

走行中非接触給電デモンストレーションシステムの構築

AE13086 千川晶大

指導教員 藤田吾郎

1. はじめに^[1]

近年、経済発展に伴い、世界中で自動車が普及し、日常生活に必要不可欠なものとなっている。一方、石油枯渇問題やCO₂排出が原因とされる地球温暖化などの環境問題が深刻化し、自動車はこれらの問題に大きく寄与してしまっている。そこでガソリン車と比べて二酸化炭素(CO₂)の排出削減に繋がるとされる電気自動車(EV; Electric Vehicle)やプラグインハイブリッド自動車(PHV; Plug-in Hybrid Vehicle)の開発が進められてきた。これらの普及が環境問題の解決に貢献できると考えられている。

現在のEVの充電方式はプラグイン方式が主流である。しかしながらこの充電方式は充電にかかる手間や時間、感電の危険性などの問題があり、普及が進まない要因の一つとなっている。EVの普及にはこれらの問題を解決することが求められている。

2. 研究目的

EVを走行中に給電することが可能となれば、停車して充電する時間を削減し、航続距離の拡大、更にEVに搭載するバッテリーの軽量化も可能となり、低価格化も進むと考えられる。したがって、この走行中非接触給電システムの構築が可能となれば、EVの普及に繋がると考えられる。本研究では、図1に示すような走行中非接触給電システムの開発や運用方法の検討を目的とした研究を行う。その中でも本稿ではデモンストレーション装置と制御・観測プログラムを製作し、実際の走行中給電システムの再現について記述する。

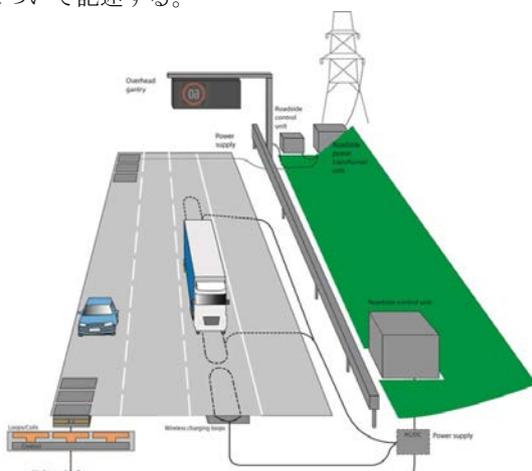


図1 走行中非接触給電のイメージ図^[2]

3. 非接触給電^{[3][4]}

非接触給電とは、高周波の電界、磁界、もしくは電磁波を介して無線で給電を行う技術である。金属端子を持たないため、漏電の危険性や接点の摩耗による劣化が無いことに加え、機器を充電器に近づけるだけで給電が行えるなどのメリットがあり、多様な応用が期待されている。送電方法によっていくつかの種類に分類でき、代表的なものには、磁界共鳴方式、電磁誘導方式、マイクロ波方式などがある。

3.1 磁界共鳴方式

磁界共鳴方式は、米国のマサチューセッツ工科大学の研究グループが2007年に提唱した共鳴（共振）送電方式である。原理は音響的共鳴と似たもので、送電側・受電側のコイル（L）とキャパシタ（C）を用いたLC共振を利用し、空間に蓄積される磁気エネルギーを通して伝送を行っている。伝送距離が電磁誘導方式と比べて長いいため、多少の位置ずれにも強く、コイル間に障害がある場合でも送電が可能という特徴がある。

3.2 電磁誘導方式

電磁誘導方式は、ファラデーの電磁誘導の法則に基づいたもので、近傍界の交流磁界を利用する方式である。送受電コイル間に共通に鎖交する磁束を利用してエネルギー送電を行う。構造が磁界共鳴方式に比べて単純で送電効率も高いが、伝送距離が短く位置ずれに弱いという特徴がある。

4. デモンストレーションシステムの構築

既存の実験キットを用いて、走行中非接触給電の実用化を想定したデモンストレーションシステムを構築する。実際に想定したシステムを図2に示す。

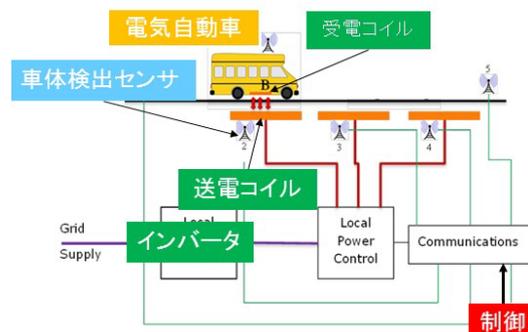


図2 想定した走行中非接触給電システム

4.1 デモンストレーション装置

改造が容易であること、速度調節が可能なこと、レール上を走行するため制御しやすいことからLEGOトレンを用いてデモ装置を製作した。レール上に8個の送電コイルと車体の位置を感知するセンサ、車体側に1個の受電コイルを設置する。これらをシステム開発ソフトウェアであるLabVIEWを用いて、車体が送電コイル部分を通過するときのみ給電するような制御を行っている。図3に製作したシステムのイメージ図を示す。

