

無線工学の基礎知識

初歩のCQ

ハム実験教室

JA1AYO 丹羽一夫

コンデンサーの つなぎ方

コンデンサーのつなぎ方にも、抵抗の場合と同じように直列接続と並列接続があるのは知っていますね。そして、直列や並列につないだ場合の合成静電容量は、抵抗の場合とちょうど逆の関係になっていました。では本当にそうなのかどうかを、実

験で確かめてみることにしましょう。

実験には、第1図のようなものを用意してください。ディップ・メーターは、LC共振回路の共振周波数を測るのにとっても便利なものですから、たいていの方は持っていることでしょう。

コイルは、このハム実験教室の第1回目(1979年1月号)で作ったものです。1月号を持っていない方のために、もう一度作り方を第2図に示

しておきます。

セラミック・コンデンサーは、100pF前後の値のものを2個用意します。ここでは100pFと150pFをやりますが、あなたはこれ以外の値のもの(たとえば82pFと100pFとか、100pFと220pFといったように)を用意してやってみてください。

実験は、コンデンサーをコイルにつないでLC共振回路を作り、その共振周波数をディップ・メーターで測りながらやります。

では実験の準備として、コイルのインダクタンスを求めておきましょう。それには、第3図のようにコイルに100pFのコンデンサーをつなぎ、ディップ・メーターで共振周波数を測ります。私の実験では、共振周波数は6.2MHzと出ました。

そこで、おなじみの

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

という公式を変形すると、

$$L = \frac{1}{4f^2C}$$

という式が出来ます。この式でインダクタンスを計算してみると約6.6μHという答が出ました。あなたのコイルはどうでしたか。

それでは実験にかかりましょう。まず、コンデンサーの直列接続から実験してみることにします。

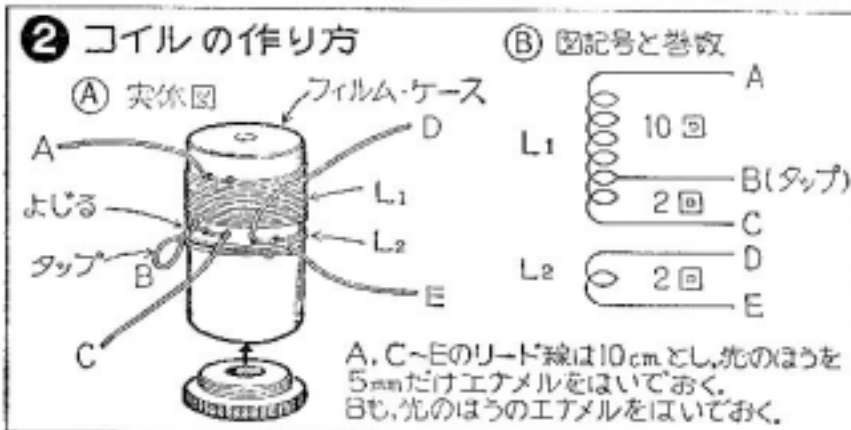
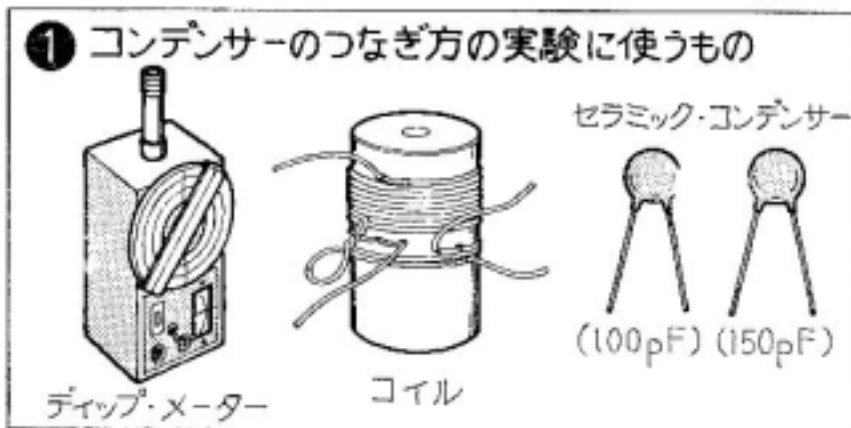
コンデンサーの直列接続の場合の公式は

