

物理Ⅱ

後期 第12回 電流と磁場

電磁誘導 1

教科書 p114-117

今日の内容

これまで・・・

静電気によって発生する電場

電流によって発生する磁場

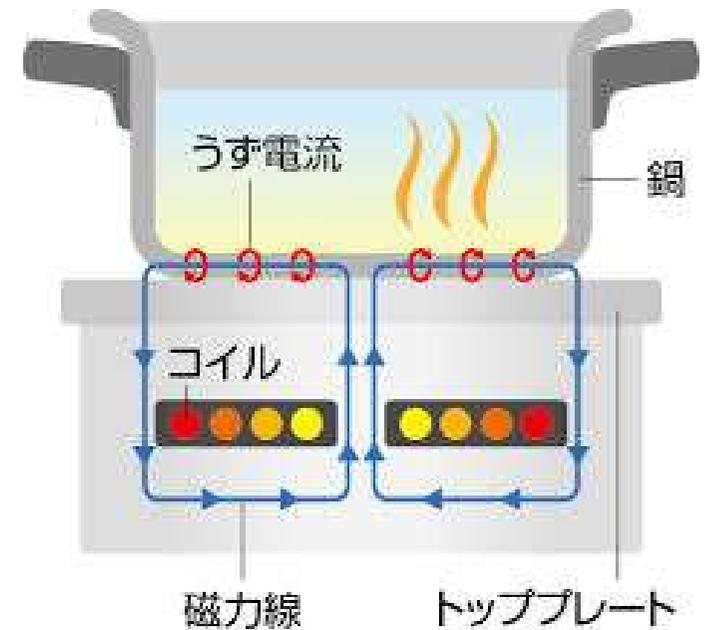
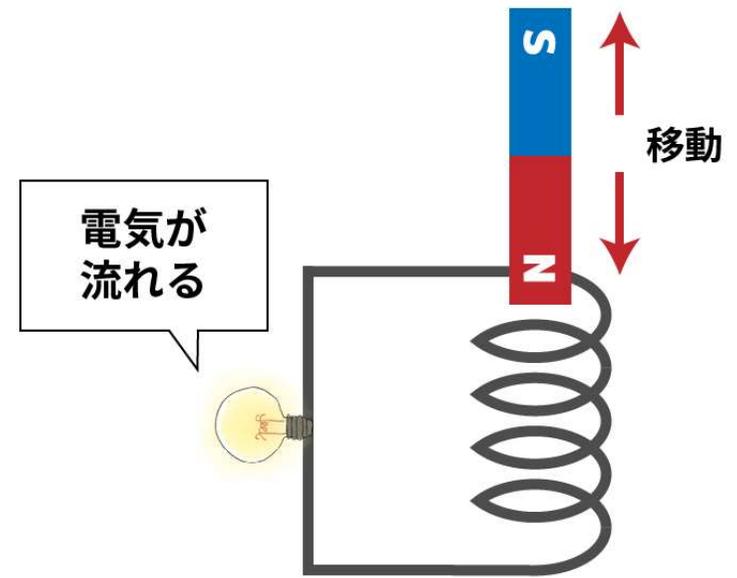
今日の内容は

