

# 豆電球の明るさで共振周波数を探る

村田憲治@各務原西高校(非常勤講師)

30年くらい前からやってる演示実験ですが、豆電球の明るさでRLC回路の共振周波数を探ってみましょう。今年は、周波数を周波数カウンタで測って、ちゃんと理論値通りになっているかどうか確かめてみました。

## ■コイルの誘導リアクタンスは何で決まるか

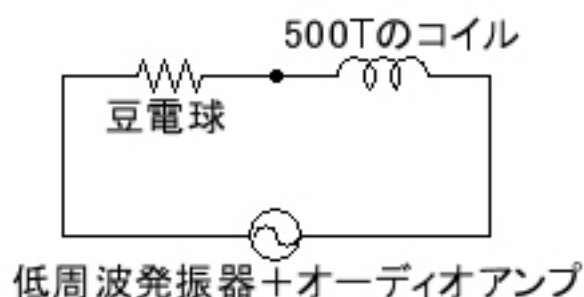
どの学校にもある島津理化の「電磁現象実験器セット」に入っている500巻のコイルを使って、コイルのリアクタンスが何で決まるか調べてみましょう。

低周波発振器(200Hz~2000Hz くらい)の出力を10W程度のオーディオアンプで増幅し、スピーカー出力端子に豆電球と500巻のコイルを直列につなぎます。

コイルのリアクタンスは  $2\pi fL$  [Ω] ですから、発振器の周波数  $f$  を大きくするにつれて豆電球は暗くなっていきます。

また、空芯のコイルに鉄心を挿入すると  $L$  が大きくなるので、やはり豆電球は暗くなります。

低周波発振器の出力にスピーカーをつけておくと、周波数の高低が耳で聞いて分かるので、この実験の意味が分かります。



## ■コンデンサの容量リアクタンスは何で決まるか

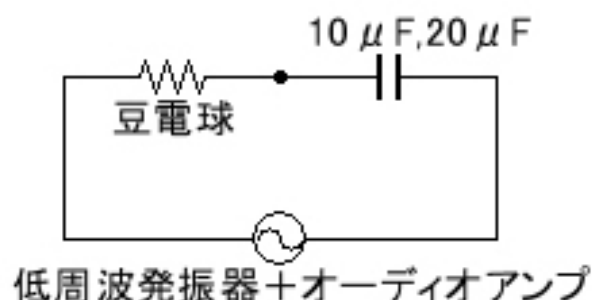
10 μF のコンデンサと豆電球を直列にして、アンプのスピーカー端子につなぎます。

今度は、低周波発振器(200Hz~2000Hz くらい)の周波数  $f$  を大きくするにつれて豆電球は明るく輝きます。

コイルの場合と逆です。なぜならコンデンサのリアクタンスは

$$\frac{1}{2\pi fC} \text{ [Ω] からです。}$$

10 μF のコンデンサをもうひとつ並列につないで 20 μF にすると、豆電球は明るくなります。



## ■RLC直列回路の共振周波数を豆電球の明るさを頼りに探る

今度は少し定量的にやってみましょうか。

RLC直列回路の共振周波数  $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  [Hz] を豆電球の

明るさを頼りに探ってみましょう。

500巻コイルのインダクタンス  $L$  をLCRテスターで測ったら、11.49mH ありました。250巻の端子にすると、3.68mH になりました。

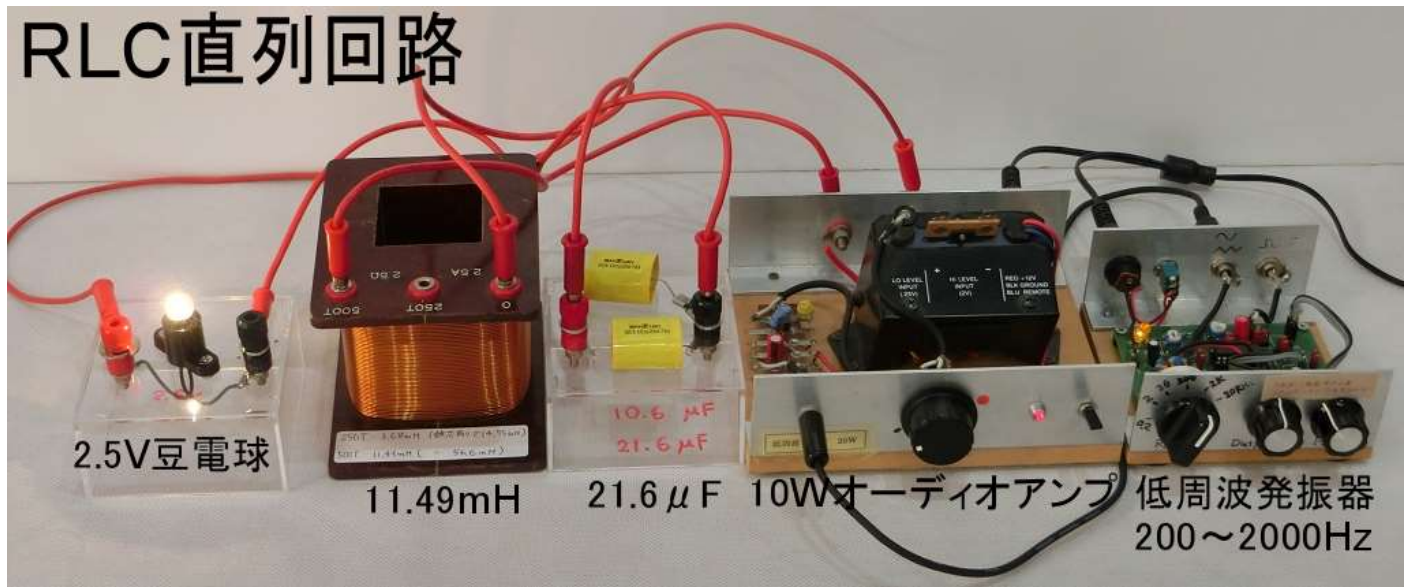
コンデンサは1個で 10.61 μF, 2個並列にすると 21.60 μF でした。