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

でしたね。そこで、 $C_1=100\text{pF}$ 、 $C_2=150\text{pF}$ として計算してみると $C=60\text{pF}$ と求まります。

では、第4図のようにコンデンサーを直列につないで、ディップ・メーターで共振周波数を測ってみましょう。すると、結果は8MHzと出ました。

では、この結果からコンデンサーの値がいくらだったのかを計算して



③ コイルのインダクタンスを求める



みることにしましょう。例によって式を変形すると、

$$C = \frac{1}{4 \pi^2 f^2 L} \dots\dots\dots$$

という式が出来ます。この式でコンデンサーの静電容量を計算してみると、

$$C = \frac{1}{4\pi^2 \times (8 \times 10^6)^2 \times 6.6 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{10^6}{4\pi^2 \times 8^2 \times 6.6} \times 10^{-12}$$

60(pF)

となり、前の直列接続の公式での計算結果とほぼぴったりです。

コンデンサーの値をちがえてやったあなたの実験結果はどうでしたか。

では、コンデンサーの並列接続にいきましょう。並列接続の場合の公式は、

$$C = C_1 + C_2$$

でしたね。ですから $C_1=100\text{pF}$ 、 $C_2=150\text{pF}$ だと、合成静電容量 C は 250pF です。

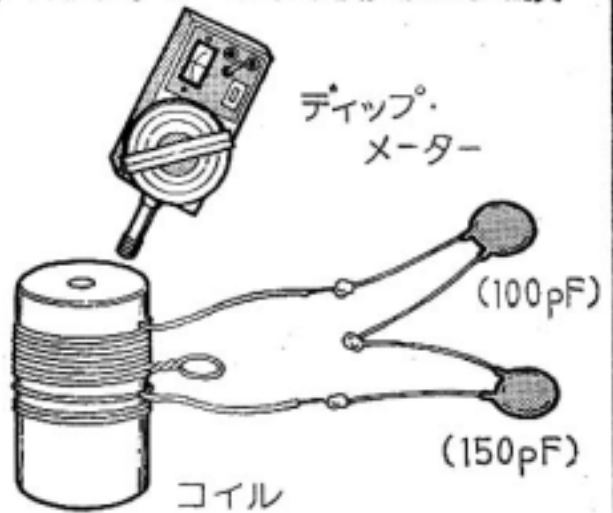
では、第5図のようにコンデンサーを並列につないで共振周波数を測ってみましょう。すると、約 3.9MHz と出ました。そこで 式で計算してみると、

$$C = \frac{1}{4\pi^2 \times (3.9 \times 10^6)^2 \times 6.6 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{10^6}{4\pi^2 \times 3.9^2 \times 6.6} \times 10^{-12}$$

253(pF)

④ コンデンサーの直列接続の実験



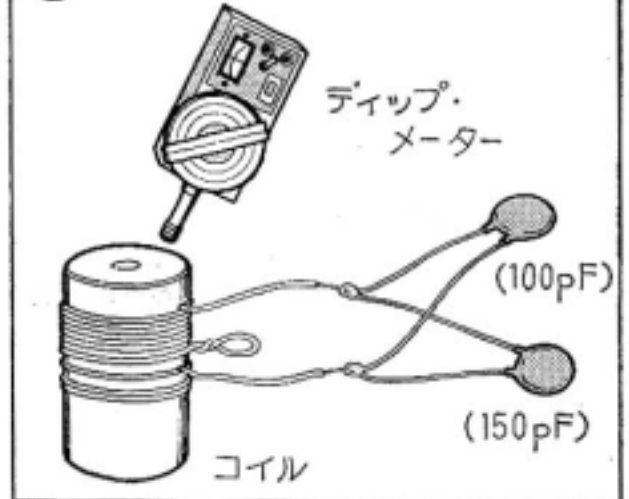
となりました。

やってみるまでは、これ程の実験の精度はあまり期待できない(せいぜい $\pm 10\%$ くらいの範囲にはいればいい)と思っていたのですが、結果は予想以上の正確さです。

実験そのものもさることながら、この精度の高さがわかったのも大きな収穫というところです。

なお、使用したディップ・メーターは、デリカのトランスディッパー WB-200 です。デリカのディップ・メーターのダイヤル目盛りは1台1台校正して手書きされているとのこ