時間的に変化する磁場によって発生する電場

(コイルを貫く磁場を変化させるとコイルに起電力が発生する) : **電磁誘導**

電磁誘導がどのような現象か理解する。

電磁誘導の式 (ファラデーの電磁誘導の法則) についてもきちんと理解し、式を適切に使って、基本問題について計算できるようにする。



IHのしくみ

磁束 Φ と磁束密度 B

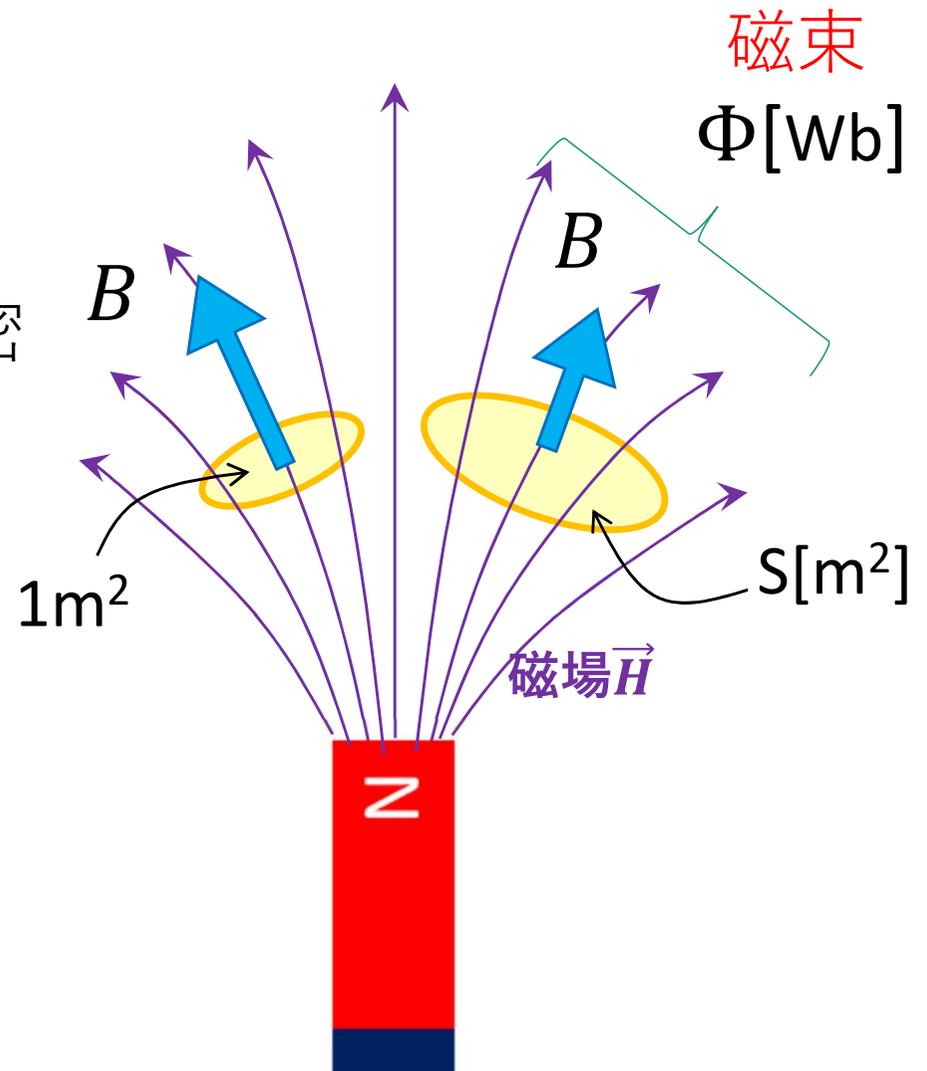
磁場に垂直な単位面積当たりの磁力線の数（磁束 [Wb]）を磁束密度という。

$$B = \frac{\Phi}{S}$$

磁束密度の単位は

$$T = \text{Wb/m}^2$$

電気力線と電場の大きさの関係と同じ。



磁場と垂直な面積 S を貫く**磁力線**の数 Φ をこの面積で割ったものを磁束密度という

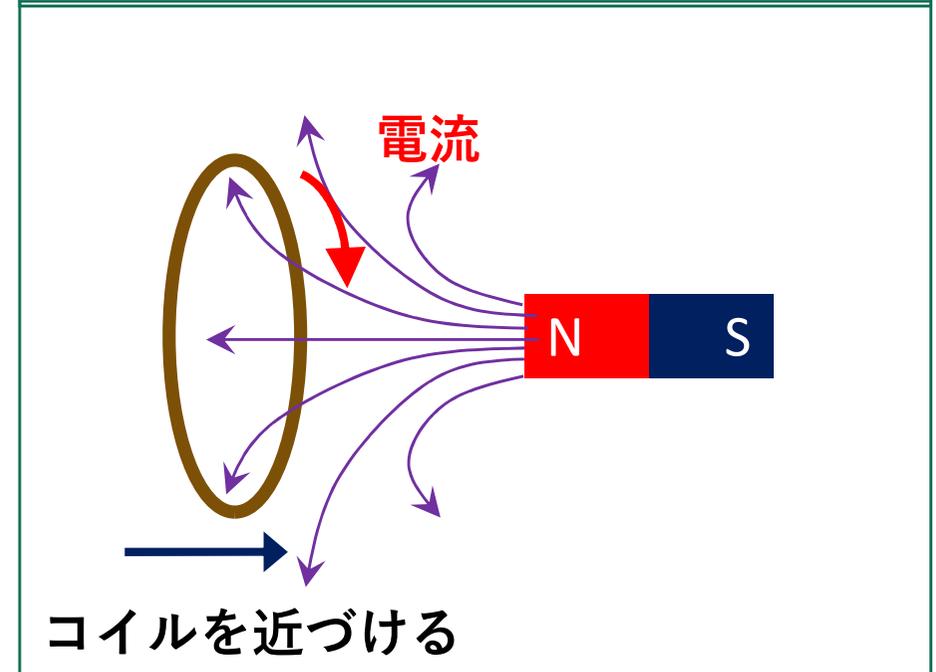
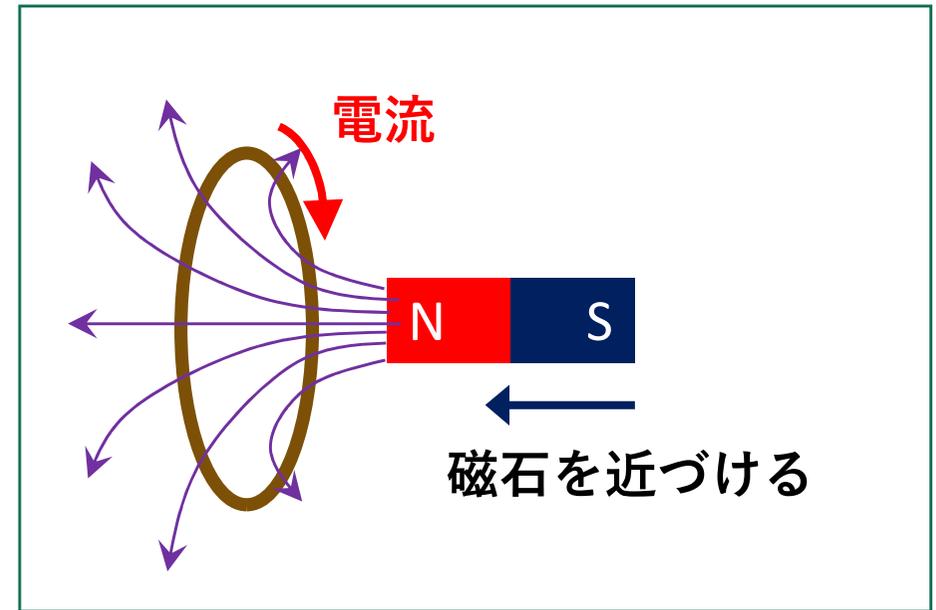
電磁誘導とはどんな現象？

- ✓ コイルに電池がなくてもコイルに電流が流れる。
- ✓ 磁石とコイルの間に相対的な運動がある限り電流が流れる。

この電流のことを **誘導電流**

誘導電流を発生させる起電力のことを **誘導起電力**

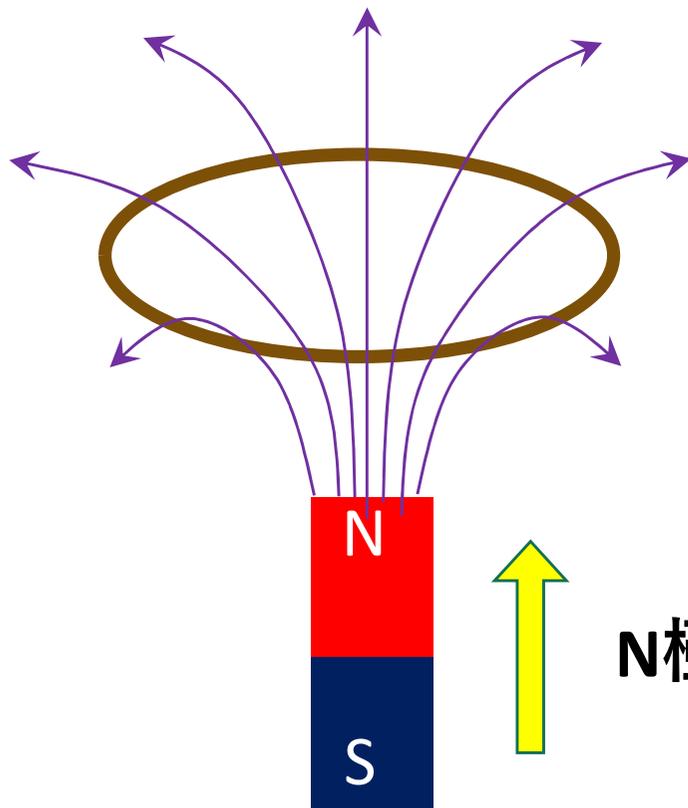
**誘導起電力はコイルを貫く磁束を
変化させている間だけ生じる
(ファラデーの発見)**



