

## 種々のパルス波と非接触電力伝送の研究

熊本県立小国高等学校 2年 渡邊 亮太・松野 大樹  
佐藤 克樹・佐藤 黎明

### 1 研究の目的

非接触型の電力伝送は、これまでの物理的な接点を持った電力伝送と比べ、安全面に優れていると同時に、水中や狭小部分などの悪環境下においても比較的容易に電力伝送が可能である。

現在は、電磁誘導方式、並列共振間磁界結合方式 (MIT 方式)、電界結合方式などの電力伝送が知られているが、本研究では、電磁誘導方式の電力伝送を種々のパルス波について行い、どのパルス波のときに最も伝送効率が高いかを調べ、同時にコイルの巻き数との関係を調べる。

最後に、非接触電力伝送によって供給される電力を利用して、小型自動車を駆動させることができないか、簡単なミニチュアモデルを製作して実験・検証を行う。

### 2 仮説

- (1) 電磁誘導の法則によれば、種々のパルス波において、送信側コイル (1次コイル) に入力した信号の時間に応じて、受信側コイル (2次コイル) に適当な信号が見られるはずである。
- (2) 相互誘導により、理想的な条件下では、電圧は2つのコイルの巻き数の比に依存するので、巻き数を増やすことで大きな電圧を得ることができるはずである。

### 3 研究の手順

- (1) 正弦波、矩形波、三角波、のこぎり波、階段波のそれぞれのパルス波を、50回巻きの送信側コイルに、振幅5.0V、周波数10kHzで入射し、50回巻きの受信側コイルの波形を観測、電圧を測定する。
- (2) 受信側コイルの巻き数を100回および200回にして、(1)と同様の実験・観測・測定を行う。
- (3) それぞれの場合における、伝送効率を算出する。

### 4 実験1 (波形の観測と伝送効率の測定)

図1のような実験系で実験を行った。送信側コイルおよび、受信側コイルは線幅2.0mmのエナメル線を使用し、周波数100kHzで送信した。その他の各値は表1および表2の通りである。

波形	電圧[V]
正弦波	11.5
矩形波	12.0
三角波	11.0
のこぎり波	11.0
階段波	11.5

表1 送信側コイル

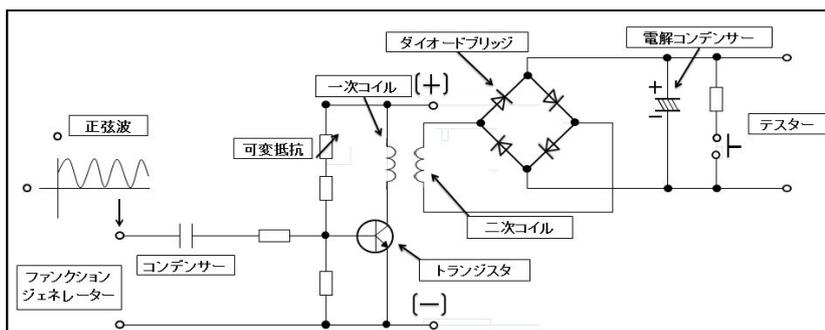


図1 実験系

波形	電圧[V]	伝送効率	電圧[V]	伝送効率	電圧[V]	伝送効率
正弦波	3.1	27.0%	6.5	56.5%	10.7	93.0%
矩形波	14.5	120.8%	31	258.3%	60.6	505.0%
三角波	2.4	21.8%	4.5	40.9%	7.25	65.9%
のこぎり波	7.0	63.6%	16.7	151.8%	27.6	250.9%
階段波	7.5	65.2%	18	156.5%	29.7	258.3%

表2 受信側コイル (左から50回巻き、100回巻き、200回巻き)

## 5 実験結果と考察 1

矩形波については、図2および図3のような送信波形と受信波形が得られた。一見 100%以上の伝送効率が得られたように見えるが、受信側の波形を考察すると、信号を送信する間に何らかの雑音が入った可能性や、オーバーシュート現象の可能性も考えられる。他の波形についても、最大 65%程度の伝送効率しか得られなかったのは、コイルの自己インダクタンスと相互インダクタンスから算出される結合係数が 0.32 程度と低かったことや、漏れインダクタンスの影響が考えられる。(図4、図5：正弦波の送信波形と受信波形)

