

# CTの話

さて今回のお題は「CT」に関するものです。

配電の実務ではCTを沢山使います。

CTは交流の大電流を計測するのに必要な機器ですが、動作原理が今一良く解らないところがあります。

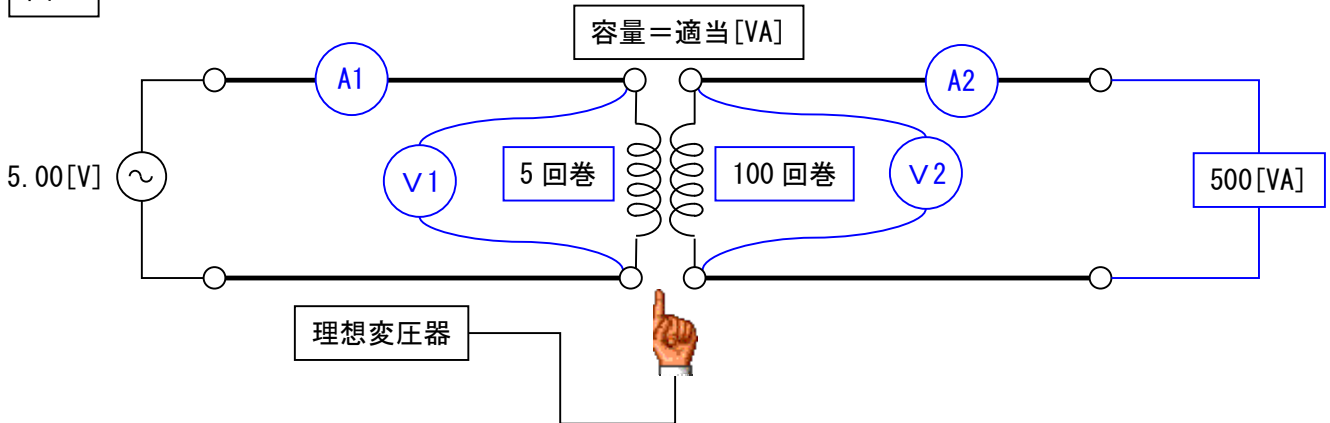
今回はCTの動作原理に迫ってみたいと思います。

令和 鹿年 骨月 吉日

トルメキアニスタン・だ・サイタマ・ネズミーランド大学 学長 鹿の骨

で・・・、毎度の様にいきなり問題を出します。

図 1



## 問題 1

図 1 に示された回路の、電圧計及び電流計の値を述べよ。

## 問題 2

変圧器の変圧比は幾つか？一次側を「1」として答えよ。

## 問題 3

変圧器の変流比は幾つか？一次側を「1」として答えよ。

## 解答

暗算で求まる問題です。

## 解答 1

$V1=5.00[V]$   $A1=100[A]$   $V2=100[V]$   $A2=5.00[A]$

(電圧計の内部インピーダンスは無限大 電流計の内部インピーダンスはゼロです。 ←基本事項)