誘導起電力には向きがある

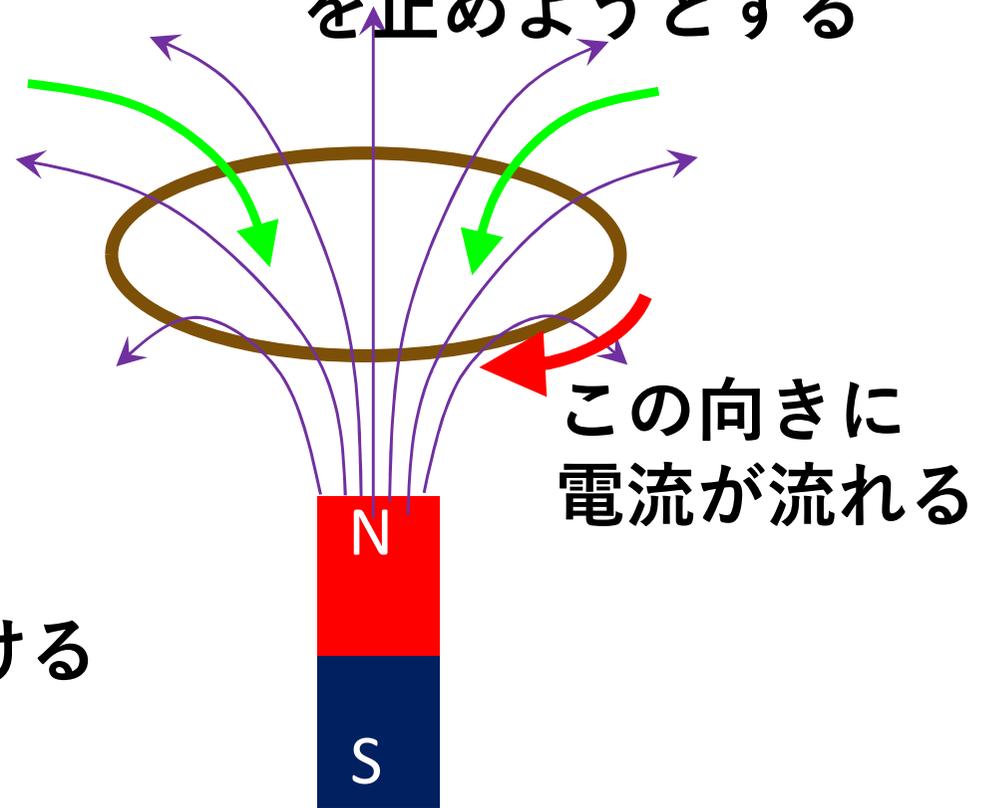
コイルを貫く**磁束**の**変化を妨げる向き**にコイルに**起電力が発生**して電流が流れる（**レンツの法則**）。

