ワイヤレス電力給電について

５年Ｃ組　岩﨑　　暖
指導教員　藤野　智美

１．要約

サイエンス研究会地学班は電気と波長に関する研究活動を行っている。今回はワイヤレス電力給電実験キットを用いて、配線を使わずに非接触に電力を供給出来る範囲と、その時のコイルの巻き数、バリアブルコンデンサ(以下バリコン)の羽の枚数との関係を調べた。

キーワード　ワイヤレス給電、共鳴方式、電磁界、給電コイル、受電コイル、バリコン

２．研究の背景と目的

「給電」という言葉を身近なものに置き換えると、まずは「充電」という言葉が出てくるだろう。その形態は製品と電源をコードで繋ぐといったものが主流だが、最近ではコードを使わなくても携帯電話や電気自動車が充電出来るようになってきている。

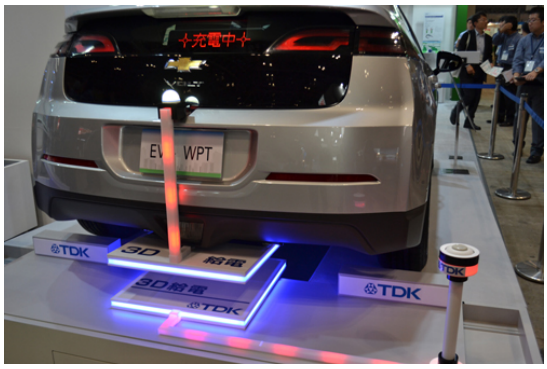

図１：電気自動車ワイヤレス充電の様子

エネルギーに関する研究を行う中で、離れていても電気を正確に供給できることに興味を持ち、今回はその仕組みの理解と、元々苦手である電気分野をより近くに感じることを目的とし、本研究を始めた。

３．研究内容

3.1 基礎知識

①今回の実験について

ワイヤレス給電技術には以下の２方式がある。

・E 型フエライトコアを使用したコイルによる磁界方式（写真右のコイル）

・E 型フエライトコアを使用しない空芯コイルの共鳴方式（写真左のコイル）

図２：使用したコイル

今回は後者を利用した実験を行った。

②実験の原理

今回の実験に用いた共鳴方式は給電コイルを振動させて発生した電磁波を受電コイルが受け取り、エネルギーの受け渡しを行

っているという仕組みである。

電磁誘導方式では磁界を使った通信のため距離が離れるにつれエネルギーも授受出来なくなる、コイルを一直線上に置かないと通信は途絶えてしまうといった欠点がある。それに対して共鳴方式では電磁波が給電コイルから四方八方に出るため、電磁波が伝わる範囲ではエネルギーの授受が可能であり、コイル同士をずらしても通信出来るといった違いがある。

実験ではコイルの発する固有振動数が重要であり、次式で表される。

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

L〔H〕…コイルの自己インダクタンス
C〔F〕…コンデンサの電気容量

今回はL=一定であるので、C をバリコンの羽の枚数で調整する。これは給電コイル、受電コイルそれぞれの固有振動数を制御するという意味になる。

3.2 実験内容

電力授受に必要な受電コイル・給電コイルの２種類を用意する。それぞれ紙パイプにコイルを巻きつけたものである。給電コイルには出力用のコイル、受電コイルには駆動用のコイルをそれぞれ 3 回巻いた。またそれに追加してより強く共鳴させる為の共振用コイルをそれぞれに巻いた。巻き数は実験に応じて調整した。この巻き数によって、コイルの自己インダクタンス L が決まることになる。

これらの給電コイル、受電コイルをそれぞれ電子基板に接続し制御する。給電出来ているか否かは受電基板についている赤色発光ダイオード(以下 LED)の点灯、光の強弱により判定した。図１は回路図である。

回路図
EScad なんて名前のソフトは見つけました
図４：

②測定方法について
（ｉ）給電距離の測定

給電基板と給電コイルを左側に固定し、受電コイル及び受電基板を動かして両者の距離を少しずつ離した。コイルを動かす際には紙パイプ部分を持つよう細心の注意を払い、また、給電コイルと受電コイルが正面に向き合ったまま動かせるよう、図５のように、２本の物差しを固定して受電コイルをスライドさせた。距離の測定は、この物差しの目盛を読んで行った。