## 解答 2

一次側 : 二次側 = 5 : 100 = 1 : 20 ←二次側の電圧が一次側の 20 倍になるという意味  
変圧器だから当たり前の話です。

## 解答 3

一次側 : 二次側 = 100 : 5 = 1 : 1/20 ←二次側の電流が一次側の 1/20 倍になるという意味  
実はこれが物凄く重要な話です。

幾ら何でもこれが解らないとは言わないで下さい。

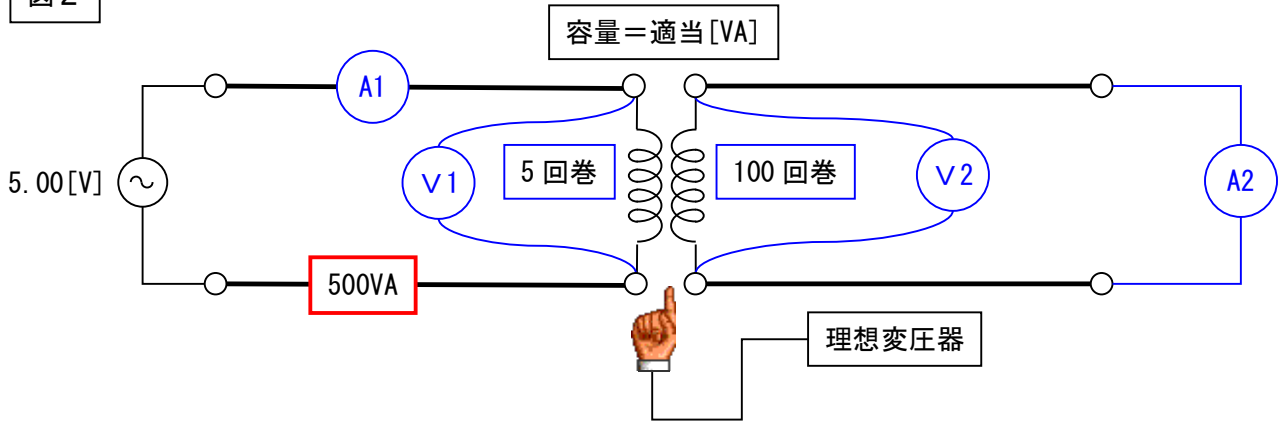
変圧器は昇圧器です。

変圧器の回路定数は全て無視しています。変圧器の容量は計算と無関係です。

磁気飽和？何それ美味しいの？ ←実は後で話の続きがあります。

今度はこんな回路の問題です。

図 2



回路の様子が変わりました。

負荷 500VA が一次側に移動し、二次側には電流計が繋がっています。

前ページで「**電流計の内部インピーダンスはゼロです。**」と書きました。

つまり二次側の端子は短絡しています。さて問題です。

### 問題 1

図 2 に示された回路の、電圧計及び電流計の値を述べよ。

### 解答 1

$V1=0.00[V]$   $A1=100[A]$   $V2=0.00[V]$   $A2=5.00[A]$

### 怪説

ナンジャコリヤ？と普通は思うはずですが。

ナルホド納得と言う方はそもそもこの怪説を読む必要がありません。

もし図 3 の様な回路 (実は電流を規制する負荷が何処にも無い。) になっていたら二次側は短絡し途轍もない電流が流れますが、今回の図 2 は二次側の電流は短絡電流にはなりません。

「**二次側の電流が一次側の 1/20 倍になるという意味**」と書きましたが、言い方を変えれば「二次側に流れる電流は一次側の 1/20 倍に**必ずなる**。」ということです。

二次側の電流は一次側に規制されて勝手に流れることは出来ません。 ←物凄く重要！

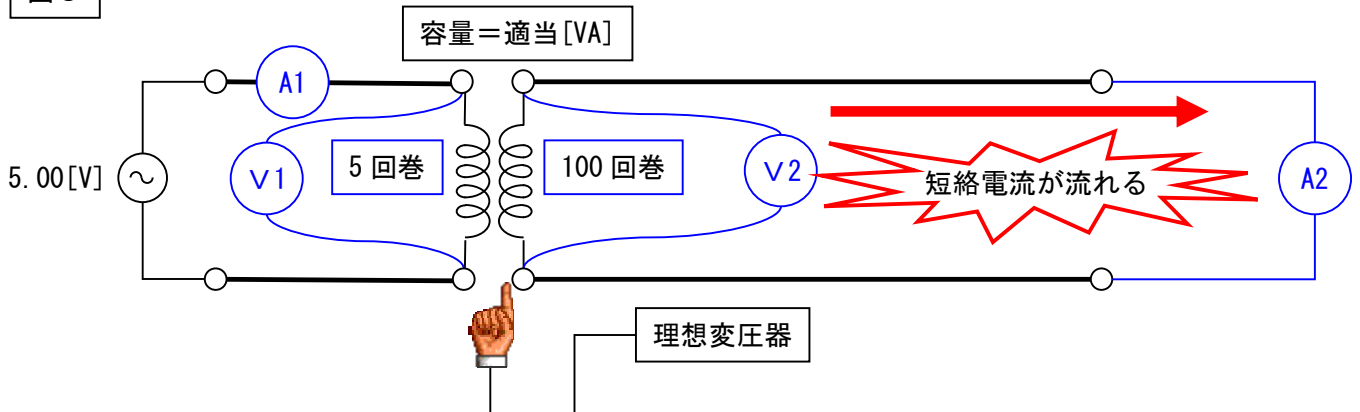
この様に変圧器は一次側及び二次側の電圧比を決めていると同時に変流比も決めています。

