

1. 第4世代ビークルの研究

電気・電子情報工学系 教授 大平 孝, 特任教授 塚本 悟司, 准教授 田村 昌也,
助手 阿部 晋士, 研究員 水谷 豊

1-1 走行中車両へのワイヤレス給電技術

産業革命とともに自動車産業は発展してきた。石炭を燃料に駆動した蒸気自動車（第1世代ビークル）、現在最も使われている石油を燃料としたガソリン自動車（第2世代ビークル）、そして持続可能な社会の実現に向け Society5.0 が、我が国の目指す未来社会の姿として提唱されており、その実現に向けたアプローチの1つに電気を用いてモーターを駆動、走行する電気自動車（第3世代ビークル）がある。我々の研究室ではこの第3世代電気自動車が抱える課題をワイヤレス電力伝送技術で解決する。ワイヤレス給電技術により「停車中充電」から「走行中給電」へパラダイムシフトを実現し、第3世代ビークルの先にある、第4世代ビークル走行中給電電気自動車の実現を目指す。本報告では、電界結合による移動する車両へのワイヤレス給電（走行中ワイヤレス給電）の実現を目指し、課題の一つである電化道路の高効率化けについて取り組んだ。

(1) 電化道路の損失要因

走行中給電を実現する電化道路の損失要因は大きく分けて 2 つある。一つは道路からタイヤに垂直方向に電力を伝送する道路とタイヤの間の損失、もう一つは道路内を伝搬する水平方向に電力を伝送する道路内の損失である。

道路とタイヤ間の損失を低減するためにタイヤのインピーダンスと道路の特性インピーダンスを合わせる方法がある。この特性インピーダンスは道路の構造によって決められる。また、道路内の損失を減らすためにも道路の構造を工夫が有効である。

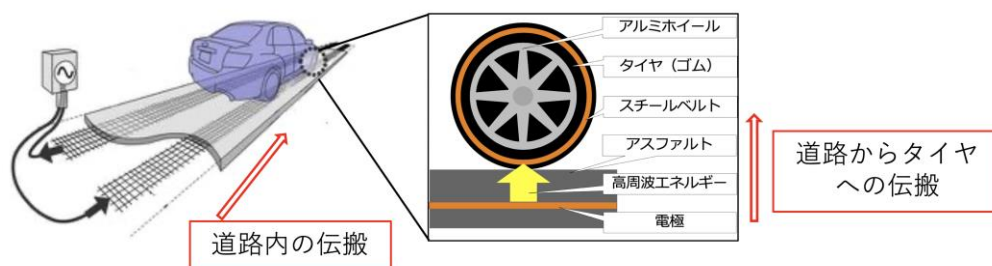


図 1-1-1 電化道路電気自動車システムの2種類の電力伝搬

(2) 新電化道路の敷設

学内に新しく高効率電化道路を敷設した。測定の結果、特性インピーダンスを増加させ電力伝送効率の向上を確認した。この後の周辺回路の研究開発により 20kW を超える大電力の伝送が見込める。

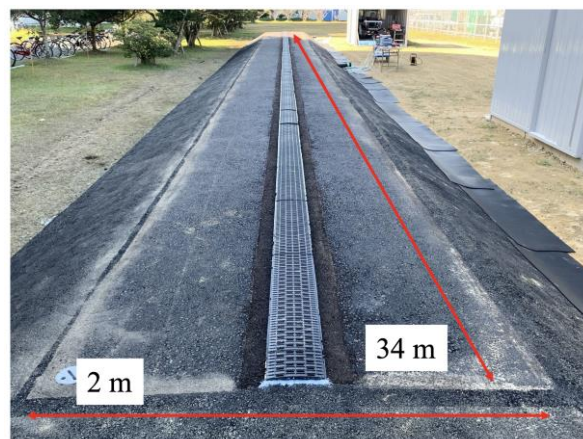


図 1-1-2 今年度学内に新しく敷設した高効率電化道路

1-2 キャビティ共振モードワイヤレス電力伝送

輸送機器や航空宇宙機器は、安全・安心な運用の観点から動作制御や状態センシングのために多数のセンサが用いられている。これらセンサへの電力供給と情報通信をワイヤレス化することで軽量化や誤接続、切断等の物理的要因による障害の除去が期待される。しかしながら、機器内部は様々な部品や装置が搭載されており、それらは電波にとって散乱体となることから、送電器・送信機からセンサは電波的に見えない位置に存在する場合が発生する。このような環境下でも安定して電力供給と情報通信を実現するキャビティ共振モードワイヤレス電力情報伝送技術の開発を進めている。