コイルを貫く上向き
の磁束が増える



N極を近づける

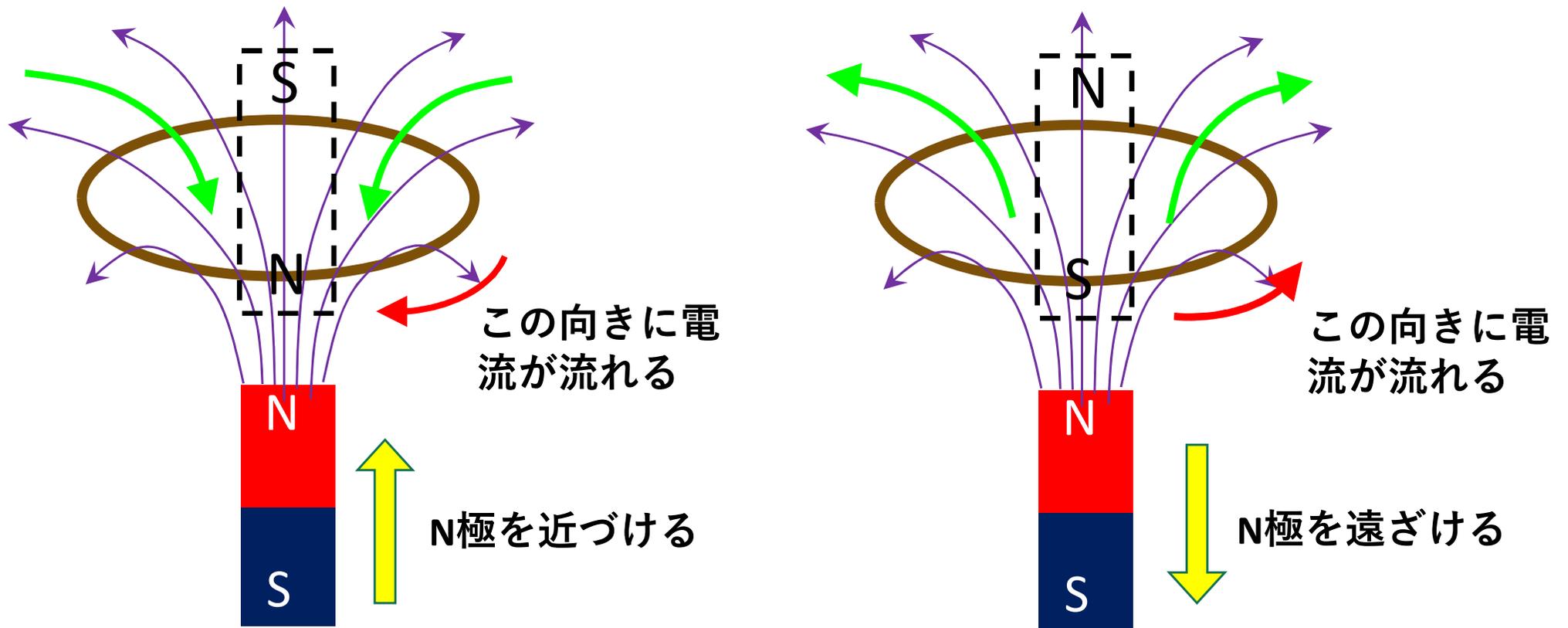
電流が下向きの磁場
を作って磁束の増加
を止めようとする



この向きに
電流が流れる

次のように考えることもできる

磁石の動きを妨げるように「**逆向きの力**が働く」

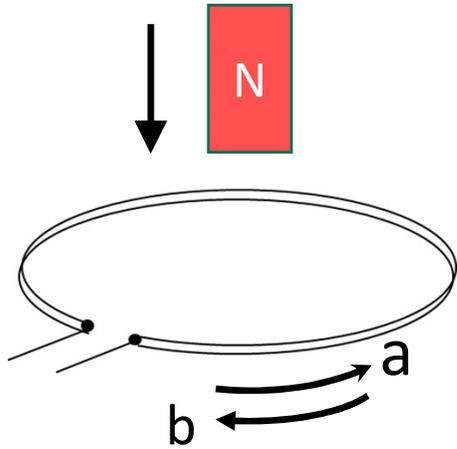


例題 1 を解きましょう

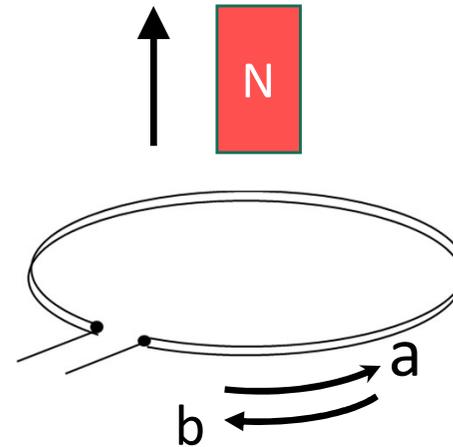
例題 1

教科書 p 115 問題 1

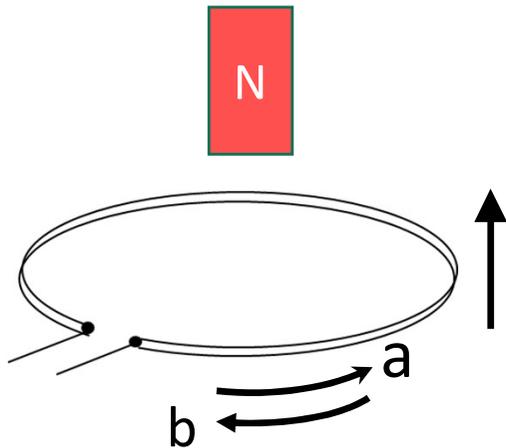
(1) N極をコイルに近づける



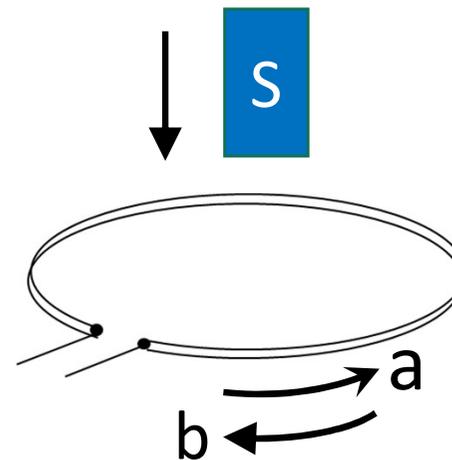
(2) N極をコイルから遠ざける



(3) N極にコイルを近づける

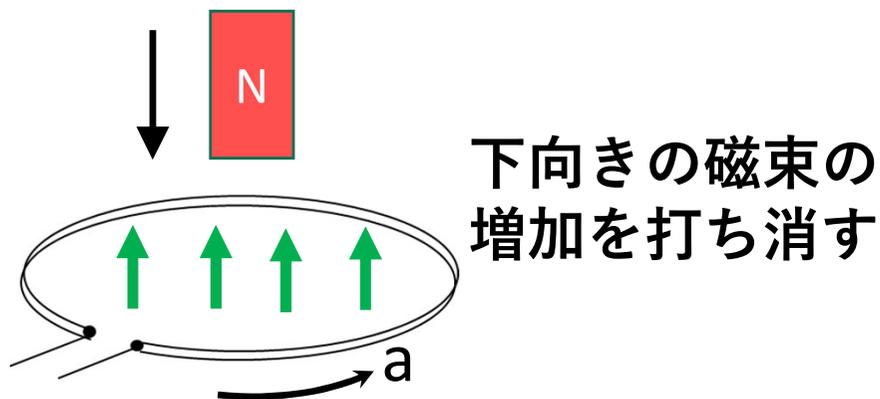


(4) S極をコイルに近づける