電圧だけが決まって電流が決まらないことは有り得ません。

大事なことですからもう一度書きます。

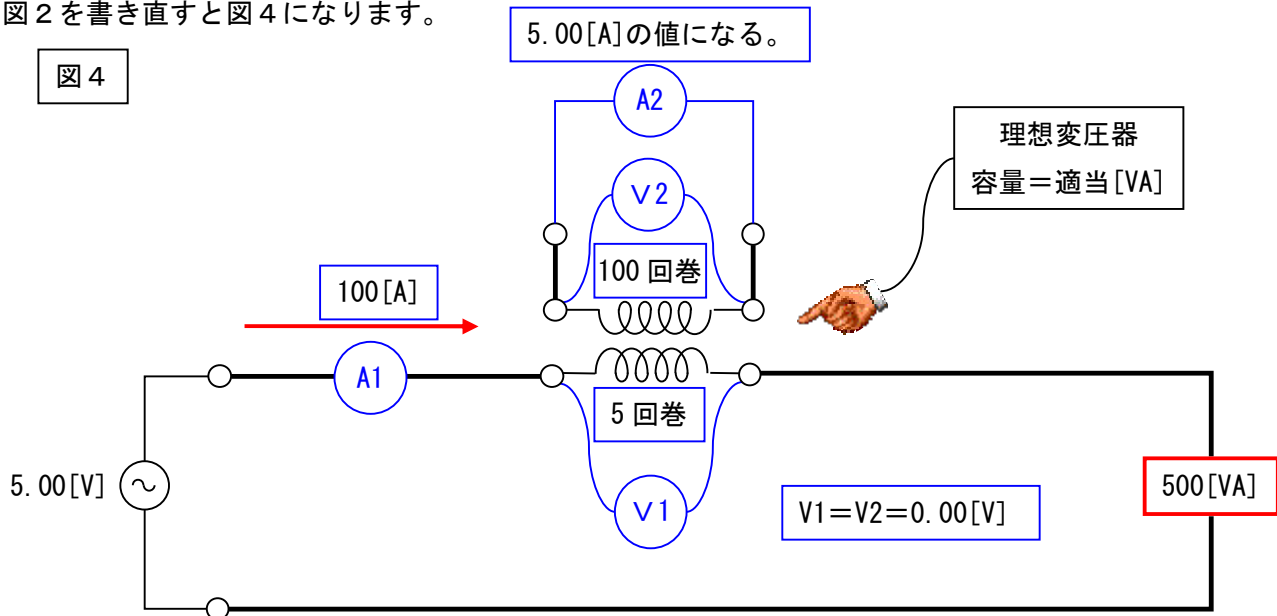
**変圧器は一次側及び二次側の電圧比を決めていると同時に変流比も決めています。**

