

# 長岡係数とコイルの自己インダクタンス

村田憲治 (自宅警備会社 S E)

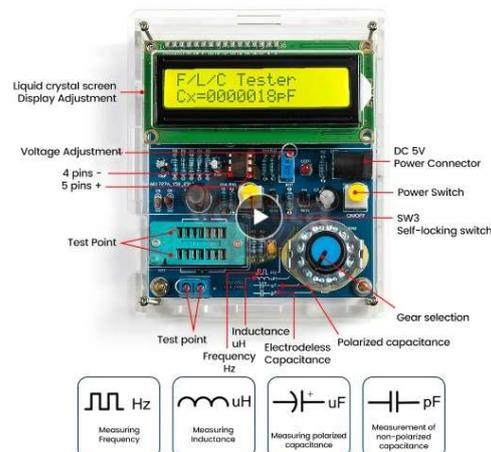
AliExpress でキャパシタンス・インダクタンス・周波数 測定器キットを買いました。驚安の 1,820 円だったのですが、数 pF のキャパシタンスや、数 μH のインダクタンスも測定できるなかなかの良品だったのでご紹介します。

## ■ラジオの周波数目盛りはどうして等間隔になってないのでしょうか



ラジオの周波数目盛りを見ると、高い周波数の方ほど目盛りが詰まっています。どうしてなのでしょう。この測定器でその理由を調べてみましょう。ヒントはこの式↓

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



## ■有限の長さのソレノイドコイルの自己インダクタンスLはどうやって計算するの？

高校物理の教科書に載ってて、導出もさせられるソレノイドコイルの自己インダクタンス  $L$  の式は、

$$L = \frac{\mu N^2 S}{l}$$

です。単位長さの巻き数  $n$  を使って書くと、

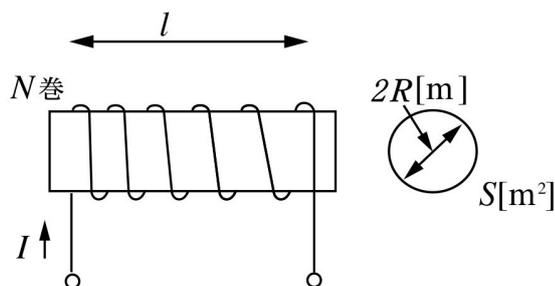
$L = \mu n^2 l S$  ですが、いずれにしてもこれは無限長さのソレノイドコイルの自己インダクタンスの式なので、身近にある有限長さのコイルの自己インダクタンスの式はこれとはちよっと違います。

実は、長岡係数  $K$  (長岡半太郎の長岡です!) っつのが掛かって、

$$L = K \frac{\mu N^2 S}{l}$$

という式になるんだそうです。

Wikipediaによると、長岡係数とは ↓こういうものだそうです。よくわからんw



### 長岡係数を求める公式

長岡係数  $K_N$  は、次の式で求められる。

$$K_N = \frac{4}{3\pi\sqrt{1-k^2}} \left( \frac{1-k^2}{k^2} K(k) - \frac{1-2k^2}{k^2} E(k) - k \right)$$

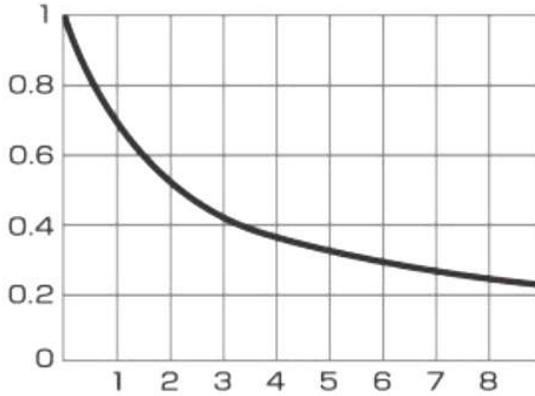
ただし、 $k$  は、

$$\frac{2r}{l} = \frac{k}{\sqrt{1-k^2}}$$

で表される。

さらに、 $K(k)$  および  $E(k)$  はそれぞれ、 $k$  についての第一種完全楕円積分および第二種完全楕円積分である。

K:長岡係数



$\frac{2r}{l}$ :ソレノイドの直径/長さ

ポイント

ソレノイドコイルにおいて、断面積が同じならば、長さが短くなるほど、長岡係数は小さくなり、インダクタンスも低下する。これはコイルの長さが短くなるほど、コイルからの磁束漏れが多くなることによる。

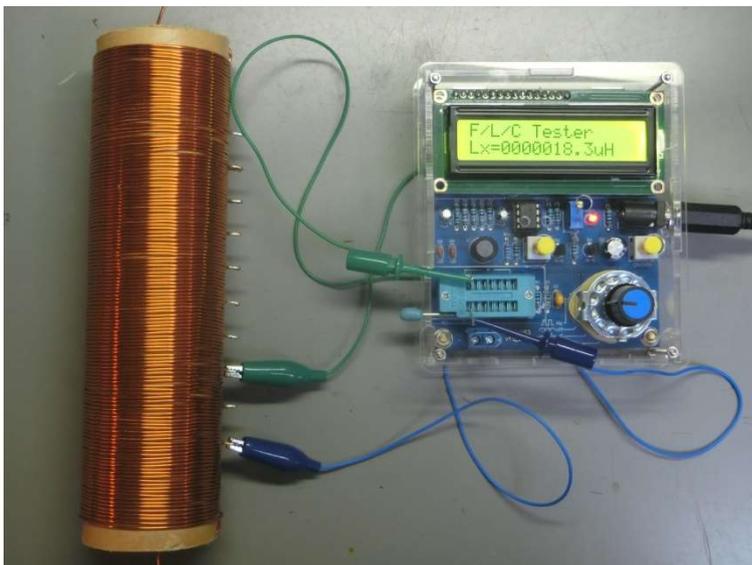
グラフだけ与えられても困るので、ネットで検索したら  $\frac{2R}{l}$  の値を入力すると長岡係数を計算してくれる Web

サイトがありました。https://keisan.casio.jp/exec/user/1225887110

これを使って、紙筒に巻いたコイルの自己インダクタンスについて、理論値と実測値を比較してみました。

巻数N	コイル長さl	2R/l	長岡係数KL (理論値)	$\mu H$ L (実測値)
10	11.9	3.78	0.377	6.33
20	23.8	1.89	0.539	18.1
30	35.7	1.26	0.636	32.0
40	47.6	0.945	0.700	47.0
50	59.5	0.756	0.746	62.6
60	71.4	0.630	0.780	78.5
70	83.3	0.540	0.806	94.7
80	95.2	0.473	0.826	111
90	107.1	0.420	0.843	127

直径2R=45mm



↑ココで買いました



↑製作動画