

電磁誘導に関する教材の工夫

三条 歩

高等学校物理Ⅱにおける電磁誘導の理解を深める教材として、自作コイルの自己誘導を用いた光通信を紹介する。本研究においては、電磁誘導を実感させ、生徒の興味・関心を喚起するため、少人数のグループで実験できるよう、身近な材料を用いた。

〔キーワード〕 高校物理Ⅱ 光通信 電磁誘導 自己誘導 発光ダイオード

はじめに

1832年にヘンリーによって発見された自己誘導は、コイルを流れる電流が変化するとき、電流によって作られる磁界が変化し、コイルを貫く磁束が変化するため、コイル自身にも誘導起電力が生じる現象である。

この現象を用いると、コイルに流した音声電流によって、発光ダイオードの光を変調することができる。

また、太陽電池は光の強さに応じた電流を生じるため、変調された光を音声電流に復調することができる。

1 実験方法

準備

エナメル線（太さ0.2mm）、釘（長さ4cm）、LEDライト（100円ショップで購入できる）、クリスタルイヤホン、ビニルコード、クリップ付き導線、太陽電池

方法^{*1)}

- (1) LEDライトを分解して、発光ダイオードとボタン電池を取り出す（図1）。



図1 LEDライトの分解

- (2) 2本のビニルコード（長さ約10cm）の両端

の被膜を約1cmはがし、それぞれをボタン電池の電極にセロハンテープで貼り付け、端子とする。

- (3) クリスタルイヤホンのピンジャックのコードを約10cm残して切断し、切断した部分のビニル被膜を約1cmはがす。
- (4) 方法3のクリスタルイヤホンを太陽電池に接続して、受信器とする（図2）。
- (5) 釘にエナメル線を300回巻いてコイルを作り、このコイルの両端をピンジャックに接続する。
- (6) 方法5のコイル、発光ダイオード、ボタン電池を直列に接続し、送信器（図3）とする。

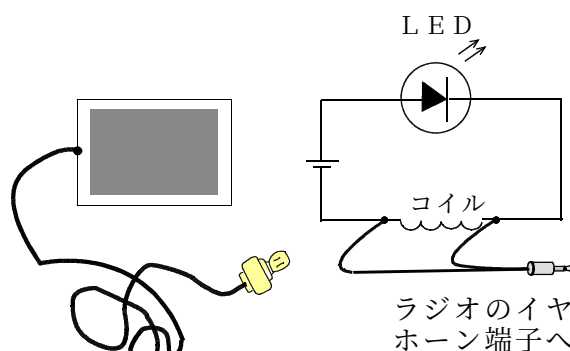


図2 受信器

図3 送信器

- (7) 方法5のピンジャックをチューニングを済ませたラジオのイヤホン端子に差し込み、ラジオのボリュームを最大にする。
- (8) 送信器の発光ダイオードの光を受信器の太陽電池に当て、ラジオの放送がクリスタルイヤホンから聞こえることを確認する。

2 参考

- (1) 発光ダイオードの明るさにもよるが、通信可能な距離は約50cmであり、日中の教室でも十分に実験ができ、蛍光灯の光によるノイズがなければ、鮮明な音を受信できる。発光ダイオードの代わりにレーザーポインターを用いると、30m以上でも通信可能となる。
- (2) 市販されている太陽電池のほか、電卓から取り外した太陽電池でも受信できる。
- (3) この実験での光通信は、あくまでアナログ通信の範囲であり、実用化されているデジタル通信ではない。
- (4) 図4の回路を用いると、ラジオの音声電流によりコイルに生じる自己誘導の誘導起電力の大きさと向きを発光ダイオードの発光の様子から確認する。

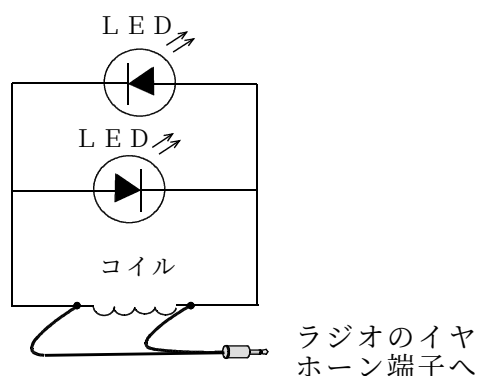


図4 誘導起電力の確認

- (5) 自作コイルの自己インダクタンスは約0.76 mHである。
- (6) コイルに生じる自己誘導の誘導起電力は、次のとおり表される。

$$V = -L \cdot \Delta I / \Delta t$$

L : コイルの自己インダクタンス
 ΔI : 電流の変化
 Δt : 電流が変化した時間

このとき、発光ダイオードにかかる電圧は、この誘導起電力とボタン電池の電圧の和である。

コイルに流れる電流の変化と発光ダイオードにかかる電圧の変化との関係を視覚的に理

解するために、便宜的に、電流の変化を求める区間を $1/44000$ s 間とし、コイルに生じる自己誘導の誘導起電力をその区間の中間時刻での値とする。この条件において、図5のようにコイルに流れる電流が変化するとき、図6のように発光ダイオードにかかる電圧は変化する。

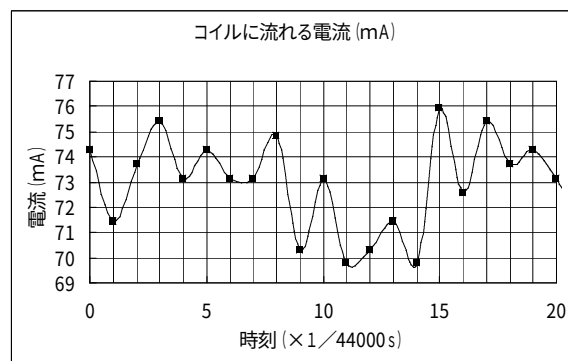


図5 コイルに流れる電流

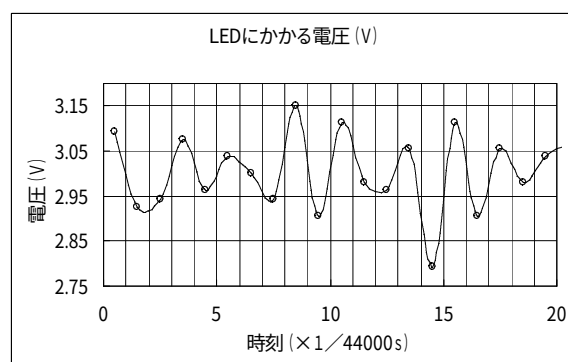


図6 発光ダイオードにかかる電圧

おわりに

この実験は短時間で行うことができるので授業に取り入れやすい。光で音を送る不思議さの体験は、生徒の興味・関心を喚起する。そして、その仕組みを考えさせることによって、電磁誘導の理解を深めとともに、物理学的に探究する能力と態度を育てることができる。

参考文献

- 1) 愛知総合教育センター <http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/koutou/buturi/bu3/tuusin/tuusin.htm>

(さんじょう あゆみ 物理研究室研究員)