

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 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/m²] 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、導線を通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いく。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 $A \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow A$ および、 $B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow B$ の向きを正の向きとする。

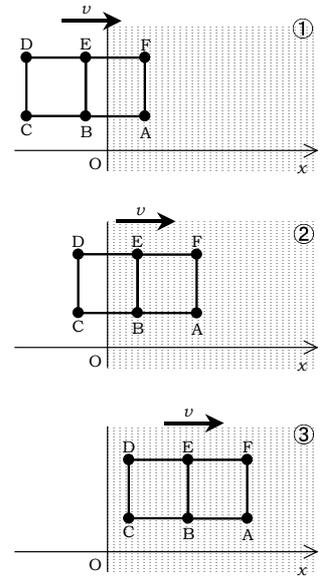


図2

- (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 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、 $x > 0$ の領域にお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)を考えたときのコツは「どの部分に電圧が発生するか」ということだ。

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 → ABEF のコイルの電磁誘導として、
→ コイルを貫く磁束の単位時間あたりの変化量が誘導電圧！

電線 → AF の電線が磁界の中を動く！ → 電線に発生する誘導起電力 $V = Bvl$ の公式
→ 単位時間に切る磁束の量が誘導電圧！

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

$$V = \frac{Bav\Delta t}{\Delta t} = Bav [V], \text{ 紙面裏から表向きの磁束が増加するので時計回り(A}$$

→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 コイル CBED の誘導起電力の大きさは $V = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ から、

$$V = \frac{Bav\Delta t}{\Delta t} = Bav [V], \text{ 紙面裏から表向きの磁束が増加するので時計回り(B}$$

→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。

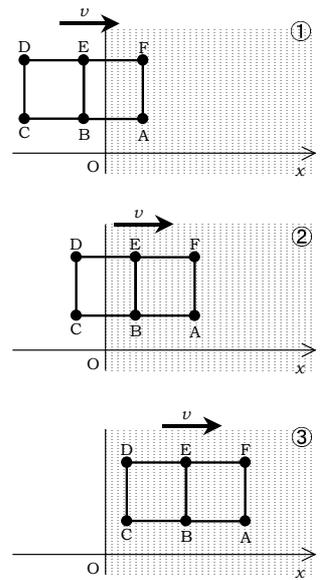


図2

(2) ①の場合、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、 $Bav = IR + (I+I')R + (I+I')R + (I+I')R$ 、

$$0 = I'R + I'R + I'R - IR \text{ から、 } Bav = 3I'R + 4IR, I = 3I' \text{ より、 } I = \frac{Bav}{5R} \text{ だから、BE の電流は } +\frac{Bav}{5R} [A] \text{ だ。}$$

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、同様に $0 = IR + (I+I')R + (I+I')R + (I+I')R$ 、

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

$$-\frac{Bav}{5R} [A] \text{ の電流が流れる。}$$

③の場合、同様にして、 $0 = IR + (I+I')R + (I+I')R + (I+I')R$ 、 $0 = I'R + I'R + I'R - IR$ 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。