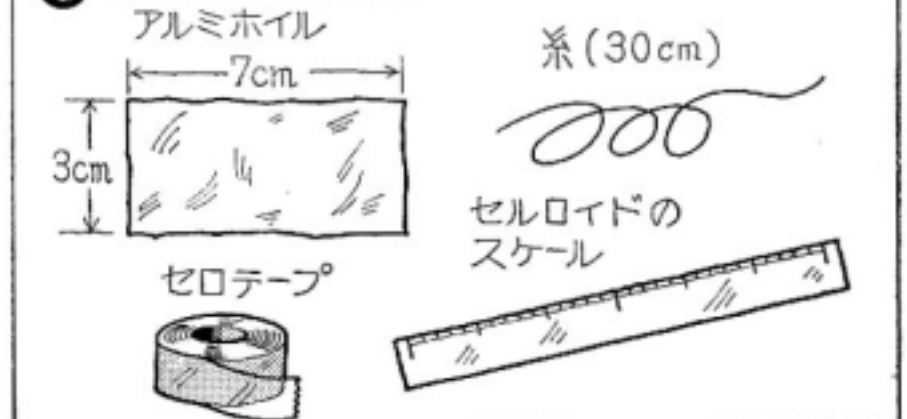
⑤ コンデンサーの並列接続の実験



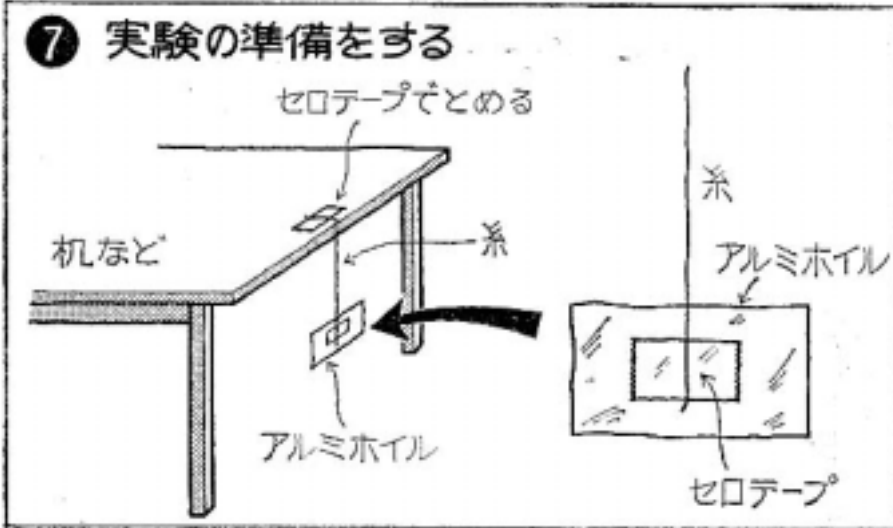
とですが、さすがに正確なようです。

なお、周波数をさらに正確に知りたければ、ディップ・メーターに周波数カウンターを結合し、実際に周波数を測りながらやるという手もあります。

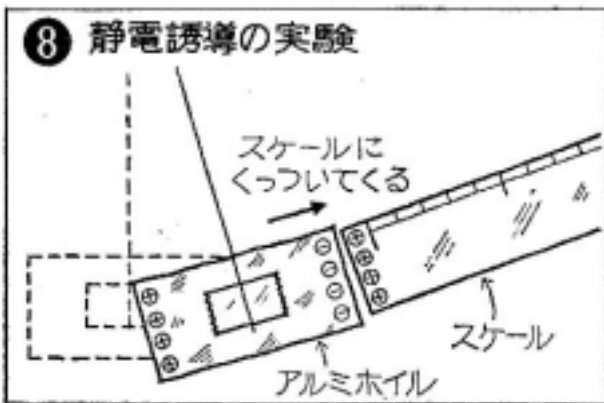
⑥ 静電誘導の実験に使う部品



7 実験の準備をする



8 静電誘導の実験



磁気誘導と静電誘導

電磁気学の勉強をすると、磁気誘導とか静電誘導というのが出てきますね。

このうち、磁気誘導というのは磁石が鉄を吸いつける現象ですから、たいていの人がやってみたことがあ

るでしょう。

そこで、今回は静電誘導の実験を試みることにしましょう。実験には、第6図のようなものを用意します。

用意ができれば第7図のようにアルミホイルに糸をセロテープではりつけ、糸

を机などにセロテープでとめてアルミホイルが自由に動けるようにしておきます。

準備ができれば、セルロイドのスケールをかわいた布ではさんでよくこすり、第8図のようにアルミホイルに近づけたらゆっくりとはなして

みます。すると、アルミホイルがスケールにくっついてきたでしょう。

これは、スケールをアルミホイルに近づけたとき、スケールにおきたまさつ電気によってアルミホイルの中にちらばっていた電荷が引きつけられ、そのためにアルミホイルがスケールに吸いついたのです。

