# 電磁気学 B 演習　第 7 回解答

1. 点$(x,y)$のところの微小面積 $dxdy$ の部分を通る磁束は $Bdxdy$ であるから、全磁束は

$$\phi = \iint Bdxdy = \int_0^{\ell}\int_0^{\ell} a\sin\pi x\cdot\sin\pi y\cdot\sin(2\pi ft)\cdot dxdy$$
$$= a\sin(2\pi ft)\int_0^{\ell}\sin\pi ydy\int_0^{\ell}\sin\pi xdx$$
$$= \frac{a}{\pi^2}(1-\cos\pi\ell)^2\sin(2\pi ft)$$
$$\therefore e_i = -\frac{d(N\phi)}{dt} = -N\frac{a}{\pi^2}(1-\cos\pi\ell)^2\cdot 2\pi f\cos(2\pi ft)$$
$$= \frac{2Nfa}{\pi}(1-\cos\pi\ell)^2\sin\left(2\pi ft-\frac{\pi}{2}\right)$$

2. コイル面の法線が磁界の方向と$\theta$の角をなすとき、鎖交磁束は

$$\Phi = N\phi = N\cdot\mu_0 Hab\cos\theta,\ \theta=\omega t$$
$$\therefore e_i = -\frac{d\Phi}{dt} = \mu_0 HNab\omega\sin\omega t$$

3. ソレノイドを流れる電流 $I$ によって生じる磁束密度 $B$ うち、ソレノイド自身を横切る単位長さ当たりの磁束 $\Phi$ は次のようになる。

$$\Phi = n\pi a^2 B = \mu_0 n^2\pi a^2 i = Li$$

$$\therefore L = \mu_0 n^2\pi a^2$$

4. 問題の図のように導線の軸方向に電流 $I$ が均一に流れているとすれば、導線内部で中心より $r$ における磁場の強さは

$$B = \frac{\mu_0 Ir}{2\pi a^2}$$

となる。幅 $dr$ 、長さ $\ell$ の斜線部分を通る磁束は

$$d\Phi = B\ell dr = \frac{\mu_0 I\ell}{2\pi a^2}rdr$$

この磁束と鎖交する電流は $I\dfrac{r^2}{a^2}$ であるから、鎖交磁束は

$$d\Phi = B\ell dr = \frac{\mu_0 I\ell}{2\pi a^4} r^3 dr$$

したがって、導線内の全鎖交磁束数は

$$\Phi = \int_{r=0}^{r=a} d\Phi = \frac{\mu_0 I\ell}{2\pi a^4} \int_{r=0}^{r=a} r^3 dr = \frac{\mu_0 I\ell}{2\pi a^4} \left[ \frac{r^4}{4} \right]_0^a = \frac{\mu_0 I\ell}{8\pi}$$

内部インダクタンスは

$$\therefore L = \frac{d\Phi}{dI} = \frac{\mu_0 \ell}{8\pi}$$