

居村 岳広 研究室

創域理工学部 電気電子情報工学科 准教授

いむら たけひろ
居村 岳広 先生



研究室メンバー

EVの普及を大きく後押しする 走行中ワイヤレス給電を研究

約100 mの走行路を整備し実車を用いて実験

温室効果ガスの排出量を実質ゼロにするカーボンニュートラルの実現に向け、電気自動車（EV）の普及を目指す中で大きな課題の一つとなっているのが、EVの充電時間だ。充電時間の長さが普及を妨げる一因となっているのに加え、充電インフラの整備が十分でないため、帰省ラッシュの時期は高速道路のサービスエリアの充電インフラが混雑し、すぐに充電ができない事態が生じている。こうした問題を踏まえ、「2035年までに乗用車新車販売で電動車（EV、FCV、PHEV、HEV）100%実現」を目標に掲げるわが国では、電動車の普及とともに充電インフラの整備を進めるべく、施策が展開されている。

このEVの問題において、大きな可能性を持った技術として注目されているのが、太陽光発電と電気自動車への走行ワイヤレス給電（Dynamic Wireless Power Transfer：DWPT）を組み合わせたシステムだ。この回路と制御を開発し、実車を用いた実験に世界で初めて成功したのが、居村岳広准教授の研究室である。

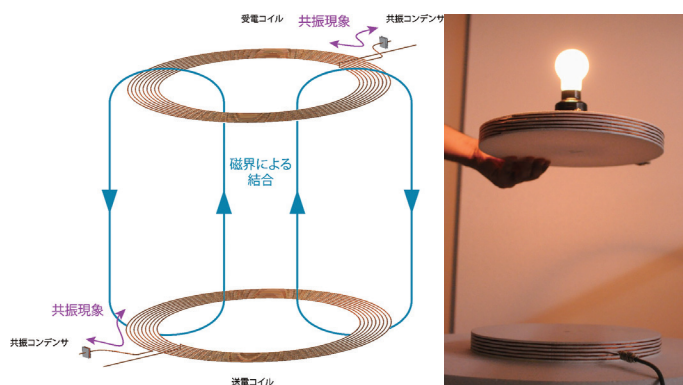
「これからのEVは2つの道があると思っています。一つはバッテリー容量の大型化、もう一つは太陽光発電などの分散型エネルギーと走行ワイヤレス給電を組み合わせる方法で、我々は後者に取り組んでいます。現在は、仮にEVの普及率が10%になっただけでも、サービスエリアの急速充電器を平均で30台から60台に増やさないといけない状況で、ゴールデンウィークやお盆休みなどの期間は殺到して充電できない事態

になりかねません。電動車100%を目指す上で、この問題はバッテリー容量の大型化だけでは解決できないのが現実です」と居村先生は説明する。

走行ワイヤレス給電とは、コイルを埋設した道路からワイヤレスで走行中のEVに電力を送る技術である。磁界共振結合の方式を用い、道路側に埋設した送電コイルに85 kHz前後の高周波の交流電流を流すと、電磁誘導の原理で交流磁界が発生し、ここに車両に搭載された受電コイルが近づくと、送受電コイル間で交流磁界が発生し、共振現象も利用することで、受電コイルに大きな誘導電流が流れてEVに高効率で供給できるという仕組みだ。

居村研究室では、野田キャンパスに国内最長となる約100 mの走行中ワイヤレス給電用のアスファルト走行路を整備し、コイルの素材の検討のほか、さまざまな埋設方法を試している。鉄筋コンクリート等への応用も共同研究で行っている。コイルを埋設することでコイルの特性が変化してしまうため、電磁界解析等の事前検証に基づいて埋設に適したコイル設計や埋設方法等を検討し、実際にアスファルト舗装内に埋設深さ、コイル形状等の条件を変えた複数個のコイルを埋設し、コイル特性、伝送特性、機械的特性を測定している。また、2025年には世界で初めて道路に貼り付けるタイプの送電コイルを開発。厚さはわずか9 mmで、埋設型とほぼ同等、一部は埋設型よりも良い評価のデータが取れているという。あわせて、漏洩磁界抑制や制御方法も研究している。

