

電気分科会はこの資料が3本でしたが、寺島さん（愛知）がみえなかったので與那嶺の資料2本を発表しました。参加者は池田さん（山口）加藤さん（長野）のほか2名の方に参加してもらいました。人数は少なかったのですがその分つっこんだ話し合いができたと思います。

分科会では主に次の2点について検討を行いました。

- 1, 〈電流と磁石〉の『モーター作り』について
- 2, 〈電流と磁石〉第3部「電磁誘導」の作成に向けて

1, 〈電流と磁石〉の『モーター作り』について

〈電流と磁石〉の最後には「電磁石を利用した機械の話」があります。「…電磁石を使ったモーターのしくみは起重機や電信機よりも複雑ですが、その原理はとても簡単なものです。」とあり、電磁石がU型磁石の中で回転する図が描かれています。

この文章を受けて〈電流と磁石〉の最後にモーター作りを行った実践記録や「簡単なモーターを作る方法」が数多く紹介されてきました。しかし、それはほとんど磁石の近くで「コイル」を回転させる報告になっていて電磁石を回転させる報告はあまりありません。（池田さん）

コイルに比べると電磁石は鉄心が入っている分重いのので電磁石を回転させることは技術的に難しいのです。さらに〈電流と磁石〉では「…小さなモーターは自分でも簡単に作ることができます。自分でモーターをつくってみれば、整流子のしくみやはたらきもわかるようになるでしょう。」と書かれています。

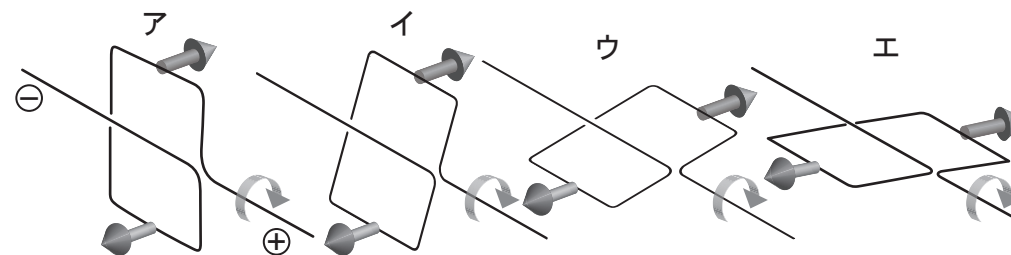
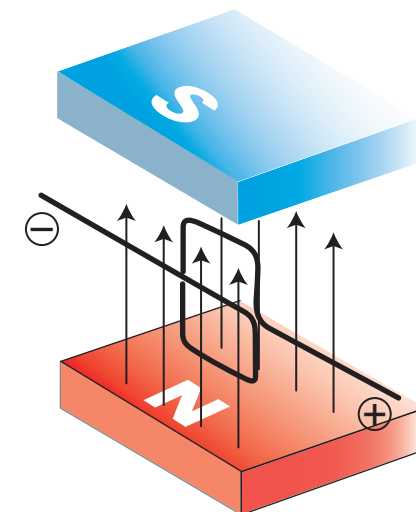
しかし、整流子を備えてモーターを作ることは容易ではありません。そのため、整流子の説明はデジタル教科書やビデオを利用したり、市販された教具を利用して説明していることがほとんどだと思います。

【資料1】U型磁石とコイルの回転

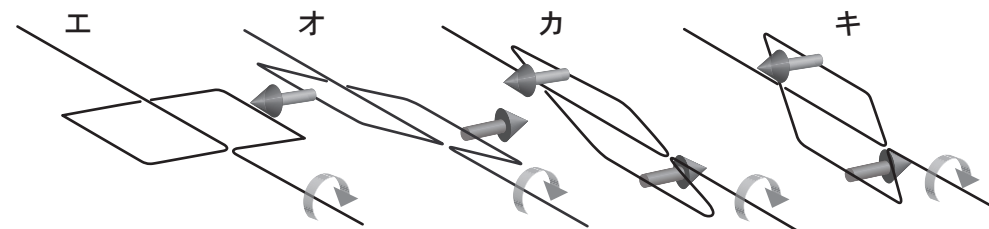
このプランの‘ねらい’は、磁界中でコイルをうまく回転させる方法を考えさせ、それを通して「電磁力」の存在を理解させること

にあります。

右図のようにU型磁石の中にコイルを置いて電流を流すと、磁界の向きと電流の向きは変わらないので、コイルが磁界から受ける「電磁力」の向きも常に**同じ向き**です。ここでコイルに電流を流したときのコイルの動きをコマ送りでみてみましょう。（スライドショーで提示）



