

磁界共鳴方式における無線電力伝送の伝送距離向上に関する研究

著者 土田悠理

指導教員 川上由紀・前川公男

1. はじめに

近年，充電することで繰り返し利用可能な 2 次電池搭載電子機器の増加により，充電作業が頻繁に必要となっている．そのため，コンセントへの抜き差しなしで手軽に充電したいという需要がある．そこで，電子機器を決められたゾーン内に置くことで，自動的に充電してくれるワイヤレス充電システムへの期待が増加している [1]．

しかし，無線電力伝送には伝送距離の向上や伝送効率の向上など様々な課題がある．そこで，本研究では，1 m 程度の中距離を高い伝送効率で送電可能な磁界共鳴方式を利用し，無線電力伝送の課題の一つである伝送距離の向上を目的とする．

2. 磁界共鳴方式とは

磁界共鳴方式の原理図を図 1 に示す．磁界共鳴とは，送電側のコイルに電流が流れることにより発生した磁界の振動が，同じ周波数で共振する受電側のコイルに伝わる現象のことである．磁界共鳴方式は位置ずれに強く，中距離を高効率で伝送可能という特徴がある．

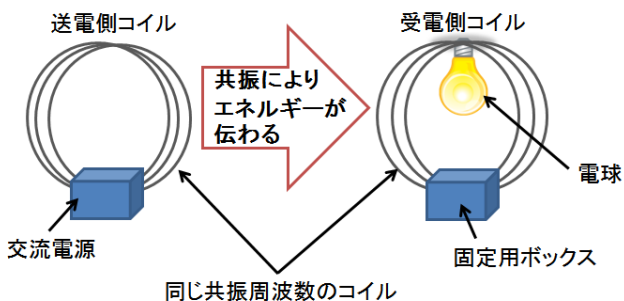


図 1. 磁界共鳴方式の原理図

3. 研究概要

本研究は予備実験と本実験の 2 つに分けた．

予備実験は本実験で使用するコイルを決定するために行う．予備実験では，コイルの直径やピッチ，巻数の違うコイルを複数作成してコイルの規格を決定する．

本実験では，伝送距離を向上させる方法を調べ，実験により検証する．伝送距離を向上させる方法として，「2 つのコイル間に第 3 の中継コイルを挿入する」，「コイル間に絶縁磁性体を設ける」などがある [2][3]．本研究では 2 つのコイル間に中継コイルを挿入する方法について検証する．

4. 研究結果

4.1 コイルの規格

本研究では送受電装置として 2 つで 1 組のコイルを複数作成した．対となるコイルは共振周波数を同じにするために同じ形状・寸法としている．本研究で作成するコイルは厚さ 50mm の発泡スチロールをニクロム線カッターで円柱形に切り出し，その発泡スチロールに銅針金を巻きつけたものとした．また，測定装置であるネットワークアナライザに接続するため，コイルの給電点に同軸コネクタを取り付けた．

予備実験での結果より，コイルの規格は直径 15 cm，ピッチ 3 mm，巻き数 10 巻に決定した．作成したコイルのひとつを図 2 に示す．

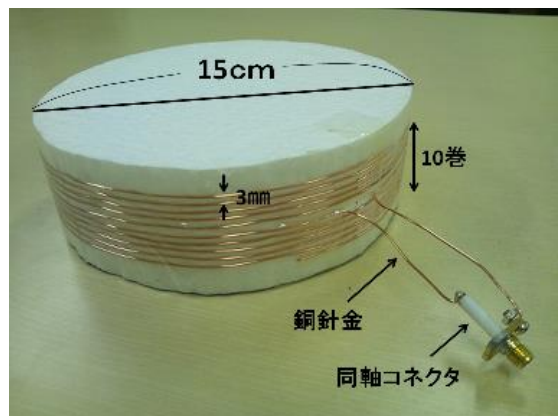


図 2. 作成したコイル

4.2 中継コイルが伝送距離に及ぼす影響

本実験では，送受電コイル間に中継コイルを設置し，伝送距離が向上するか検証した．中継コイルを使用した場合の原理図を図 3 に示す．中継コイルを使用した場合，送電コイルから発せられた電力を中継コイルが磁界共鳴を用いて受電コイルへ伝送する．中継コイル無し，1 個，2 個の 3 パターンを検証した．中継コイルが 1 つの場合での実験の様子を図 4 に示す．図 4 に示すようにコイルは直線上に等間隔に設置し，送受電コイル間の距離を 30 cm，60 cm，90 cm と変化させ，それぞれの距離における伝送効率の周波数特性を測定した．コイルの伝送効率の測定結果を図 5 から図 7 に示す．それぞれ図 5 は中継コイル無しの場合，図 6 は中継コイルが 1 つの場合，図 7 は中継コイルが 2 つの場合を示している．また，図 5 から図 7 よ

り中継コイルを使用すると伝送効率が-30dB となる送受電コイル間距離は約 60 cm から 90 cm 以上に伸びていることが分かる。

すべての結果を比較したものを図 8 に示す。伝送効率はそれぞれの最大伝送効率でのものとした。コイル間距離は 60 cm としている。図 8 より中継コイルを使用する数を増やすと、伝送効率が約 20dB 向上していることが分かる。