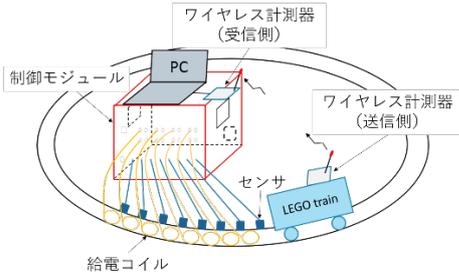


図3 デモンストレーションシステムのイメージ図

4.2 装置のモジュール化

デモンストレーションを行う上で、給電コイル、センサをそれぞれ8個ずつ、それらのスイッチング制御を行うリレー回路とDAQ、給電基板などの装置が必要となる。そのため、持ち運びが難しく、実験にも時間がかかってしまうという問題がある。この問題を解決するためにこれらの制御装置を一つにまとめ、給電コイルとセンサを取り外し可能なモジュールの製作を行った。これにより、デモンストレーションの簡単化と実験の効率化を目指す。図4に実際に製作したモジュールを示す。



図4 モジュール

4.3 ワイヤレス計測器の製作

本研究は走行中のデータ測定が目的であるため、有線での測定ではワイヤの交錯などにより、データに影響を及ぼしてしまう可能性がある。この問題を解決するため、モノワイヤレス株式会社で発売されているTWE-Lite DIPを用いて、電圧データを収集、無線通信を可能にした。このワイヤレス計測器より得たデータより、コイル配置の最適化、コイルの大きさ・形状の検討を行う。製作した計測器の回路図を図5に示す。

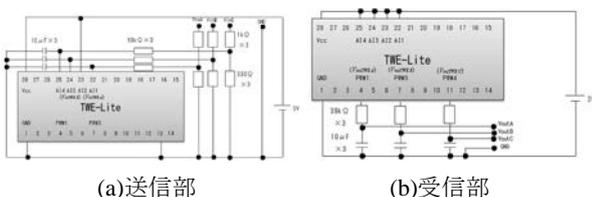


図5 ワイヤレス計測器の回路図

4.4 観測プログラムの製作

ワイヤレス計測器を用いて送信したデータをPCのLabVIEWを利用し演算・グラフ化するプログラムを作成した。このプログラムにより受電電圧や充電状況のリアルタイムでのモニタリングが可能となり、視覚的にシステムを理解できる。図6に観測画面を示す。

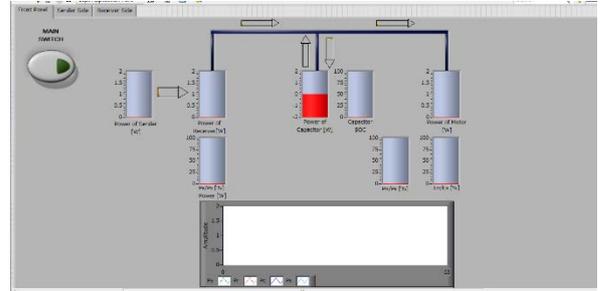


図6 観測画面

5. まとめと今後の課題

実際に製作したデモンストレーションシステムの概念図を図7に示す。本システムでは、車体が来たときのみ給電を行うスイッチング制御を実現した。この点において、実物に近いシステムが再現でき、走行中非接触給電の理解を深めると共に、検証も可能な装置を構築できたと考える。一方、本システムの課題としては車載バッテリーの充電状況に関係なく給電を行なうこと、電気自動車1台のみのデモンストレーションしか行えないこと、などが挙げられる。今後はこれらの課題の解決に加え、交通量データやインバータの設計などに基づく具体的な設備容量の算出や、課金方法・運用方法の検討を行なっていく必要があると考える。

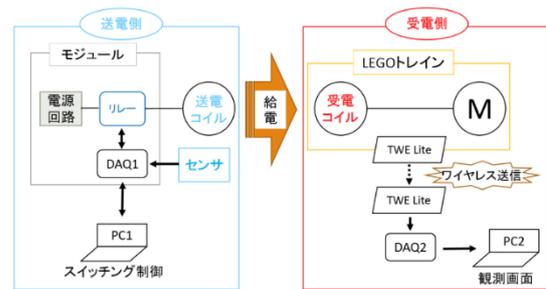


図7 デモンストレーションシステムの概念図

参考文献

- [1] 編者 日刊工業新聞社, 「街を駆けるEV・PHV 基礎知識と普及に向けたタウン構想」 (2014年9月26日)
- [2] highways England (2015年7月) 「Feasibility study: Powering electric vehicles on England's major roads」
- [3] 監修 篠原真毅 「電界磁界結合型ワイヤレス給電技術-電磁誘導・共鳴送電の理論と応用-」, 科学情報出版株式会社, (2014年12月22日)
- [4] 監修 堀洋一, 横井行雄 「電気自動車のためのワイヤレス給電とインフラ構築」, 株式会社シーエムシー出版, (2011年3月11日)