なお、第8図でもわかるようにアルミホイルの反対側には、引きつけられた側と反対の電荷が集まります。

この実験は、風があつてアルミホイルがふらついたり、湿度が高くてまさつ電気がうまく起きないときにはあまりうまくいきません。

電流で磁界を

発生させる実験

これは電磁石でおなじみのものですが、実験としては第9図のような方法がよく行われます。

この実験は導線に大きな電流が流れますから、電流を流しっぱなしにしないことがたいせつです。電池の+端子のところをスイッチにして、実験のときだけスイッチをとじるようにします。

磁針はハイキングなどのときに方角を確かめるものですが、もしなければお皿に水をいれ、その上に磁化した針を浮かしたものでOKです。針を磁化するには、磁石に針を同じ向きに何度もこすりつけます。

つぎに、最近ではリングになった磁石がたくさんありますから、これを使って実験をしてみましょう。実験に必要なのは、第10図に示したようなものです。

準備ができれば、第11図のようにして実験をします。

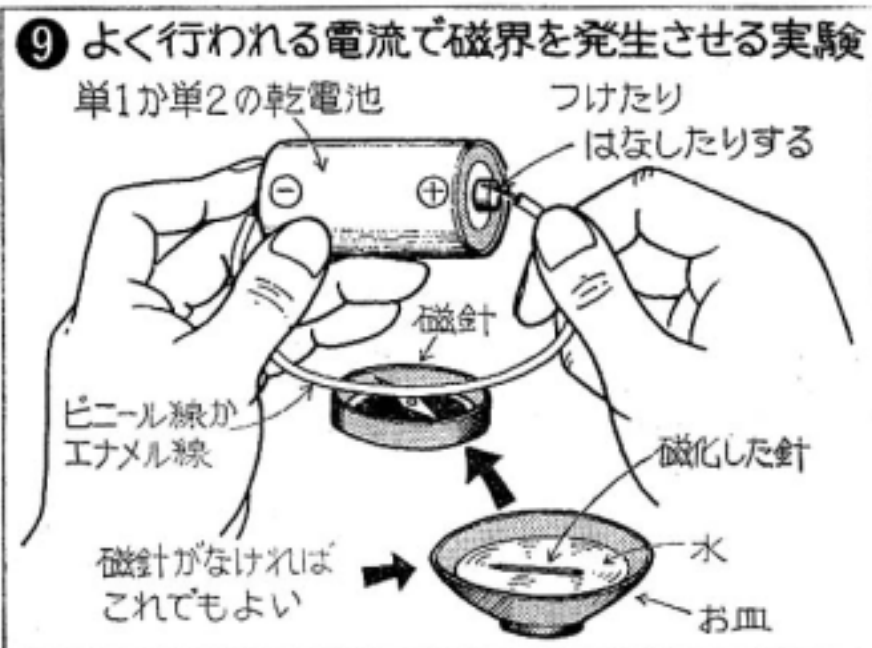
まず、リングになった磁石を糸でぶらさげ、自由にまわるようにしておきます。

つぎに、ビニール線を磁石の中に通し、電池につないで電流を流します。電流を流すときの注意は、第9図の場合と同じです。

