入試問題研究　第64回　1993年度　奈良女子大学　② 電磁誘導

※　復習項目　→　ファラデーの電磁誘導の法則、フレミングの左手の法則

右の図１のように長さが a [m] で抵抗が R [Ω] の導線をつないだ構造体を、x 軸の正の方向に一定の速さ v [m/s] で動かした。

ただし、$x<0$ の領域には磁界がゼロ、　$x>0$ の領域には紙面に垂直に裏から表向きに磁束密度 B [Wb/m^2] の一様な磁界がかかっている。　以下の各問いに答えなさい。　ただし、導線を流れる電流によって生じる磁界の影響はないものとする。

(1)　導線は時間の経過と共に、右の図２に示したように磁界がある領域に入って行く。　図２の①、②、③の各々の場合について、導線の閉じた回路 ABEFA と BCDE の中に生じる誘導起電力を求めなさい。ただし、起電力の方向は A→B→E→F→A および、B→C→D→E→B の向きを正の向きとする。

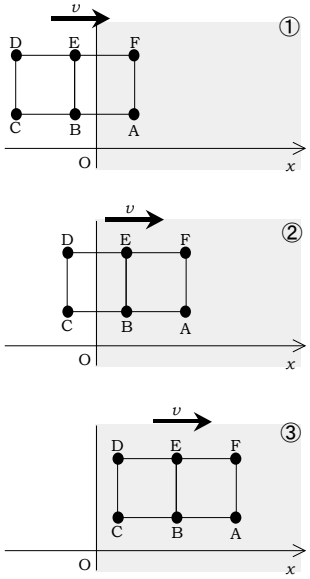


図2

(2)　導線の中に誘導起電力が生じると、回路に電流が流れる。図２の①、②、③にそれぞれの場合について、導線 BE 間に流れる電流を求めなさい。ただし、B から E の方向に流れる電流を正とする。

入試問題研究　第64回　1993年度　奈良女子大学　② 電磁誘導

※　復習項目　→　ファラデーの電磁誘導の法則、フレミングの左手の法則

構造体全体の位置が $x<0$ や、$x>0$ の領域にあれば回路を貫く磁束の変化はない。図２で示す①、②のときに回路に電流が流れることになる。　電磁誘導による誘導起電力（誘導電圧）を考えるときのコツは「どの部分に電圧が発生するか」　ということだ。この意味でも　「電線に発生する起電力」　の考えの方が考える上で都合が良い。

図２の①で考えると、誘導電圧が発生する基本を「コイル」と考えるか「電線」と考えるかの２通りだ。

コイル　→　コイルABEFの電磁誘導　→　単位時間にコイルを貫く磁束の変化量が誘導起電力（電圧）！

電　線　→　電線AFの電磁誘導　→　電線に発生する誘導起電力　$V=Bvl$　の公式

→　単位時間に電線が横切る磁束の量が誘導起電力（電圧）！

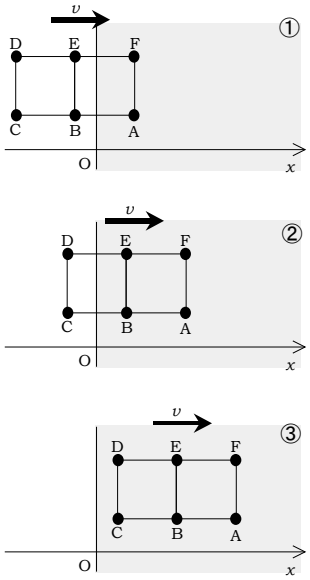


図2

(1)　①のときコイルABEFの誘導起電力の大きさは $V=\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}$　であるから、

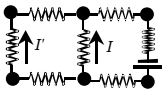
$V=\dfrac{Bav\Delta t}{\Delta t}=Bav$ [V]、紙面裏から表向きの磁束が増加するので時計回り（レンツの法則より、A→B→E→F→Aの向き）に誘導電流が流れるように誘導起電力が発生する。したがって、誘導起電力は $+Bav$ [V] である。コイルCBEDの誘導起電力は貫く磁束の変化がないので、当然ゼロだ。

②のとき、CBEDの誘導起電力の大きさは $V=\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}$　であるので

$V=\dfrac{Bav\Delta t}{\Delta t}=Bav$ [V]、紙面裏から表向きの磁束が増加するので時計回り（B→C→D→Eの向き）に誘導電流が流れるように誘導起電力が発生する。したがって、誘導起電力は　$+Bav$ [V]　である。

③のとき　コイルABEF、コイルCBEDともに磁束の変化はない。したがって、コイルABEF、コイルCBEDともに誘導起電力はゼロである。

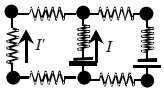
(2)　電線AFに誘導起電力が生じる考えてみよう。誘導起電力は Bav [V] である。AFを電池と考えると、キルヒホッフの法則より、$Bav=IR+(I+I')R+(I+I')R+(I+I')R$、



$0=I'R+I'R+I'R-IR$　から、$Bav=3I'R+4IR$、$I=3I'$　より、$I=\dfrac{Bav}{5R}$　だから、BEの電流は

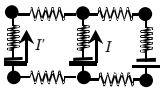
$+\dfrac{Bav}{5R}$ [A] だ。

②の場合、電線AF、BEに誘導起電力が生じる考えてみよう。誘導起電力は Bav [V] である。AF、BEを電池と考えると、①と同様にして、



$0=IR+(I+I')R+(I+I')R+(I+I')R$、

$Bav=I'R+I'R+I'R-IR$ だから、$0=3I'R+4IR$、$Bav=3I'R-IR$ より、$I=-\dfrac{Bav}{5R}$ だから、BEには

$-\dfrac{Bav}{5R}$ [A] の電流が流れる。

③の場合、同様に　$0=IR+(I+I')R+(I+I')R+(I+I')R$、$0=I'R+I'R+I'R-IR$　だから、$0=3I'R+4IR$、$0=3I'R-IR$ より、$I=0$ だから、BFの電流はゼロである。