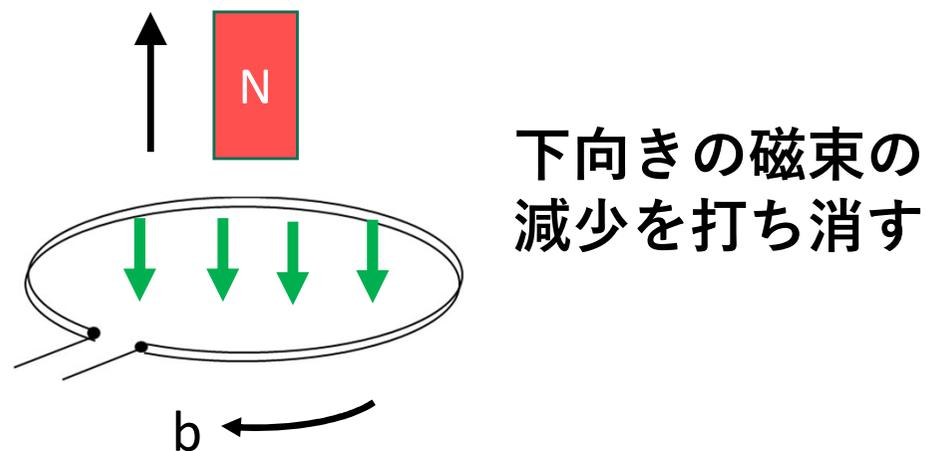


例題 1 解答例

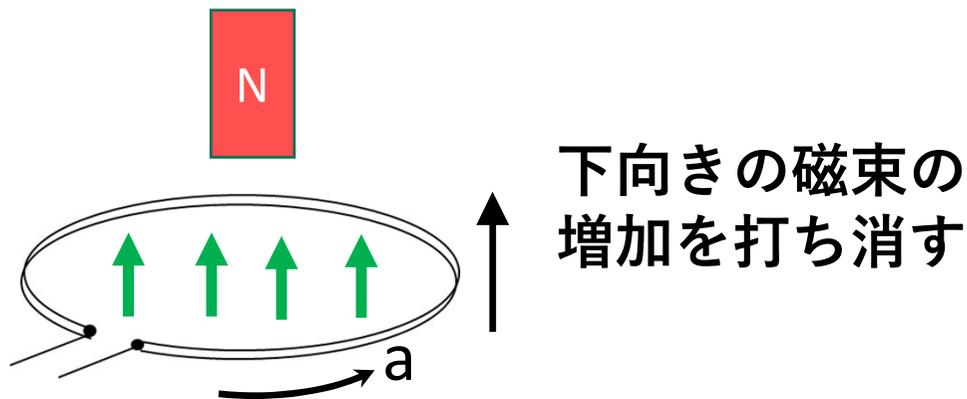
(1) N極をコイルに近づける



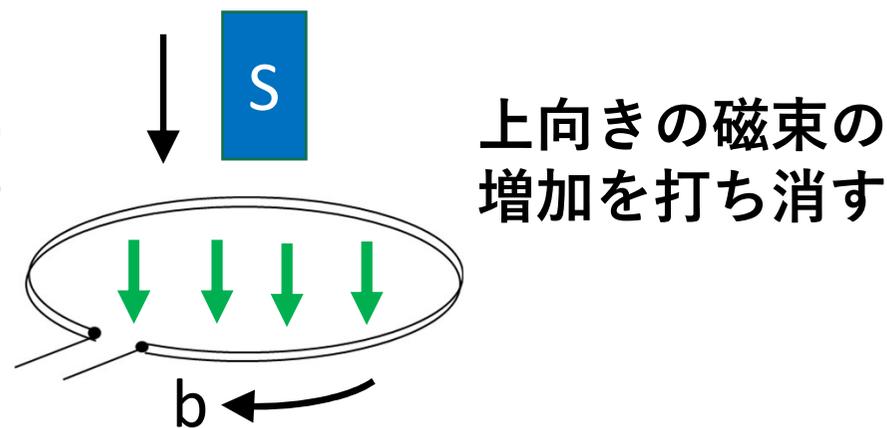
(2) N極をコイルから遠ざける



(3) N極にコイルを近づける



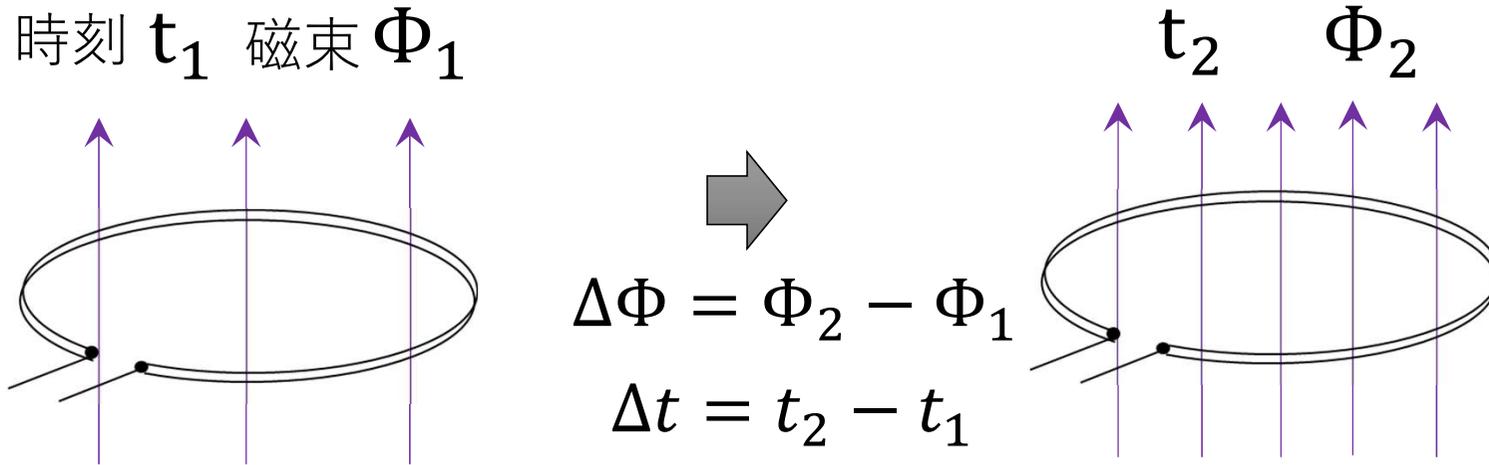
(4) S極をコイルに近づける



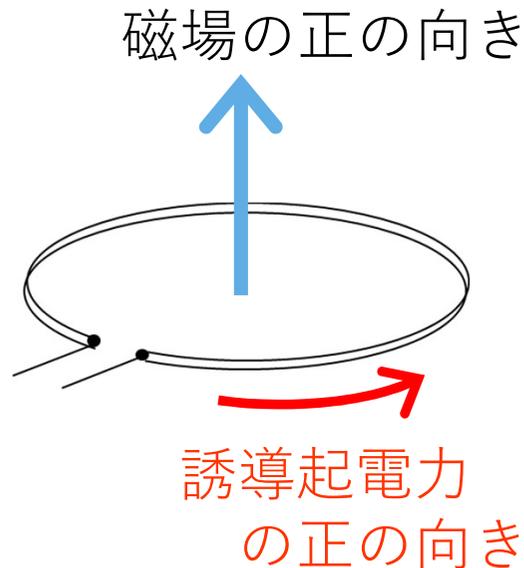
ファラデーの電磁誘導の法則

誘導起電力 $V = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 磁束の変化
変化している間の時間

a) 磁束の単位時間当たりの変化



b) 誘導起電力の正の向き



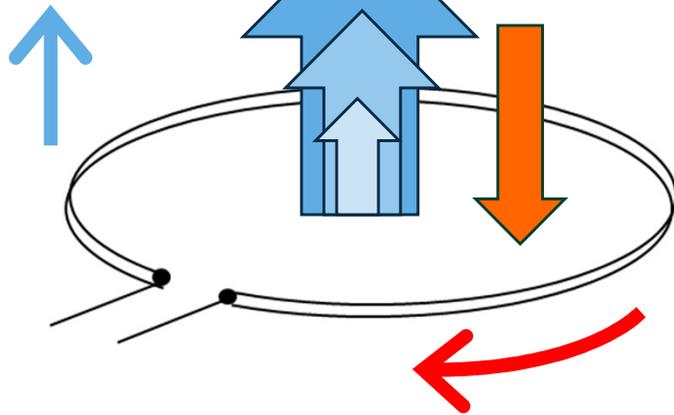
磁束の正の向きをあらかじめ定め、その向きに進むように右ねじが回る向きを起電力の正の向きと定める