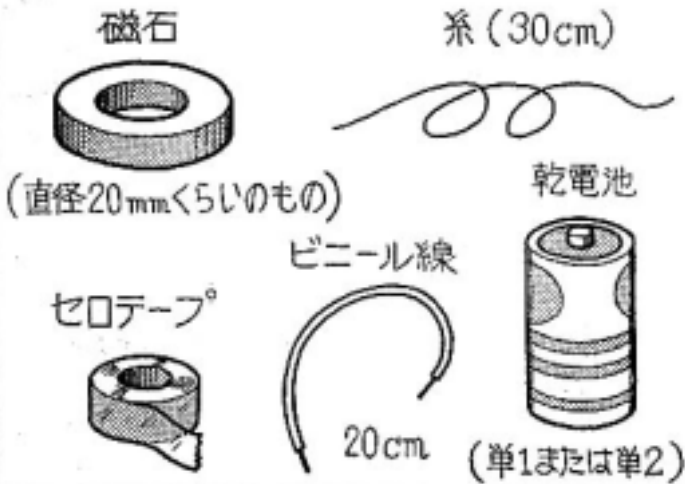
9 よく行われる電流で磁界を発生させる実験

単1か単2の乾電池

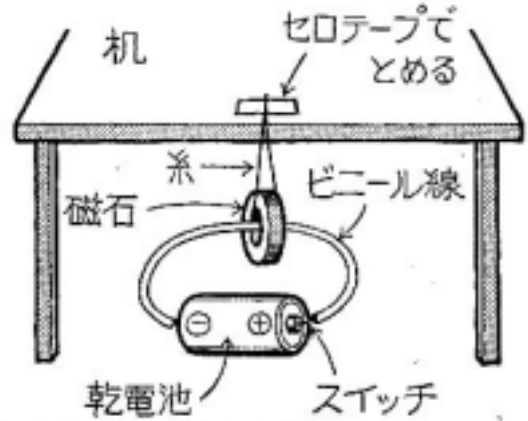
つけたりはなしたりする



⑩ 実験に使う部品



⑪ 磁石を使って実験してみる



実験の結果はどうか。第9図の実験では導線に電流を流すと磁針や磁化された針が力を受けて動いたのですが、第11図でもやはり磁石が力を受けてくるりとまわったでしょう。

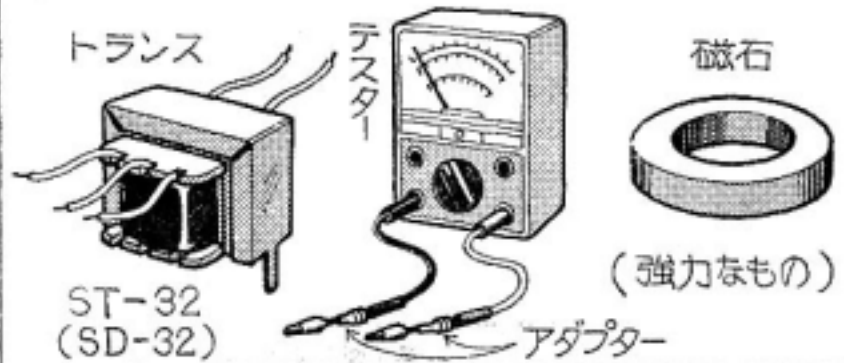
ついでに、電池の+・-を入れかえると磁石の動き(まわる方向)がどうなるかも実験してみてください。

磁石で電気をおこしてみよう

では、電磁誘導の実験にはいりましょう。まず、磁石を使って電気をおこしてみることにします。

実験に必要なのは、第12図のようなものです。トランスは、トランジスタ用の出力トランスです。磁石

⑫ 磁石で電気をおこす実験に使う部品



は、棒状のものや馬蹄形のものでいいのですが、ぜひ強力なものを用意しましょう。ここで使ったのは直径60mm、厚さが8mmくらいのもので、指をはさむとつぶしそうなほど強力なものです。

