



高周波無線給電の社会実装に向けて：制御レスシステムの研究開発

電気電子工学およびその関連分野

研究者所属・職名： 大学院工学研究院・教授

ふりがな せきや ひろお

氏名： 関屋 大雄

主な採択課題：

- [基盤研究\(B\)「制御レス高周波無線給電システムの実現に向けた研究開発」\(2020-2022\)](#)

分野： 通信工学、電力工学

キーワード： 無線電力伝送、無線給電、負荷非依存技術、負荷変動、位置ずれ、ロバスト性

課題

● なぜこの研究をおこなったのか？（研究の背景・目的）

2007年のマサチューセッツ工科大学(MIT)による磁界共鳴結合方式による大電力電力伝送の実機実験がブレイクスルーとなり、無線給電システムの研究開発が本格化してから15年超経過している。定格状態の最適設計理論が整備される中、無線給電システムの課題はパワーマネジメントシステムの構築へと移ってきた。無線給電の制御には受電側からの情報通信によるフィードバックが必要であり、無線通信の遅延、情報損失に起因する制御の困難性が問題となっている。

● 研究するにあたっての苦労や工夫（研究の手法）

上述の問題に対し、常識を大転換させ「そもそも制御システムは必要なのか？制御システムを不要とする『制御レス高周波無線給電システム』は実現可能か？」に挑戦する。「負荷非依存技術」と呼ばれる特別な動作モードに着目し、その数理モデル構築および設計手法を確立した。これにより負荷非依存動作を自由自在に扱うことができるようになり、制御レス無線給電システム実現への道を拓くことに成功した。例えば図1に示すようなロボットアーム向け無線給電システムなどに応用される。



図1 ロボットアームへの応用



高周波無線給電の社会実装に向けて：制御レスシステムの研究開発

電気電子工学およびその関連分野

研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

我々が注目した「負荷非依存動作」の概要を図2に示す。従来のシステムでは負荷（例えば充電するバッテリーや、モータの回転数など）が変動すると、図2(a)のようにスイッチング損失と呼ばれるエネルギー損失が発生し、出力電圧が大きく変化する。これが高周波無線給電システム実現に向けたボトルネックとなっていた。ここで、負荷非依存技術と呼ばれる特別な設計技術を適用すると、図2(b)のように負荷変動に対してスイッチング損失が発生せず、また、出力電圧も一定となる。この技術は35年前にすでに提案されていたがその頃は具体的なアプリケーションが存在せず、技術として陽の目を見ることはなかった。しかし、この技術は無線給電システム設計の問題点を抜本的に解決する技術であることを発見した。

そこで、あらためて負荷非依存技術技術を洗い直し、「負荷非依存無線給電システム」の設計論を構築した。その結果、負荷変動に対して特別な制御を適用することなく一定出力、低損失なシステム動作を可能とした。図3は3ホップ3出力の無線給電システムであり、図1のロボットアームシステムの中の無線給電システムを取り出したものである。このシステムにも負荷非依存技術を搭載しており、3つの出力先のモータの回転数が如何様に変化しても制御なしに定格電圧を出力し、ソフトスイッチングを達成することを確認した。

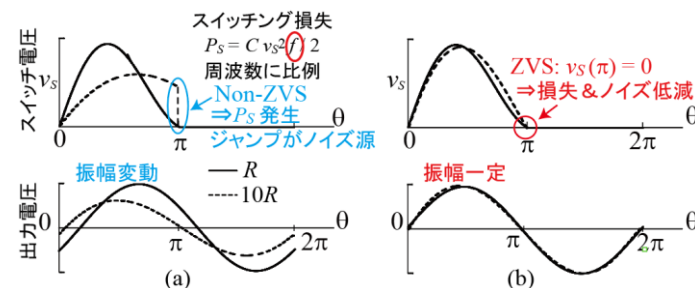


図2 負荷非依存動作

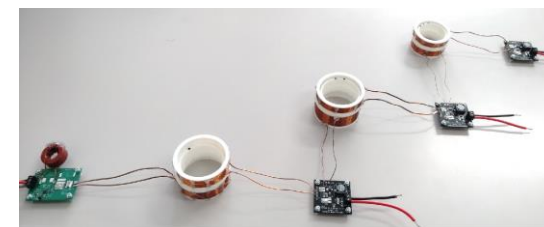


図3 実装回路例

今後の展望

●今後の展望・期待される効果

- ・制御レス無線給電システムの設計理論を確立できたことで、無線給電の社会実装に向けた開発を加速させたい。また、本技術は無線給電システムに限らず、多くの充電機器への応用が可能である。例えば携帯端末の充電装置の小型、軽量、低コスト化につながる事が期待される。
- ・図3の回路は出力「電圧」を一定に出力する回路であったが、出力「電流」を一定にするシステム構築も可能であり、例えば図4のような超小型バッテリーの急速充電システム構築などにも応用していきたい。

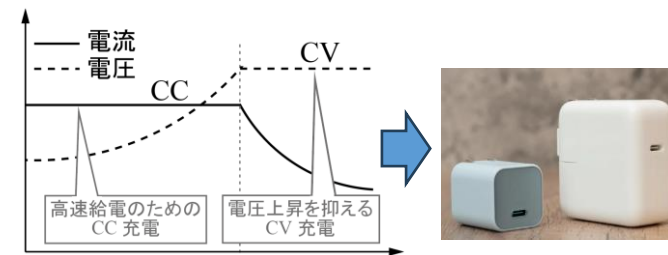


図4 超小型AC/DCアダプタに向けて