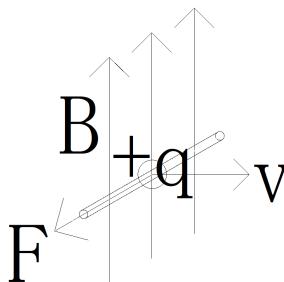


# 交流:コイルとコンデンサーの変化をトレース

更新日 2017年8月28日

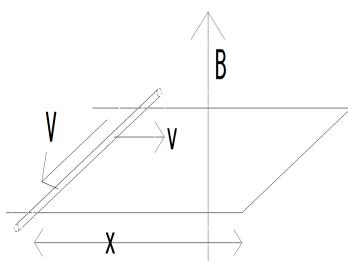
## [ローレンツ電池]



長さ  $L$  の導体棒が一様な磁束の向きと直交している。これが導体棒及び磁束線に垂直に速さ  $v$  で運動している。

導体棒の中の電荷  $q$  に対してローレンツ力  $F=qvB$  …(1)  
がフレミング左手の法則により、図の向きに働く。  
導体中に電場  $E$  が生じているとすれば、 $F=qE$  …(2)となる。  
(1), (2)及び  $V=EL$  …(3)から  $F$  と  $E$  を消去すると  
 $V=vBL$  …(4)が導かれる。

## [ファラデーの電磁誘導]



この導体棒で図のように閉回路を作ると、その中の面積は

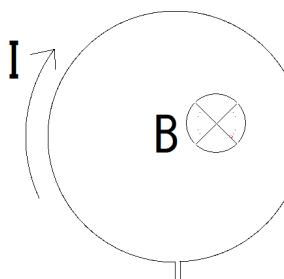
$$S=xL \text{ となる。 } v=\frac{dx}{dt} \quad \phi=B S \text{ より}$$

$$V=vBL=\frac{dx}{dt}BL=\frac{d(B(xL))}{dt}B=\frac{d(BS)}{dt}=\frac{d\phi}{dt} \quad \dots(5)$$

として、ファラデーの電磁誘導が導かれる。

面積  $S$  は減少だから、磁束  $\phi$  も減少する。ゆえに起電力は磁束の変化を妨げる向きに生じている。(レンツの法則)

## [閉回路電流]



図のような閉回路電流でその中の面積は  $S$ 、面に垂直な磁束密度を  $B$  とする。電流は時計回りに流れている。

電流が減少したとすると、円内部の磁束が減少するので、それを妨げる向きに、つまり、時計回りの方向に誘導起電力が生じる。

逆に電流が増加した場合は、円内部の磁束が増加するので、それを妨げる向きに、つまり、反時計回り誘導起電力が生じる。

まとめると、誘導起電力の向きは電流の変化を妨げる向きである。

## [コイル]

電源とそれ以外とでは電圧・電流の向きが違うことに注意する。

電源では、電位の低い方から電位の高い方へ電流が流れる。

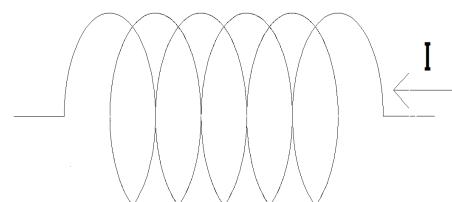
抵抗では、電位の高い方から電位の低い方へ電流が流れる。

コイルは閉回路電流  $n$  巻きを同じ向きに重ねたものと考えられる。

右側導線からコイルへ流れる電流の向きを正とし、コイルの右側を電圧のプラスの基準とする。

コイルから右側への電流、つまり負の電流の絶対値が減少するとき、つまり、符号付きで考えると、電流がマイナスからプラスへ増加する時、それを妨げる向きに誘導起電力が生じ、コイルは電池になる。つまり、右側の電位が高くなる。電流が  $-I$  から  $I$  へ変化する途中  $I=0$  となった時、電圧は最大となる。従ってコイルでは電圧の山の後に電流の山がくる。(左向きを正の電流とした場合。)

左側導線からコイルへ流れる電流の向きを正とし、左側を電圧のプラスの基準とする。

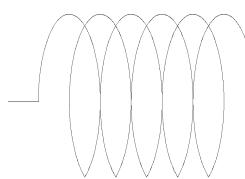


## [コイルでの交流]

コイルの右側の電位を取り、右側からコイルへ流れる向きをプラスの電流の向きとする。

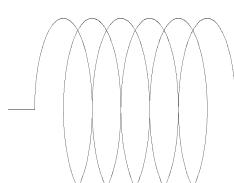
+ I の電流は右側からコイルへ流れ、- I の電流はコイルから右側へ流れている。

