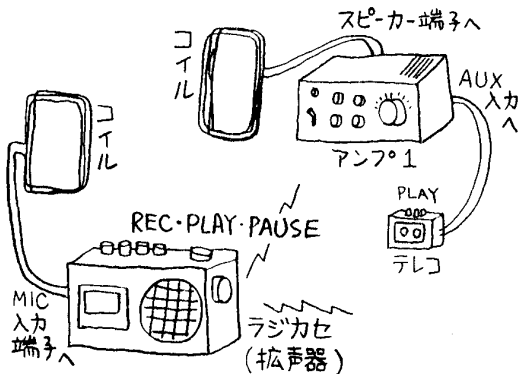


静電誘導通信&変位電流がつくる磁場?

村田憲治 (加納高)

①電磁誘導通信ができるなら・・・

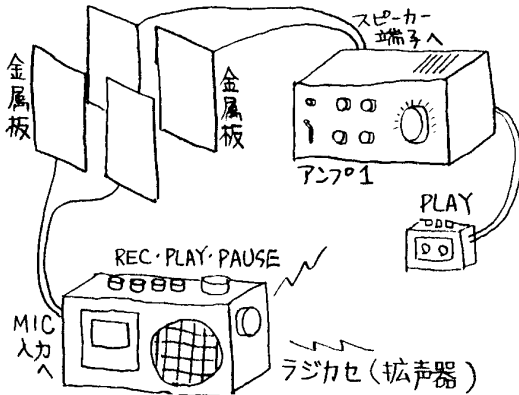
前々回くらいの例会で「教室いっぱい変圧器」を進化させて、下図のようにサーチコイルにアンプをつけてみると意外に遠くでも（壁を隔てた隣の部屋でも!）磁場を拾って音声を再生できるので、これは「電磁誘導通信」と呼んでもいいね、なんてことを小川さんが紹介してくれました。



では、静電誘導でも同じようなこともできるんじゃないか、もしできたら前の実験と対になるわけだから教育的にも意味があるゾってんで挑戦してみました。

②静電誘導通信

図のようにセットしてアンプ1（出力25W）のボリュームを最大にすると、拡声器用ラジカセ（出力5W）からガンガン音楽が流れてきました。ははは、大成功!



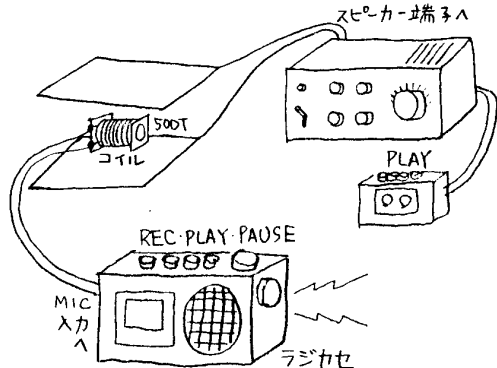
アンプ1のスピーカー端子につないだ2枚の金属板（36cm×20cm）に低周波の交流電圧がかかり、ラジカセのマイク入力端子につないだ金属板に電荷が誘導されたのでしょ。ここで、「あ、これはコンデンサじゃないか」と気がつきました。コンデンサを交流が流れるのはアタリマエですね。

コンデンサというと、 $Q=C\cdot V$ とかを使った計算問題ばかりやって、本質を忘れてしまってるんですね。静電誘導にコンデンサっていう関係をもっと意識するべきなんですよ。ね。

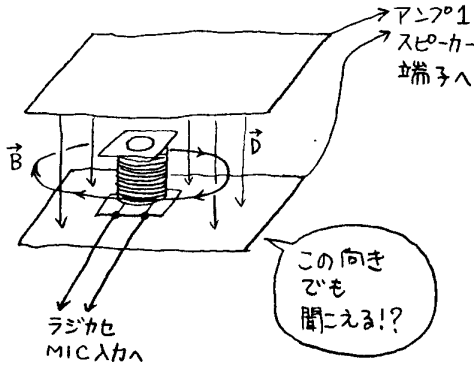
③極板間の変位電流の作る磁場を拾えるか?

アンプ1がつくる電場が意外に強力なので、「ひょっとしたらこの2枚の金属板を向かい合わせて間にコイルを置いたら変動電場が作る変動磁場を拾うかも?」と思いついてやってみました。

江沢洋さんの「物理学入門」（国土社）にも実験のヒントは載ってましたが、結果がどうなるかは書いてありませんでしたから、前からやってみたくとは思っていたのです。



結果は、かなり小さな音ではあるのですが、ちゃんと音声が再生できました。でも、ちょっと気になるところもあって、コイルの向きを変えても音の大きさにあまり変化がないことです。極板間の変位電流がつくる磁場の向きを考えると、コイルを上図のように置くべきで、



確かにこの向きでうまくいくのですが、コイルを90度回転させてもちゃんと音が聞こえてしまうのです。この向きではコイルに磁場が入らないのにな??