この動作に必要な電力の発電方法も環境に優しいこ



【図1・2】磁界共振結合の方式を用いたワイヤレス給電の仕組み



【図3・4・5】野田キャンパスにある約100 mのワイヤレス給電の走行路。実験用にさまざまなコイルが埋設されている

とが求められるため、居村研究室では道路近傍に設置したソーラーパネルから走行中の車両に電力を供給する方法を提案している。研究では、系統に接続するシステムや、系統から独立したシステムを提案し、自動車を用いた屋外実験で検証を行っている。

「走行ワイヤレス給電を東京―大阪間で整備しよう」とすると、往復約1,000 kmに対し、整備費用は1～3億円/kmのため、東京―大阪間往復で約1,000～3,000億円がかかる計算になります。現在はコイルのある箇所とない箇所が1：1の割合で交互に配置されるように敷設率50%ぐらいで計算していますが、最新の研究によると最適配置によってこれを10%まで落とせるといわれているため、実現すれば200～600億円で済みます。さらに、貼り付け型は埋設型よりも整備費はもっと安くなる可能性があります。長期的に考えれば、走行ワイヤレス給電の整備コストは、非現実的な数字ではないと思います」

こうしたワイヤレス給電の技術はEVだけでなく、がん治療における体内機器への給電、海中ドローンや宇宙探査機への給電など、さまざまな分野での応用ができるのも大きな特長だ。

「ワイヤレス給電の技術は意外と色々な分野で使えて、“ここで使える”ということが分かるととても強力な武器になり得ます。必要とされる事柄が見つかり、それがダイレクトに研究につながりやすく、一つの分野だけでなく色々な分野を巻き込んで、研究の融合の見本市のようになっていることが面白いと思います」

さまざまな分野に展開されるワイヤレス給電

修士2年の佐々直哉さんは、走行中ワイヤレス給電の送電コイル側の設計に関する研究に取り組んでいる。「道路にコイルを埋設するには、電気的特性以外に機械的特性やコストを考える必要があり、それらの最適化について研究しています。具体的には、コイル

を薄型化してもコストが削減できるか、車に踏まれても機械的に大丈夫か、送電コイルとしても電氣的に問題ないかといったことを実験しています。電気的特性、機械的特性、コストはトレードオフの関係なので、何をもって『最適化』というのか、その目標設定が難しかったりします」と佐々さん。居村研究室が持つ走行路のコイル埋設も佐々さん自が行ったそうだ。

修士2年の村山のぞみさんは、走行中ワイヤレス給電と太陽光発電を組み合わせたシステムに関する研究に取り組んでいる。「エネルギーマネジメント的な観点で、太陽光発電で得られた電力をどのように効率的に走行中ワイヤレス給電に用いるかという全体のシステムが安定する方法を模索しています。太陽光発電を模擬した装置を使って日射量などを変更しながらベンチ実験も行っています。太陽光発電は日が落ちると発電がなくなり、走行中ワイヤレス給電は車の有無で電力需要が変わり、両方とも変動する値のため、二つの変数を扱いながら安定させることが研究の難しいところです」と村山さんは話す。

修士1年の高橋美憂さんは、がん細胞に光を当てて死滅させる「光線力学療法」におけるワイヤレス給電の活用に関する研究に取り組んでいる。「現在の光線力学療法は、食道がんなど体表に近い部分にあるがんには適用できていませんが、体内に光源を埋め込んでワイヤレスで給電することで、すい臓などの深部臓器のがん治療にも適用できる可能性があります。コイルの構成などによって体内に埋め込むデバイスのサイズをいかに抑えられるかについて研究しています。医療分野に関する研究のため、知識の壁に直面することもあります。居村先生と相談しながら共同研究している薬学部の方に色々と尋ねたりして知識を補いながら研究しています」と高橋さんは話す。学生の研究内容からもワイヤレス給電の多様な可能性がうかがい知れた。 城市 奈那（株式会社ジェイクリエイト）