今年度は高効率電力伝送と高速充電を実現するべく送受電回路の設計改良を行った。高効率電力伝送に関しては、まず等価回路解析と電磁界解析を合わせた複合解析モデルを作成し、理論計算と比較して送受電器間の整合条件を明らかにした。この整合条件を用いて試作評価を行った結果、最も受電効率が低い値を示した場所(棚2段目の角)において効率が最大で15.4ポイント改善し、RF-DC効率30%以上を達成した。

高速充電に関しては、整流回路の整合負荷値と整流効率の関係に注目して開発に取り組んだ。コンデンサやバッテリーを充電する場合、整流回路の出力側負荷は充電状態によって大きく値が変動するため整流回路と整合を取る出力側の負荷値がキーとなる。そこで、非線形特性を考慮した等価回路解析を行い、高速充電に適した整合負荷値の条件を明らかにした。この条件をもとに整流回路を設計評価した結果、従来よりも充電時間を約20%短縮することに成功した。

最後に市販のワイヤレスセンサモジュールをパッケージに収め、図1-2-1に示す遮蔽構造内(内部に散乱体を有す)において任意の場所に配置してキャビティ共振モードワイヤレス電力情報伝送の実証実験を実施した。結果、実験モデル内の任意の場所において30mWの送電電力で3つのモジュールを個別に駆動させ、遮蔽構造外からの情報通信に成功した。

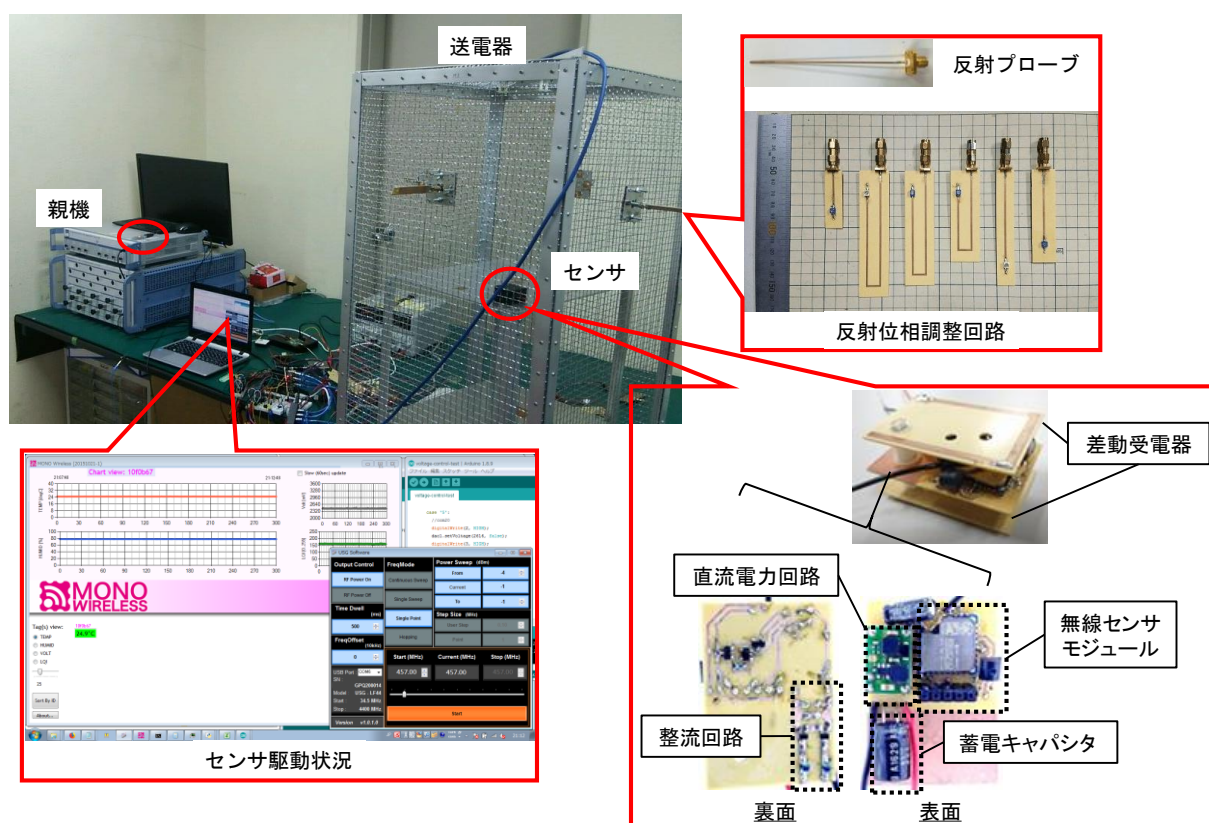


図 1-2-1 キャビティ共振モードワイヤレス電力情報伝送の実証実験の様子