### [フェーズ1]



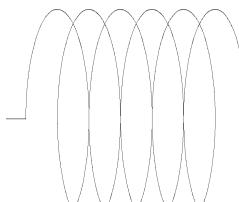
コイルの左側から右へ電流  $-I$ (=最小)が流れ、その絶対値が減少する時、すなわち符号付きで考えて電流が+方向へ増加するとき、減少分の電流を補おうとして、誘導起電力  $+V$  が右向きに生じる。

### [フェーズ 2]



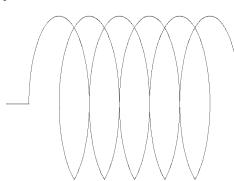
電流は  $I=0$  となった後、逆向きの正の方向へ流れ始める。  
 $I=0$  増加分の電流を押さえようとして、誘導起電力  $+V$  が最大となる。  
電圧が最大になった後、電流が最大になるまで続く。

### [フェーズ 3]



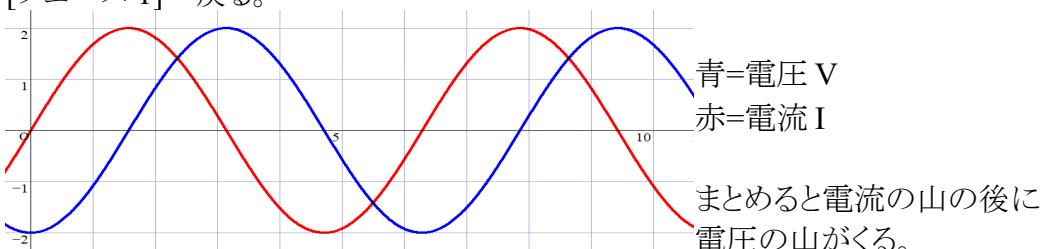
コイルの右側から左へ電流  $I$ (=最大)が流れ、それが減少する時、減少分の電流を補おうとして、誘導起電力  $-V$  が左向きに生じる。

### [フェーズ 4]



電流  $I=0$  となった後、逆向きの負の方向へ流れ始める。  
 $I=0$  増加分の電流を押さえようとして、誘導起電力  $-V$  が最小となる。  
電圧が最小になった後、電流が最小になるまで続く。

[フェーズ 1]へ戻る。



## [コンデンサーでの交流]

コンデンサーの右側極板の電気量  $Q(C)$ 、電圧  $V(V)$ 、静電容量  $C(F)$ とする。  $Q=CV$   
電流の向きは極板へ向かう側をプラスの電流とする。

### [フェーズ1]

$+Q$

右側の電気量-Q(C)(最小)の時、電流は一瞬  $I=0(A)$  になる。

$$V = -\frac{Q}{C} \text{ より } V \text{ は負の値で最小}$$

$\leftarrow$   
 $I=0$

この時から右側極板へ電流  $I$  が流れ込む。  $I$  の符号は(+)。

### [フェーズ2]

$Q=0$

$Q=0$

右側の電気量 0 でも電流は流れ続け、電気量が  $+Q(C)$  になるまで極板に電気量を蓄える。

$\leftarrow$   
 $+I$

電流  $I$  は正の値として、最大になる。

$$V = \frac{Q}{C} \text{ より } V = 0$$

### [フェーズ3]

$-Q$

$+Q$

$Q=$  最大の時、  $V = \frac{Q}{C}$  より電圧  $V$  も最大である。

この瞬間に  $I=0$

$\rightarrow$

この後、電流  $I$  が逆向きに流れる。  $I$  の符号は(-)

$I=0$

右側の電気量  $+Q(C)$  から電流  $I$  が流れ始める。 符号は負。  
右側の電気量が減り始める。

### [フェーズ4]

$Q=0$

$Q=0$

右側の電気量ゼロでも、電流  $I$  は負の値で最小で流れ続ける。

$\rightarrow$

$$V = \frac{Q}{C} \text{ より } V = 0$$

$-I$

右側の電気量が 0 から負になり始める。

### [フェーズ1]へ戻る。