磁束の変化を打ち消す向きの誘導起電力

磁束の増加

$$\Delta\Phi > 0$$

磁場の
正の向き



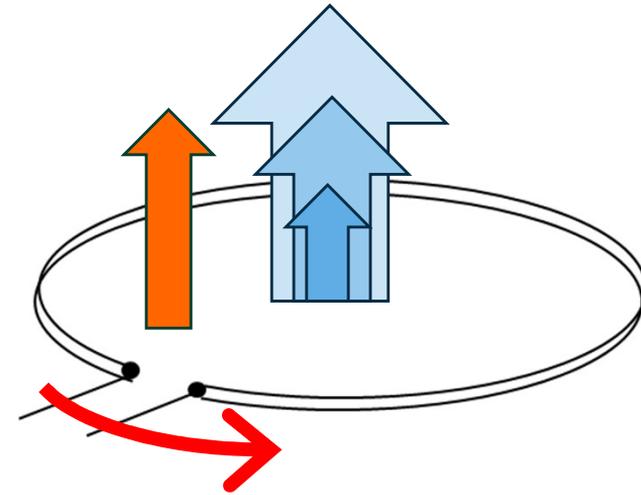
誘導起電力

$$V < 0$$

磁束の変化
を打ち消す
向きの磁場

磁束の減少

$$\Delta\Phi < 0$$



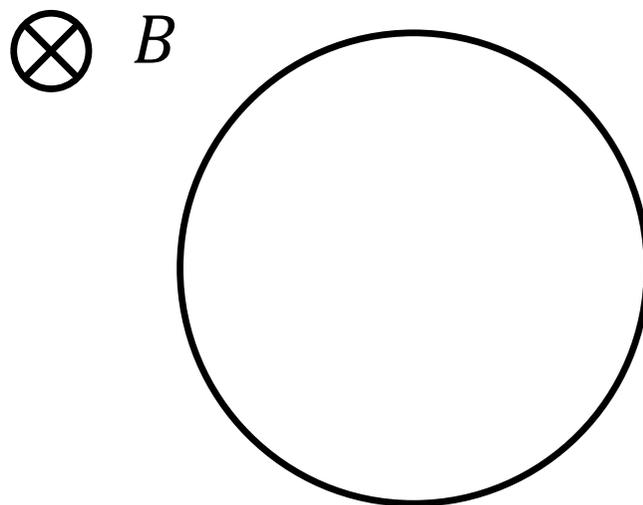
誘導起電力

$$V > 0$$

例題2

演習プリント 5-B [2]

図のように、断面積 0.50 m^2 のコイルと垂直に、磁束密度 0.10 T の一様な磁場が加えられている。 0.10 秒間に、磁束密度を 0.20 T まで一定の割合で増加するとき、コイルに生じた誘導起電力をの大きさはいくらか。また、誘導電流の向きを図中に示せ。



例題2 解答例

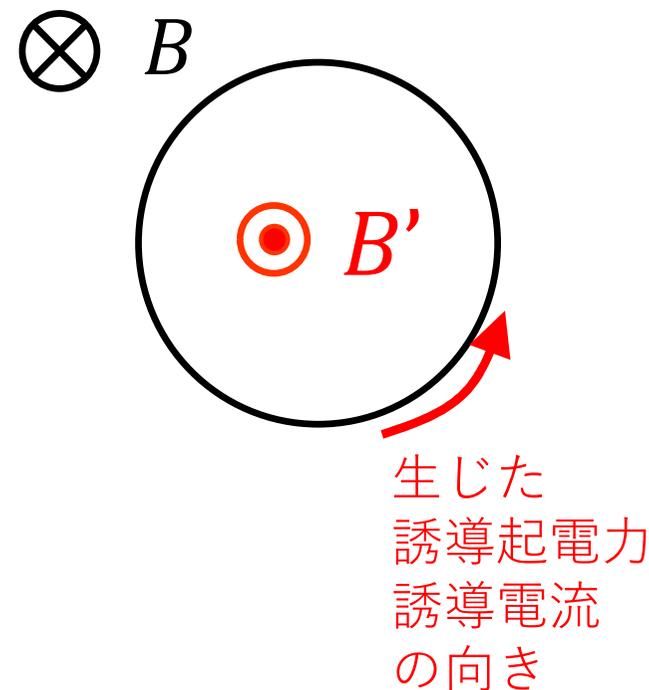
$$V = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \text{ より}$$

$$\Delta\Phi = 0.2 \cdot 0.5 - 0.1 \cdot 0.5 = 0.1 - 0.05 = 0.05 \text{ Wb}$$

$$V = -\frac{0.05}{0.1} = -0.50 \text{ V}$$

誘導起電力の大きさ 0.50 V

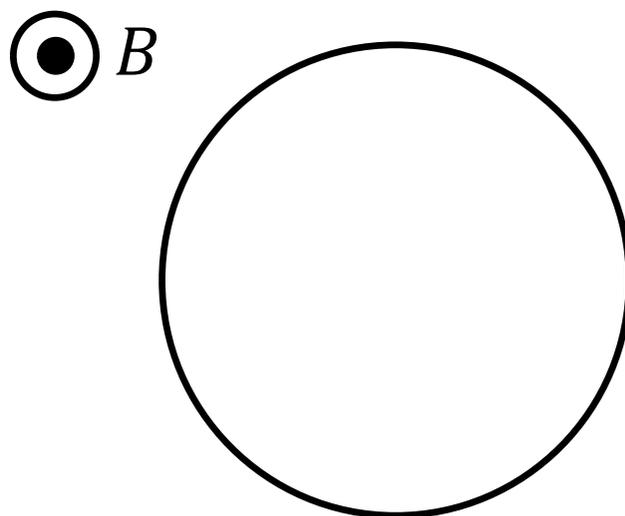
誘導電流の向きは右図



例題3

演習プリント 5-B[3]

