

## 演習問題解答 第 1 2 章

- 問 1 磁場中で磁石の棒を回転させると磁場の時間変化が起こり、Faraday の法則で起電力が生じる事になる。この起電力によって電子を動かして電流にしてそれを取り出すのが発電機である。
- 問 2 Z 軸上の磁場は  $x = 0, y = 0, r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = |z|$  であるから  $B = \frac{\mu_0 J}{2} \frac{a^2}{(z^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} e_z$  と求められる。従って原点での磁場は  $B = \frac{\mu_0 J}{2a} e_z$  となる。
- 問 3 インダクタンス  $L$  は  $\Phi = LJ$  で定義されている。すなわち、電流を流した時にどれだけの磁束密度が生じるかと言う事である。
- 問 4 磁束は  $\Phi = NB\pi a^2 \cos \omega t$  である。よって起電力は  $V = -\frac{d\Phi}{dt} = \omega NB\pi a^2 \sin \omega t$  となる。
- 問 5  $r > a$  の磁場は  $B_\theta = \frac{\mu J}{2\pi r}$  である。従って、単位長さあたりのエネルギー  $U$  は  $U = \frac{1}{2\mu} \int |B_\theta|^2 d^3r = \frac{\mu J^2}{4\pi} \ln \left( \frac{R}{a} \right)$  である。ここで  $R$  はカットオフである。この時インダクタンス  $L$  は  $L = \frac{\mu}{2\pi} \ln \left( \frac{R}{a} \right)$  となる。
- 問 6  $\nabla \times (\nabla \times \mathbf{A}) = \mu_0 \mathbf{j}$  より  $\nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}) - \nabla^2 \mathbf{A} = \mu_0 \mathbf{j}$  である。ここでゲージ条件  $\nabla \cdot \mathbf{A} = 0$  を用いると  $\nabla^2 \mathbf{A} = -\mu_0 \mathbf{j}$  が求まる。