エの状態になると電磁力はコイルを回転させませんが、これまでの‘いきおい’でコイルは回転を止めません。**オ～キでは力の向きと回転の向きが逆**になるのでコイルの回転はやがて止まります。



その後、コイルは逆向きに回りながら**キ→カ→オ→エ→ウ**のように動きます。フィルムの逆再生のようなことが起こるわけです。

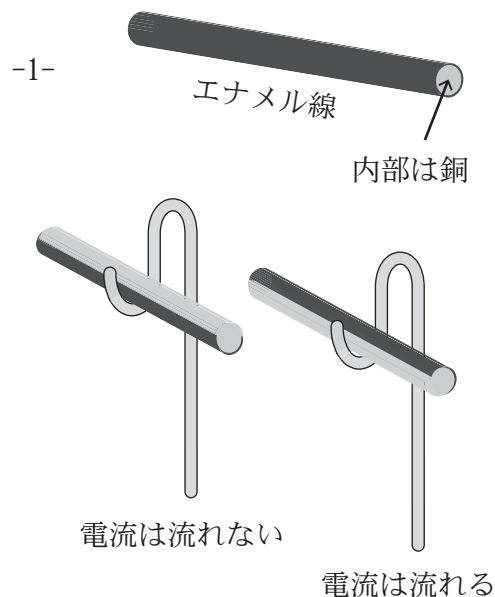
以上のことからコイルを回転させ続けるためには「オ～キの間は電流が流れないようにすればいい」ことが分かります。このような一連

の動きは紙では分かりにくいので、分科会ではパワーポイントのスライドショーを使って発表しています。電磁気の原理・法則を理解させるためにはスライドショーや3Dの活用が硬貨的です。

「電磁力の向き」と「コイルが回転する向き」を一コマずつ分析した結果「**U型磁石の磁界中でコイルに電流を流し続けると、コイルは回転せず振動することが当然である**」ことが分かりました。

オ～キの間、電流を流さないようにする最も簡単な方法はコイルの片側のエナメル線を「**半分だけけずる**」ことです。エナメル線の片側を半分だけけずればコイルがうまく回転することはよく知られています。この方法はコイルを回し続けるうえで理屈にかなったすばらしい工夫であることが改めてわかりました。私（與那嶺）はこの方法を30年前から知っていたので、それ以前にこの方法を発見した人がいたのでしょう。

分科会では、【資料2】フェライト磁石の上でコイルを回転させるについての発表もありました。フェライト磁石がつくる磁界はU型磁石のような様な磁界ではありません。磁力線が放射状に出ている磁界の中でコイルを回転させるためには「∞（ハチ）の字コイル」が有効です。そのしくみを限られた枚数で説明することはできないので興味のある方は発表者（與那嶺）まで連絡して下さい。



2、〈電流と磁石〉第3部「電磁誘導」の作成に向けて

授業書〈電流と磁石〉の最初のページに次のようなことが書かれています。「…もともと、この授業書は、まだ完成しているとはいえません。じつはこのあとに「電磁誘導」を扱う第3部ができてはじめて完成することになるわけです。そのため、電磁誘導の部分は各自工夫して授業していただくことになります。…」

〈電流と磁石〉の初版は1970年3月ですから、50年ちかく電磁誘導については各自で工夫して授業をしていることとなります。電磁誘導は科学上の最も基本的な概念です。ですから授業書がつくれないはずはないと思いますが、実際にはまだできていません。これについて分科会ではかなりつっこんだ議論を行いました。

- ファラデーにとって最初の問題意識は「電流のはたらきで電流を商事させる（誘導させる）」ことであった。磁石のはたらきで電流を誘導する実験を行ったのは電流による誘導の後である。（池田）
- ファラデーと他の電気科学者との大きな違いは磁力線のとらえ方である。電磁回転の実験（磁石のまわりで電線が回転する現象）は当時の理論を使っては説明できない。電磁回転の実験は電磁誘導の授業書を作るうえで重要な実験になると思う。（加藤）
- モーター作りそのものは技術的なおもしろさはあっても科学の原理・法則を扱っているわけではない。現状ではモーター作りは電磁力を教える教材にはなっていないし、電磁誘導の指導も十分に時間をとることは難しくなっている。（池田、與那嶺）
- 〈電流と磁界〉は電流は磁石のまわりに「磁界」が存在することを教える授業書だが、磁界や磁力線の概念がどのように役立っているかを教えるまでにはいたっていない。  
磁力線を横切って流れる電流には力がはたらく→電磁力  
磁力線を横切るように電線を動かすと電線には電流が流れる→電磁誘導  
この両者を対比して教えることで電磁誘導のプランができるのではないか。（與那嶺）
- 電磁気は理屈が難しいので、楽しい実験や問題を開発することが大切。継続的に研究を進める必要性を感じる。（全員）