## 6 実験 2 (電気自動車の駆動実験)

次に、この装置を利用して、図6のような小型自動車を作成し、動かすことに取組んだ。ただし、直接コイル間で伝送される電力では得られる電圧が低く、モーターが駆動しないため、表3のような条件で、図7のようにいったん蓄電池で充電を行った後に自動車を動かした。

## 7 実験結果と考察 2

本研究では、蓄電池の充電を最大 10 分間行い、テスターでこれ以上充電が行われていないことを確認してから、自動車を動かした。その結果、自動車は図8のように動くことを確認した。距離を測定したところ、最大で 4.01m 移動が可能であり、小型で容量の大きな蓄電池を用いれば、さらに距離を伸ばすことが可能だと考える。

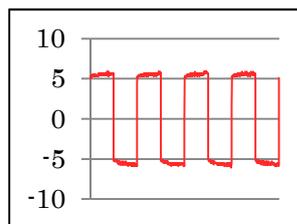


図2 矩形波 (送信)

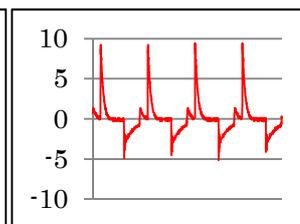


図3 矩形波 (受信)

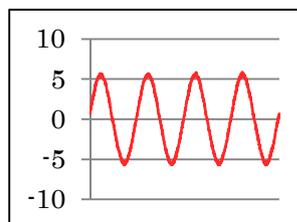


図4 正弦波 (送信)

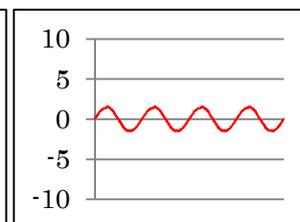


図5 正弦波 (受信)



図6 小型自動車



図7 充電の様子

	送信側コイル	受信側コイル
コイルの巻き数	50 回巻き	200 回巻き
コイルの線幅	0.50mm	0.50mm
周波数 220kHz、電圧 7.0V の矩形波を送信		

表3 充電を行った際のコイル等の条件

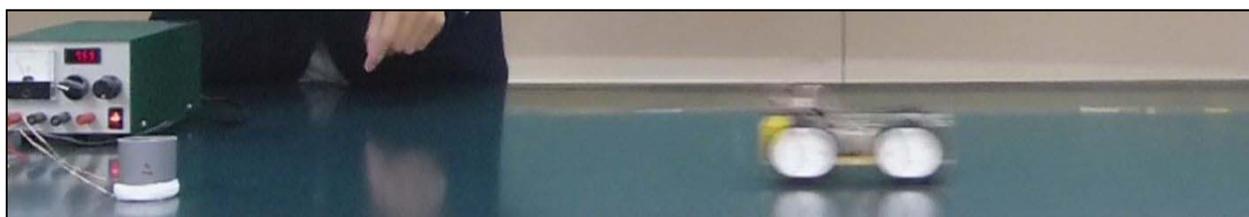


図8 作成した小型自動車が駆動しているときの様子

## 8 まとめと今後の展望

- (1) 各種パルス波において、非接触電力伝送を行うことに成功した。
- (2) 小型自動車を作成し、蓄電池を用いて実際に動かすことに成功した (最大 4.01m)。
- (3) コイルの伝送効率および結合係数を改善するため、鉄しんなどを用いた再実験を実施。

## 9 参考文献

- 東京書籍 “物理”、数研出版 “物理”  
 IT 専科 鈴木工業株式会社 “非接触給電の原理”  
 長岡工業高等専門学校 “電磁誘導を用いた非接触送電の実験と応用例”  
 埼玉大学 “非接触給電の最大効率の結合係数  $k$  とコイルの  $Q$  による表現”  
 東京大学 “磁界共振結合における自己共振周波数を利用したワイヤレス電力伝送”