図 3



次ページに理解の助けになる(であろう)回路を書きます。

図2を書き直すと図4になります。



実はこれがCT (100A/5A)の動作原理図です。

図2を書き直すと図4になります。

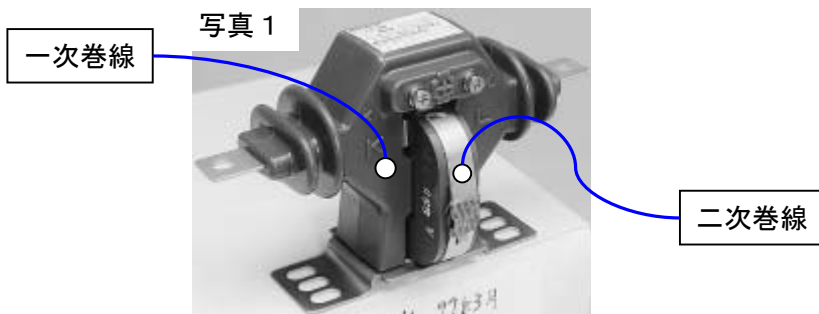
二次電流は一次電流の1/20倍になり電圧は20倍になります。 ←電流に関する変圧器原理のまま。

一次電圧は0.00[V]ですから二次電圧も0.00[V]になり矛盾はありません。(←何か騙されている様な希ガス・・・)

下の写真1のCTは普通高圧用の「一次導体付き」のものですが、図4の原理図に近いものとなっています。一次巻線と二次巻線が互いに鎖交しています。

しかし、通常のCTは写真2に示すような感じで一次導体はありません。

これで何でCTの体を成すのかは次に説明します。



下に書いた図6は実際のCTの図です。

この図で一次側は実は「一回巻」です。素通しではありません。

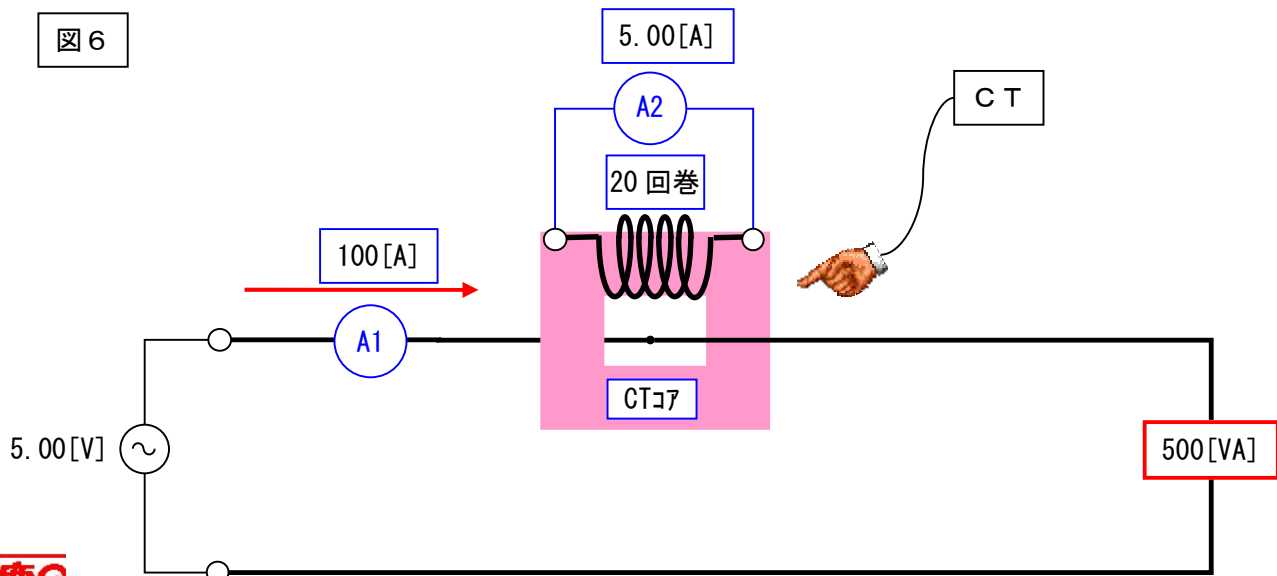
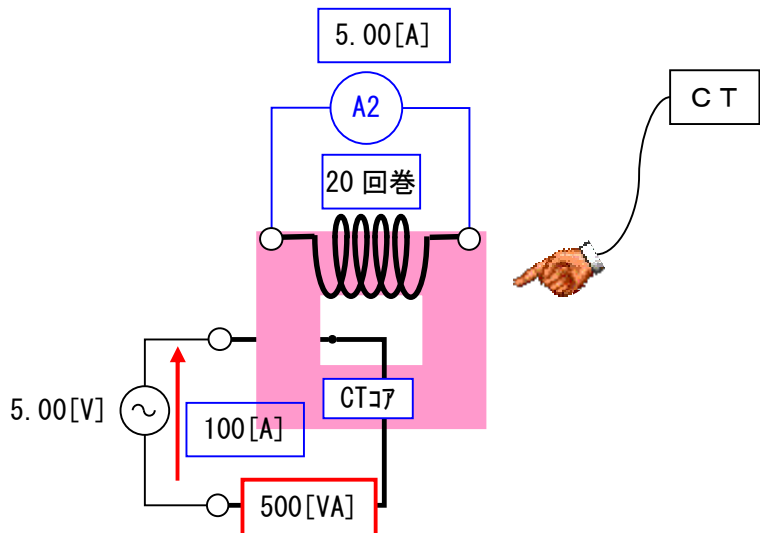