図のように、面積 0.40 m^2 のコイルと垂直に一様な磁場がある。 0.80 秒間に磁束密度が 0.5 T から 0 まで一定の割合で減少するとき、コイルに生じた誘導起電力の大きさはいくらか。また、誘導電流の向きを図中に示せ。



例題3 解答例

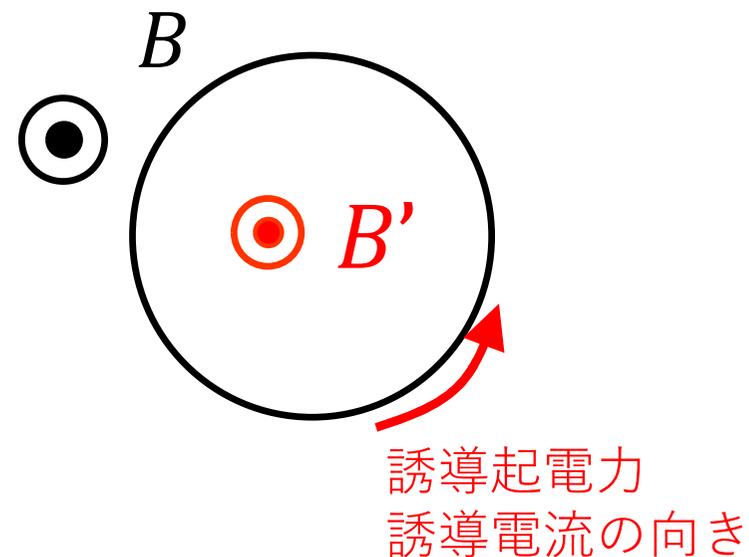
$$V = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \text{ より}$$

$$\Delta\Phi = 0 \cdot 0.4 - 0.5 \cdot 0.4 = 0 - 0.2 = -0.20 \text{ Wb}$$

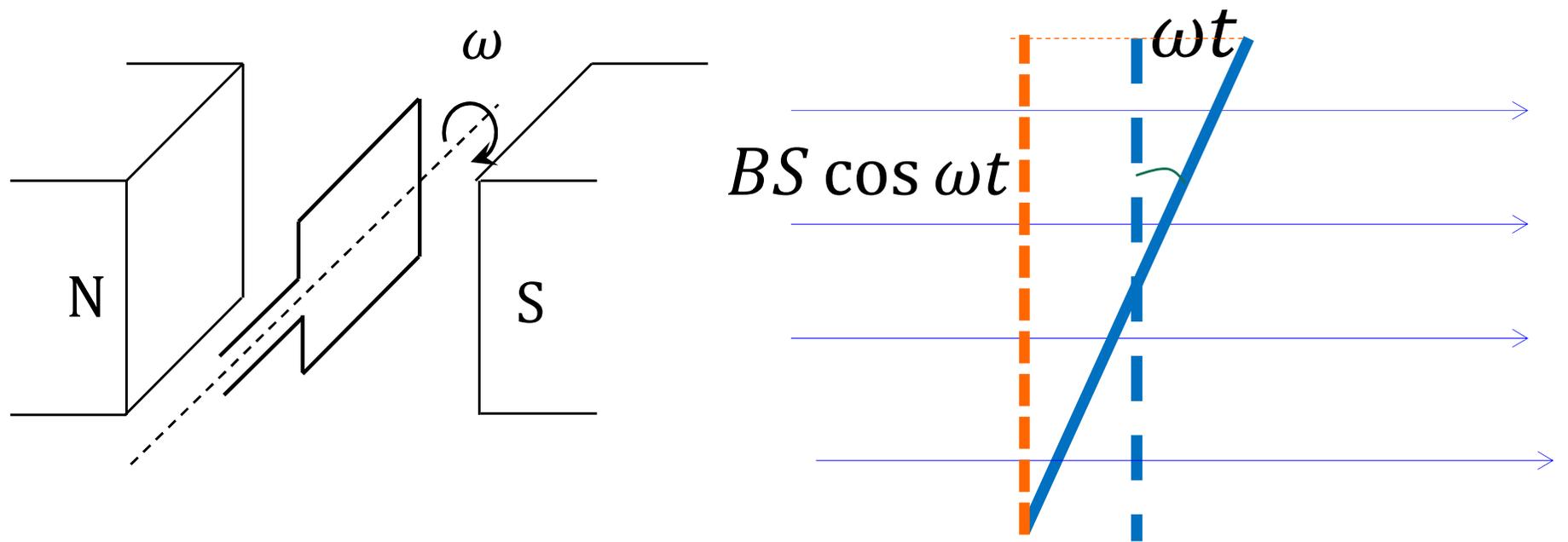
$$V = -\frac{-0.20}{0.80} = 0.25 \text{ V}$$