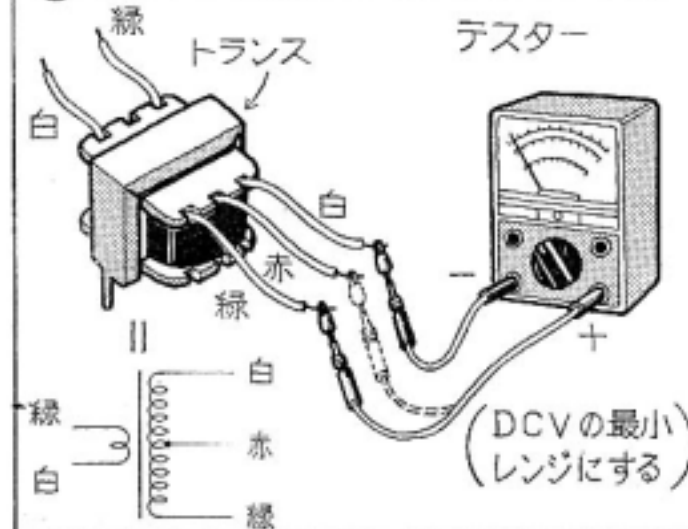
部品がそろったら、第13図のようにトランスにテスターをつなぎます。

テスターはDCVの最小レンジ(たとえば0.5Vとか0.1V)にしておきます。

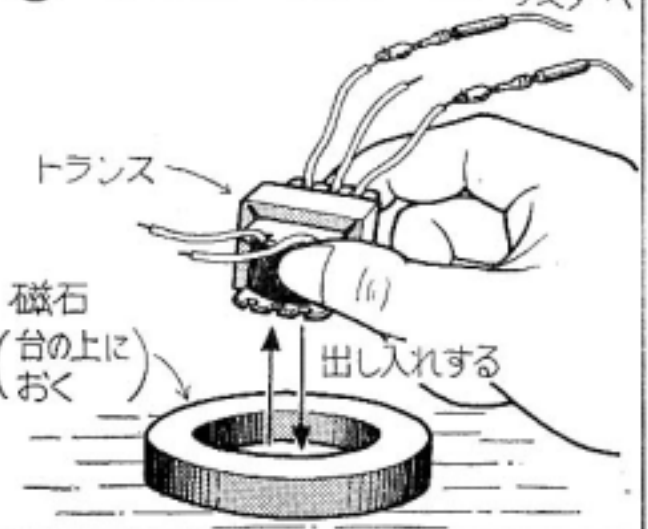
ちなみに、トランスの巻数の感じは第13図のようになっており、2本の線しか出ていないほうは巻数はとても少なく、3本の線が出ているほうはたくさん巻いてあります。

準備ができたなら、テスターの+の

⑬ 磁石で電気をおこす実験の準備



⑭ 電気のおこし方の一例



リード線はトランスの緑の線につなぎ、トランスに磁石を近づけてみましょう。すると、磁石を動かした瞬間にテスターの指針がピクンと振れます。でも、トランスに磁石をいくら近づけても、動かさなければテスターの指針は振れませんね。

磁石を動かしたときにメーターの指針が振れたということは、電気がおきたということです。また、メーターの指針をよくみていると、磁石の動く方向によって指針の振れる方向が変わるのにも気がついたでしょう。これは、おきている電気の方向(+・-)が変わっているということをお知らせしています。

私の実験では、第12図のようなリング状の磁石の場合には、第14図のようにトランスをすっぽり出し入れたときに、テスターの指針がもっともよく振れました。あなたの磁石

の場合には磁石をどの方向から近づけたらテスターの指針がいちばんよく振れるかを調べ、そのやり方でつぎの実験にいきましょう。

電磁誘導では、起電力の大きさはファラデーの法則によってきまるということを勉強しましたね。

では、テスターの指針をみながら磁石(またはトランス)を速く動かしたり、ゆっくり動かしたりしてみましょう。すると、速く動かしたときには指針は大きく振れ(起電力が大きい)、ゆっくり動かしたときには小さくなりますね。

磁石を速く動かすということは磁力線の変化が速いということで、磁石をゆっくり動かすということは磁力線の変化もゆっくりだということです。

これで、起電力の大きさは、磁力線の変化する速さに比例するということがわかりましたね。

ついでに、テスターの+のリード線を第13図の点線で示したように赤線につなぎかえ、今までと同じように実験してみましょう。すると、同じようにやってもメーターの指針の振れが少なくなった(すなわち、起電

力が小さくなった)でしょう。テスターをトランスの赤線につなぎかえたということは、巻いてあるコイルの巻数が半分になったということです。

このことから、電磁誘導の起電力は、コイルの巻数に比例するということもわかりますね。

最後は、起電力の方向の実験です。起電力の方向はレンツの法則で決まるということは勉強したとおりですが、実験でやってみるとどうなることになるのでしょうか。

まず、テスターの+のリード線をもとのようにトランスの緑線につなぎ、第15図のように磁石をひっくりかえしながらトランスを動かす方向とメーターの指針の振れる方向の関係を調べてみてください。すると、磁石をひっくりかえずとトランスを動かす方向とメーターの指針の振れる方向の関係が反対になることがわかるでしょう。

この実験からはレンツの法則そのものはわかりませんが、起電力の方向がレンツの法則にしたがっていることはわかりますね。

*

さて、このあとはいよいよ電磁誘導の本命であるトランスの実験にはいると思ったのですが、誌面がなくなりました。次回はここから始めますので、楽しみにしてください。

End

