年、ライドシェアが話題になっていますが、高齢のドライバーが増加している日本こそ公共交通を自動運転に変えるべきだと思います。

大型EV車両は多くの人を運べますし、内装を変えると大量の貨物も運べます。先ほどのナビゲーションをうまく運用すると、配車をして人と物流をEVでさばくことが、スマートシティの中心になってきます。ヨーロッパの都市では、自動運転EV専有のエリアの確保やその際の一次駐車場所、パークアンドライドのスペースマネジメントの議論が進められていました。中国の都市部では、複雑な建物配置の中をアトラクションのように自動運転EVが駆け巡るコンセプトも提案されていました。建物やショッピングセンターの中をEV車両が通過するようになると、これまで迂回していたところを直進して人を運べます。このように、EVは建築や都市をも変えてしまいます。すでに中国は、そんなフェーズに入っているのです。

太田 豊 氏

2003年名古屋工業大学博士後期課程修了。博士(工学)。名古屋工業大学助手・助教、東京大学特任助教、東京都市大学准教授を経て、20年より現職。電力システム工学を専門とし、電気自動車と電力システムの統合、スマートシティ・プラットフォーム構築などに関する研究に従事。電気学会、IEEE会員。2023年度経済産業省資源エネルギー庁EVグリッドワーキンググループの有識者委員を務める。

EV普及のためのコンシェルジュ・ツール

— 大阪大学での取り組みをお聞かせください。

大阪大学のモビリティシステム共同研究講座では「EVコンシェルジュ・ツールの定着」「eモビリティを核としたスマートシティの展開」「自動運転とシェアリングによるモビリティ変革」をめざした活動を行い、全てのモビリティを電動化し、スマートシティのプラットフォームとなるビジネスにつなげようとしています。具体的にはEVシェアリングやキャンパスのEVバス、EVトラックの運用実証実験を行い、地域のeモビリティ・デジタルツイン構築をめざしています。

この講座は関西電力の出資による共同研究講座で、都市エネルギーシステム、まちづくり、電力経済など、大阪大学の先生が参加されており、皆さんからアドバイスをいただきながら進めています。

日本の課題は「EVに乗り換える際の判断材料」となる、EVコンシェルジュ・ツールが定着していないことです。このツールを使って、スマートフォンを車に載せて1カ月走行すると移動情報が取れるので、計算すれば走行スタイルが診断できます。すると、小型のEVで良いか、大容量バッテリーを積んだタイプが良いかをメーカーや車種まで含めて購入者に提案できます。これをカーディーラーに配りたいと思っています。バスも同様で、すでに一般路線までGPSデータを取っているので、電動バスにしたいという依頼があれば導入にご協力できます。

リアルな地域でデジタルツインに挑戦

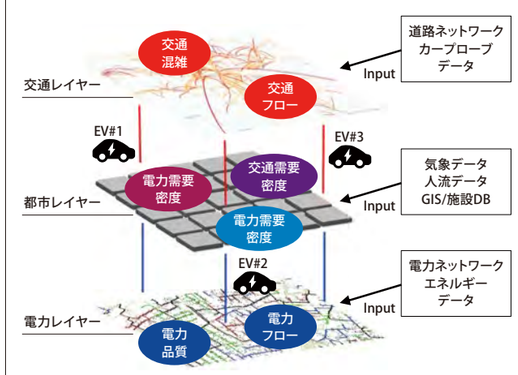
— デジタルツインの構築についてお聞かせください。

現在、建物と充電インフラをGIS※4に落とし込んでいる段階です。住民数が分かればどれくらいエネルギー消費があり、どの時間にどれくらい電気を使うかが計算できます。また、ETC2.0など公共のプローブデータから、都市域を駆け巡るいろいろな車の動きを再現することで、都市をまるごとEV化する際の電気の必要量や充電インフラの必要数を予測できるようになるでしょう。eモビリティ・デジタルツインは、道路などの交通レイヤー、都市レイヤー、電力レイヤーという3つのレイヤーモデルで構成されており、EVの動きや気象・人流データ、電力ネットワークなどのデータを統合してシミュレーションするツールです。私たちはこれを、EV普及を進めようとしているまちや地域に、まずは実際に適用する準備を進めています。身近な大阪大学のキャンパスや周辺の市域に適用することで、教職員・学生さんや周辺の市民の方々へのEVコンシェルジュ・ツールから、充電インフラの小規模地域での設計が可能。また、スマートシティの効果検証までを一貫でシミュレーションできる威力を持っており、産官学民の協力の枠組みを活用すればデータ・モデルは万全に整うことでしょう。コンシェルジュ・ツールを幅広く展開すると、EVや物流トラック、バスなどの運行データが私たちの所に集まってきます。このデータが揃うと都市の充電インフラが最適設計できるのです。そして、ETC2.0や流動人口データを加えて分析することで、その結果をスマートシティにするために活用していきたい。

モビリティが変わると、建築物も変わり、物流も変わってきます。先ほど紹介した電源車にもなるEVに投光器を載せると、これまでライトアップできなかったところも光で彩ることができるでしょう。EVは社会を変えるとともに、まち全体をスマートに快適にしていくと思っています。

— ありがとうございました。

eモビリティ・デジタルツイン



提供：太田 豊

※4 GIS（Geographic Information System）：地理情報システム