(このLCRメーターが指す値をどの程度信頼できるのかは???)

この  $L$  と  $C$  を使って4通りの組み合わせで共振周波数  $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  を計算してみましたので、実測値に近い値になるかどうか実際にやってみましょう！



# RLC直列回路



| C [ $\mu$ F] | L [mH] | 共振周波数 [Hz] | 実測値 [Hz] |
|--------------|--------|------------|----------|
| 21.60        | 11.49  | 319.5      |          |
| 10.61        | 11.49  | 455.8      |          |
| 21.60        | 3.68   | 564.5      |          |
| 10.61        | 3.68   | 805.4      |          |



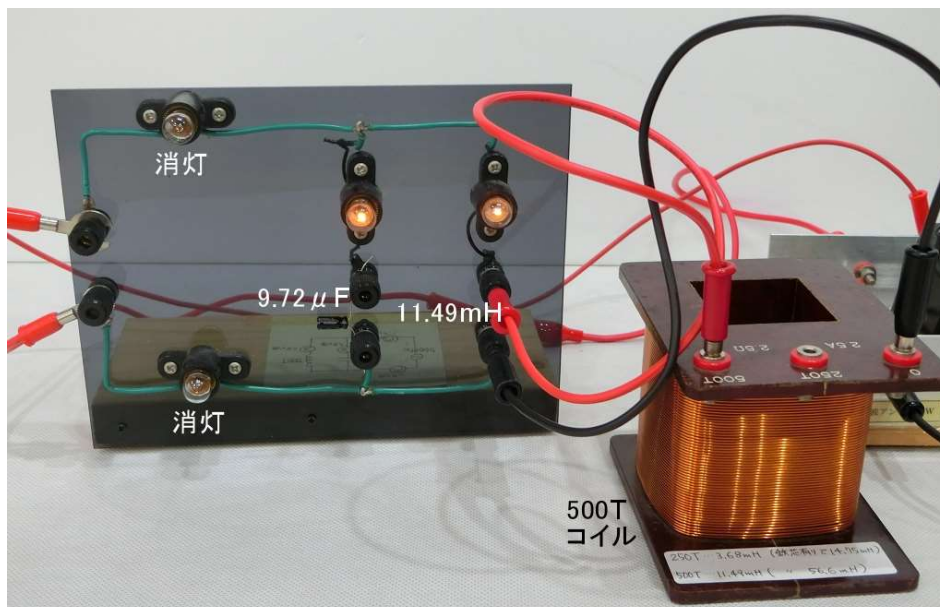
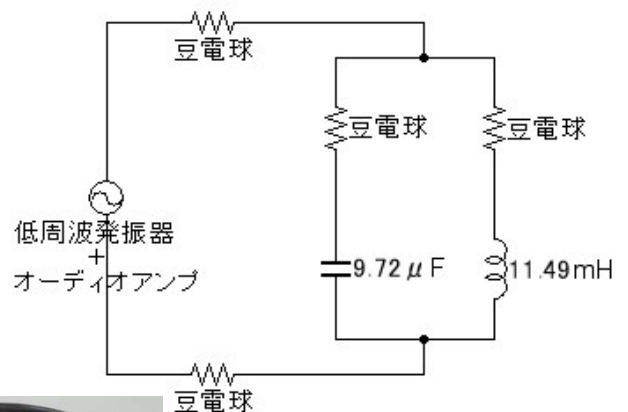
Cが1/2になると、  
共振周波数は $\sqrt{2}$ 倍になる。

## ■ LC並列回路の共振周波数を豆電球の明るさを頼りに探る

LC並列回路もやってみました。

11.49mHのコイル $L$ と $9.72\mu$ Fのコンデンサ $C$ だと、共振周波数は476Hzになるはず。確かめてみましょう。

この回路のコイルとコンデンサを流れる電流の位相は逆なので、共振したときには回路図の左上下の豆電球に流れる電流はゼロになり、豆電球が消えてしまいます。



動画もどうぞ↓