④例会での実験と議論したこと

いろいろわからないことをかかえて、これを例会に持ち込み、みんなに考えてもらいました。

まず、静電誘導通信の方では、

「あ、こりゃコンデンサだね。」

「でも音質が良すぎるよ。コンデンサを入れると低域がカットされてシャリシャリした音になるはずだよ。この『コンデンサ』は大きく見積もっても数pFくらいかな？容量が小さいからね。」

「よし、容量の大きなコンデンサに替えてみよう。」

と、パーツボックスをあさって数 μ Fのコンデンサに替えてみると低域の音も出てきます。

「じゃ、小さいのにしてみたら？」

今度はシャリシャリ音。

コンデンサのリアクタンスは $1/2\pi fC$ だからCが小さけりゃ低域(fが小)の音声電流は流れにくくなるわけですね。ナルホド。

「よし、金属板に替えてみて」

シャリシャリ音。pFオーダーのコンデンサのときと同じ程度の音です。

「うーむ。静電誘導なのか？でもこんなに大きな音で鳴るもんかね？極板がこんなに離れてる(20cm)のに。」

みんな疑り深いな～。

「電磁誘導じゃないの？アンプの中にはコ

イルなんていくらでもあるぞ。このACコードも怪しいな～。」

「ラジカセを電池で駆動させてみよう。単一電池6本ある？松尾さん。」

電池でやってみても、やはりラジカセはガンガン鳴ります。

「う～む。」

「スピーカーの線が切れてても音が鳴るってこと？」

「原理的にはそういうことじゃないの？」

「ラジカセのマイク入力端子につながっているコードをコイルにつないでみたら？」

コイルにつないで、アンプの回りをいろいろと探ってみても、60Hzのハム音以外の音はまったく聞こえません。

「ほら、電磁誘導じゃないでしょ？」

「う～ん。納得できんな～。ほんとにかいな。」

「あのね。この金属板を向かい合わせて間にこのラジカセにつながったコイルを入れるでしょ・・・」と、私。

またまたラジカセから音楽が流れ出す。

「ありや、変位電流がつくる磁場か？」

「え、どういうこと？」

「極板間の変動電場が変動磁場をつくりだして、その変動磁場でコイルに起電力が生じて・・・」

「えっ？それってなかなかうまくいかないんだよ。これホント？」

「アンプをスライダックに替えたら60Hzの音をひろうかな？」

「やってみよう。」

「ブーン(60Hzのハム音)」

「あれ？これはスライダックのコイルから直接拾ってるんじゃない？電磁誘導だよ。」

ラジカセのコイルをスライダックに近づけてみるとさらにハム音は大きくなる。

「ダメだこりゃ。」

「低周波発振器にしてみよう。」

「今、20Hzくらい。聞こえる？」

「聞こえないよ。」

「振動数が低すぎるんだ。リアクタンスが $1/2\pi fC$ だもの。fが小さいと変位電

流も小さくなっちゃうよ。振動数を高くして。」

「ピー」

「あつ、聞こえだした。」

「コイルを90°回転させたら？」

「あれ？聞こえるよ。変だな。」

「どうなってんの？」

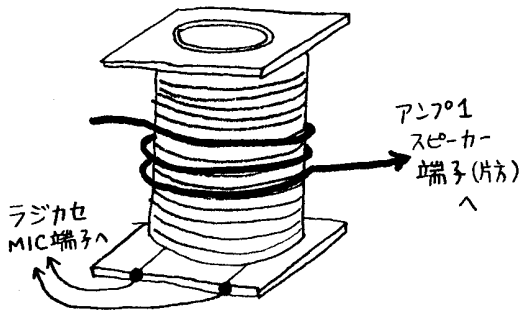
「極板が小さいから、極板間の電界が完全に極板に垂直じゃなくて、水平方向の成分があるのかもね。」

「ほんとかな〜??？」

「変位電流って何Aくらいなの？」

「そりゃ、このスピーカーコードを流れてるのと同じさ。」

石川さんがアンプのスピーカーコード1本だけをラジカセのコイルに巻き付けてみると、コードの端は切れてるのに音が聞こえます。



スピーカーコードの中を電荷が激しく振動してるのがイメージできます。

スピーカーコードの端を金属板に接触させると音が大きくなります。Cが大きくなって、電流が大きくなったから？

「はは〜ん。こりゃ、ため池だね。」

「もう1本を同じ向きに巻き付けたら音が消えるかな？」

「あれ？消えないぞ。どうして？」

もう1本の方は電荷が逆向きに振動してるはずでしょ??」

というわけで、わからないことが山ほど出てきました。でも、次々とアイデアが出てきて十分に知的興奮が味わえたひとときでした。これがサークルのいいところですね。

それから、この例会の時にもらった「教材・教具を工夫する会連絡誌 第90号」に「静電誘導で音声が伝わる！(1)」という記事があることを発見。偶然、同じことを考えてみたいですね。

⑤その後・・・

月曜日、指導要録を書くのに忙しいというのに、「静電誘導通信」が気になって、少し調べてみました。

まず、平行極板コンデンサの容量は、極板間距離を20cmとして計算してみると約3.2pF。

それから、2現象オシロで、アンプのスピーカー端子の電圧波形と、回路を流れる電流の波形（回路に抵抗を入れて抵抗の両端を測るのですが）を調べてみました。

電流の位相の方が90°進んでいれば、「静電誘導」と言えるはずですよ。

結果は、どこからか変なノイズが混入して、今ひとつわかりにくいのですが、電流の方が位相が進んでいるように見えました。

さらに、いろいろ調べようとしてたら、うっかりスピーカー端子をショートさせてしまい、アンプの片チャンネルがパー！げげっ。ショックでかい！

こりゃ、「道楽はやめて指導要録をちゃんと書け」っていう神のお告げかな〜と思い、実験を中断して、本務に専念することにしました。ははは。⑤