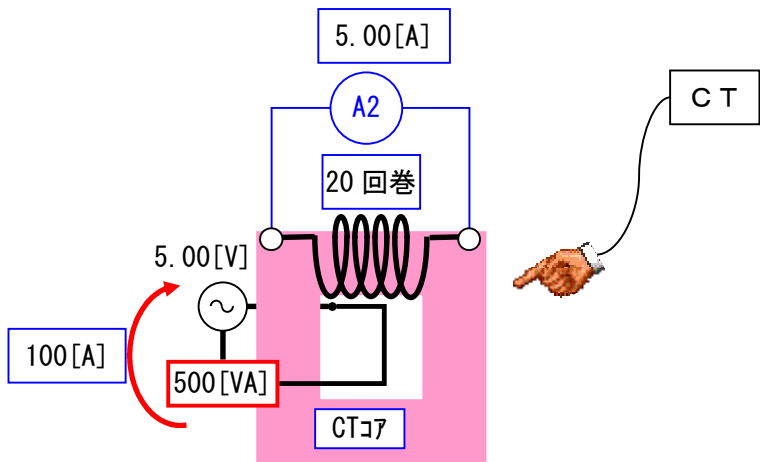
図6を書き直すと図7になります。一次側の電流計は省略しました。

図7



更に書き進めると図8になります。これで一次側が一回巻いているって理解できますか？

図8



これで通り一遍の説明は終わりです。これでご理解が得られれば良いのですがそうでない方は別の参考書等をお読みください。

序に「巻き戻し (バックワインディング)」に関して説明しておきます。

実際の 100/5[A]変流器は二次側が20回巻きでは無く19.5回巻き程度になっていることが多い様です。

下記で19.5回巻きという摩訶不思議な事態の説明をします。図示します。

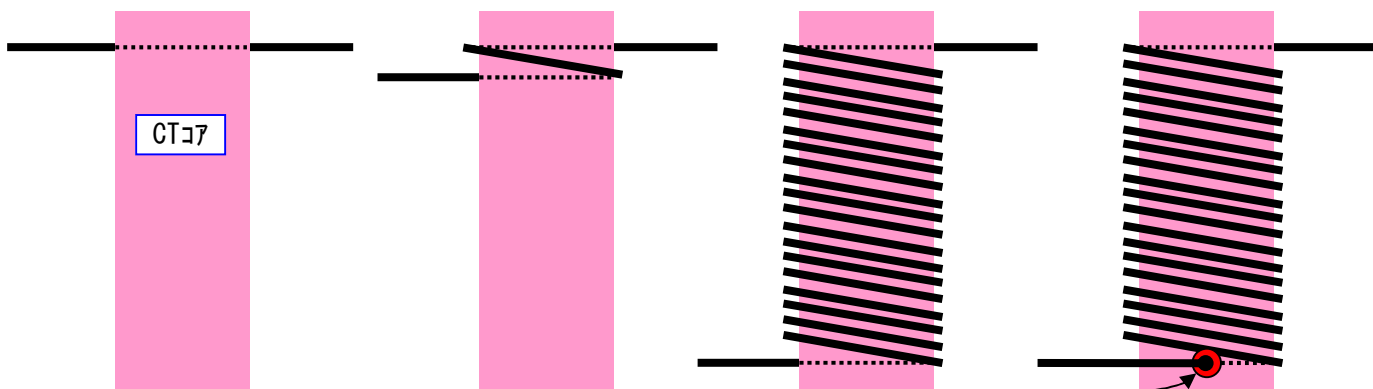


図9  
1回巻

図10  
2回巻き

図11  
20回巻き

図12  
19.5回巻き  
コアに穴を開ける

このように巻線をコアの途中に穴を開けて取り出すと+0.5回巻となります。

今度はこんな回路の問題です。

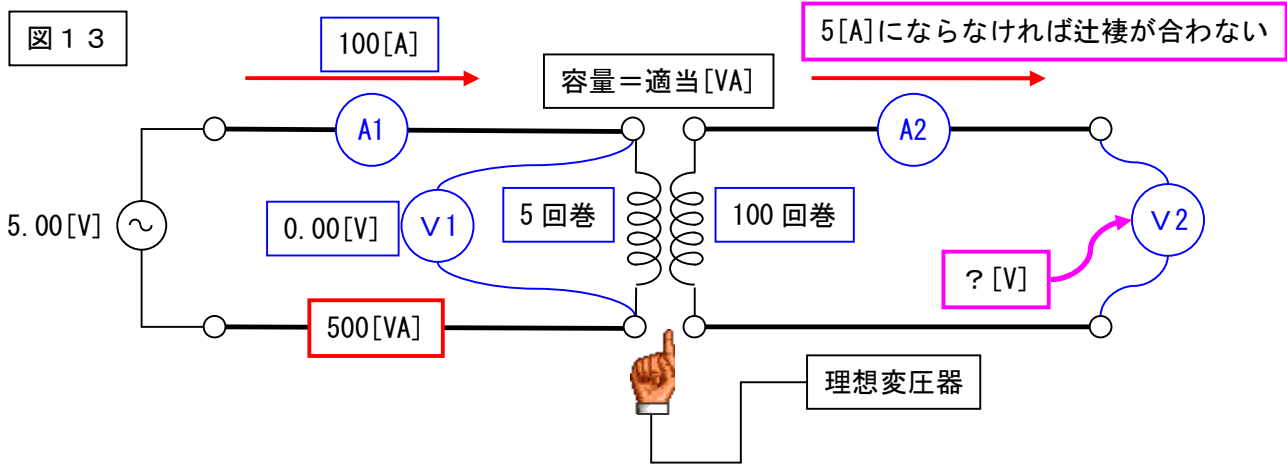


図2から回路の様子が変わりました。

二次側端子に設置された電圧計の値は幾つになるのでしょうか？

単純理論ですがこの電圧は無量大[V]になります。

一次側の電流は100[A]ですから二次側の電流は5[A]にならないと辻褃が合いません。

電圧計の内部インピーダンスは無量大[Ω]ですから自動的に電圧も無量大[V]になります。

$E = I \cdot Z$ の公式に当てはめると 無量大[V] = 無量大[Ω] · 5.0[A] という摩訶不思議な関係式になります。

電圧計を撤去して端子を開放しても結果は同じです。

端子間電圧が途轍もない電圧になります。

しかし、しかし、これはあくまでも単純理論での話です。

実務では300[V]程度で収まります。(それでもCTの二次側開放は御法度です。)

こうなる理由は色々ですが、最大の原理は鉄芯の磁気飽和だということです。

磁気飽和が起きるので二次側電圧が制限されるという理屈だそうです。

正直これ以上は良く解りません。

解り辛い説明で申し訳ありませんが、原理はその様になっているということです。

詳しい方がいらっしゃいましたら解説をお願いします。

オシマイ



おまけ  
この二人似てないか？