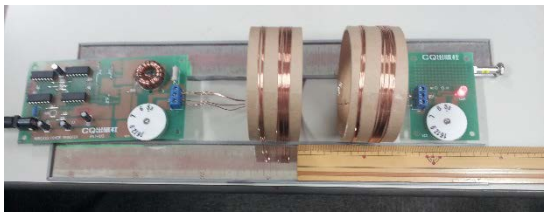

図５：実際の実験の様子

（ⅱ） LED の点灯の判定

LED を真上から見た時に完全に光が確認出来なくなった場合を消灯とし、その地点までを給電可能な最長距離とみなした。

[実験１]

半径 5.45ｃｍの紙パイプに出力用・駆動用コイルを 3 回、共振用コイルを 9 回、それぞれに巻いた。これら 2 つの給電・受電コイルを使い、給電基板と受電基板にある

バリコンの羽の枚数を変えながらLEDの点灯距離を測定した。

羽の枚数が5,6,7,9,12,16枚であるのは、元々基板のダイヤルについていた数字のみを使って実験したからである。

[実験１の結果]

羽の枚数(枚)		LEDの点灯距離(cm)
給電側	受電側	
5	5	×
	6	1.00～3.75
	7	×
	9	×
	12	×
	16	×
6	5	×
	6	1.00～8.50
	7	×
	9	×
	12	×
	16	×
7	5	×
	6	0～6.30
	7	×
	9	×
	12	×
	16	×
9	5	×
	6	×
	7	×
	9	×
	12	×
	16	×
12	5	×
	6	0～4.00
	7	×
	9	×
	12	×
	16	×
16	5	×
	6	×
	7	×
	9	×
	12	×
	16	×

×…LEDは点灯しなかった

ほとんどの場合においてLEDは点灯しなかったが、受電側のバリコンの羽を6枚にすることで給電側のバリコンの羽が9枚と16枚である時以外は短距離から中距離給電できることが分かった。

[実験２]

紙パイプの半径を8.50ｃｍに変え、実験１と同じ実験を行った。

[実験２の結果]

羽の枚数(枚)		LEDの点灯距離(cm)
給電側	受電側	
5	5	0～1.25
	6	0～1.17
	7	0～1.00
	9	0～0.90
	12	0～0.60
	16	0～0.85
6	5	0～1.10
	6	0～0.90
	7	0～0.35
	9	0～0.30
	12	0～0.30
	16	0～0.30
7	5	0～0.60
	6	0～0.70
	7	0～1.60
	9	0～2.20
	12	0～1.75
	16	×
9	5	0～0.67
	6	0～0.60
	7	×
	9	0～3.00
	12	0～1.67
	16	0～1.75
12	5	0～0.70
	6	0～0.80
	7	0～0.50
	9	0～1.15
	12	0～6.93
	16	0～1.65
16	5	0～0.75
	6	0～0.55
	7	0～0.50
	9	0～1.14
	12	0～0.95
	16	×

実験１と違ってLEDが点灯しなかった場面は３回しか見られなかった。半径が大きくなったことによりLEDの点灯距離もより長くなると予想していたが、実際はほとんどが実験１よりも短距離になってしまった。

[実験３]

実験１、実験２を通して受電側のバリコンの羽の枚数を７枚から９枚に変える間にLEDが最も強い光を発していることに気付いた為、受電側の羽の枚数を８枚に固定し、給電側の羽の枚数を変えながらLEDの点灯距離を測定した。紙パイプの半径は8.50cmのものを使用した。

[実験３の結果]

羽の枚数(枚)		点灯距離(cm)
給電側	受電側	
5	8	0～1.97
6	8	0～3.90
7	8	0～8.23
9	8	0～14.65
12	8	0～10.10
16	8	0～9.30

実験１、２に比べ点灯距離を延ばすことに成功した。

[実験４]

更に点灯距離の底上げの為、実験２、３と同じ半径 8.50ｃｍの紙パイプに出力用・駆動用コイルを３回、共振用コイルは巻き数を３回増やして 12 回巻いた。

今回は受電側バリコンの羽の枚数が５枚の時に LED が１番明るく光っていたため、その枚数を固定して実験３と同様に実験した。

[実験４の結果]

羽の枚数(枚)		点灯距離(cm)
給電側	受電側	
5	5	0～19.51
6	5	0～8.48
7	5	0～6.43
9	5	0～5.34
12	5	0～4.42
16	5	0～3.94

3.3 実験結果の分析

４．今後の課題

データの測定方法を更に精度の良いものへと改良する必要がある。

ある距離で１度 LED が消えた後､少し進んだ場所で再度点くという現象について、給電コイルから発される電波を波の面から詳しく検討していきたい。

５．参考文献

６．謝辞