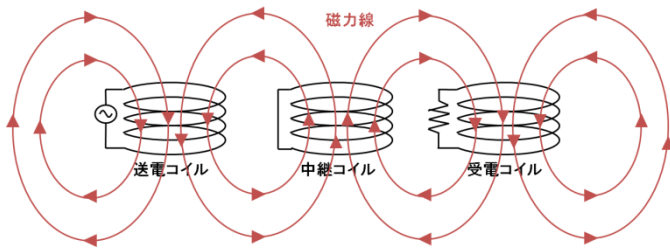


図 3. 中継コイルを使用した場合の原理図

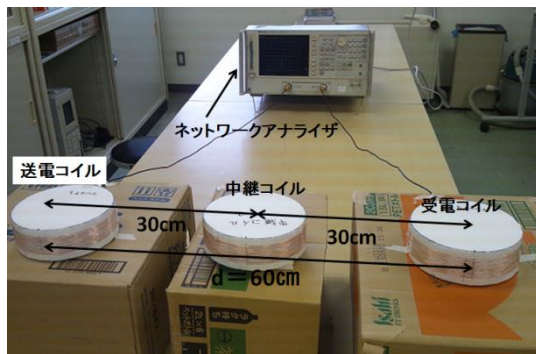


図 4. 実験の様子

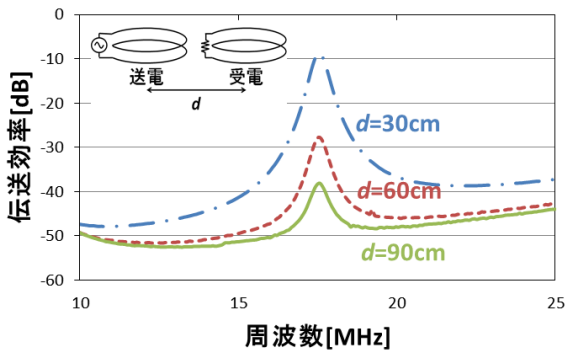


図 5. 伝送効率の周波数特性 (中継無)

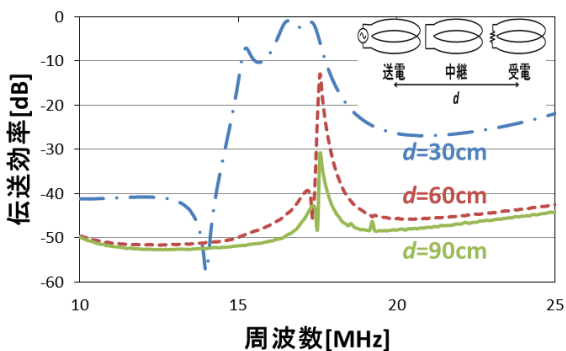


図 6. 伝送効率の周波数特性 (中継①)

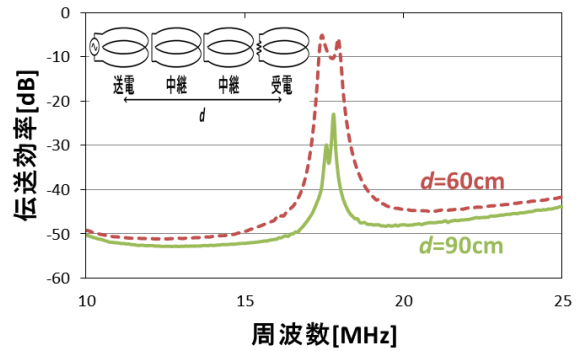


図 7. 伝送効率の周波数特性 (中継②)

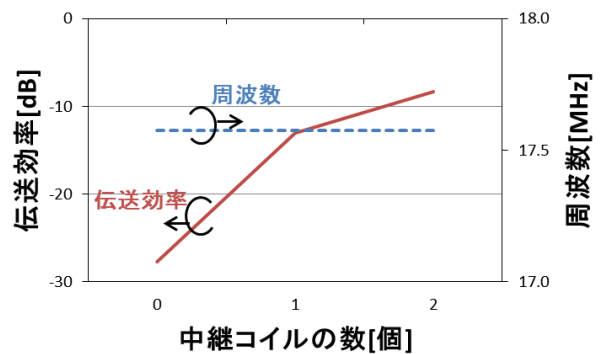


図 8. 伝送効率と中心周波数の比較

5. まとめ

実験結果より、コイルを直線上に並べて設置した際に、中継コイルの個数を増やすほど伝送距離が伸びることが分かった。例えば、伝送効率が-30dB となる送受電コイル間距離は 30 cm 以上伸びた。よって、すべてのコイルを直線上に配置する場合においては、中継コイルを挿入する方法は伝送距離を向上させる際に有効であることが分かった。

本研究では伝送効率の向上方法として中継コイルを挿入する方法しか検証していない。コイル間に磁性体を設ける方法でも伝送距離が向上するか検証することが今後の課題である。

[参考文献]

- [1] 居村岳広, 他, “共振時の磁界結合を利用したワイヤレス電力伝送用ヘリカルアンテナのオープンショート特性評価”
- [2] 宮坂拓也, “磁界共振結合によるマルチポップ無線電力伝送の効率改善のための仮想パス制御手法とフィルター理論による多段化設計法”
- [3] 居村岳広, “電磁界共振結合を用いたワイヤレス電力伝送に関する研究”