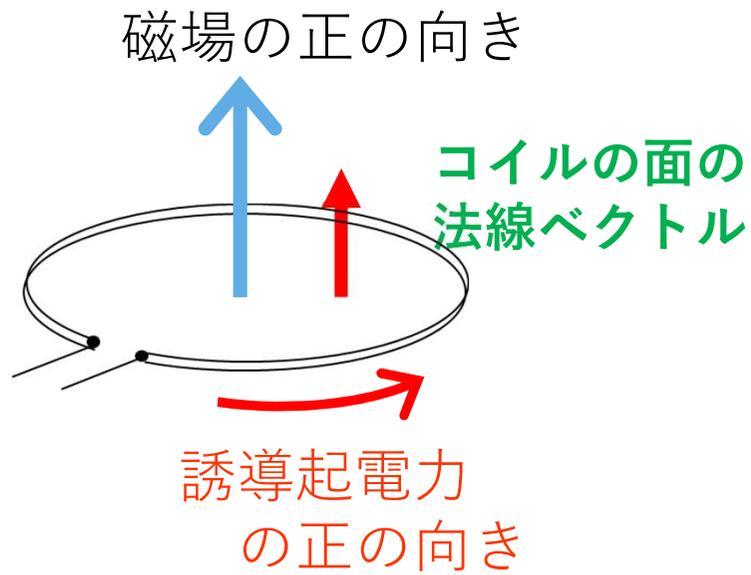
誘導起電力の大きさ 0.25 V

誘導電流の向きは右図



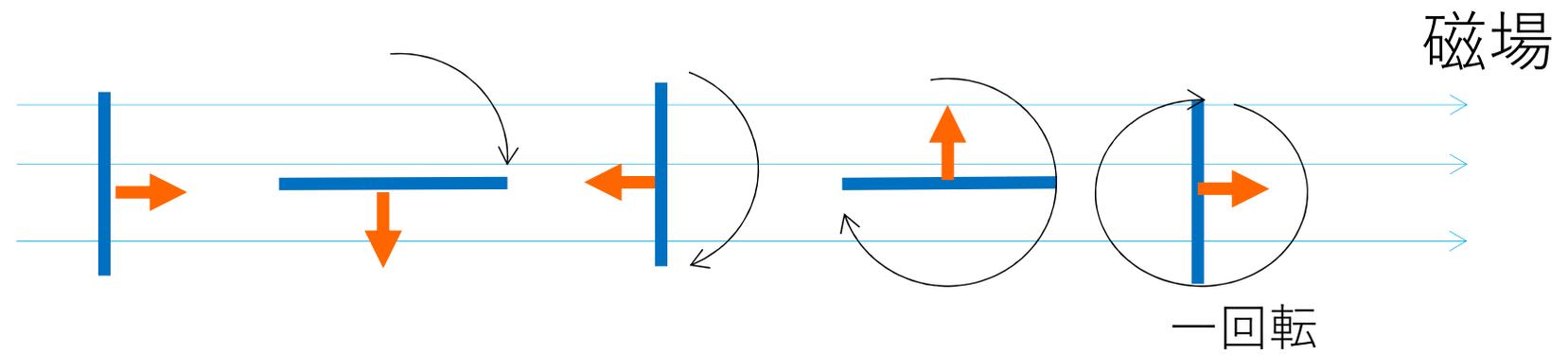
磁場中を回転するコイルを貫く磁束の変化





コイル面の法線ベクトルの向きを磁場の正の向きと定める

一様な磁場中を角速度 ω で回転するコイル



例題4を解きましょう

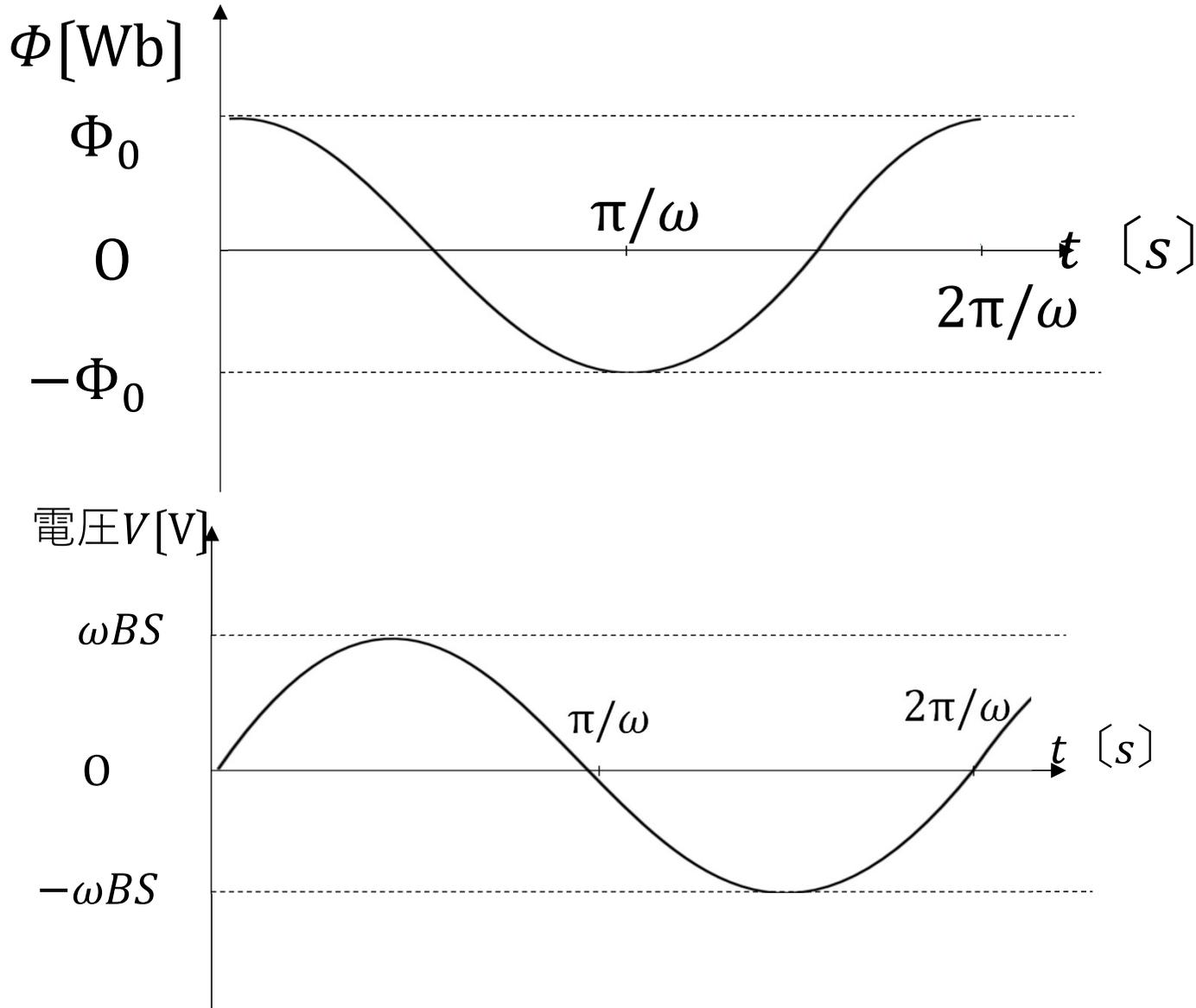
例題 4

演習プリント 5 - B [4]

一様な磁場の中で、断面積 S の平面状コイルを、一定の角速度 ω で回転させたとき、コイルを貫く磁束 Φ は、 Φ_0 を最大値として、 $\Phi = \Phi_0 \cos \omega t$ に従って時間とともに変化する。コイルに発生した誘導起電力を時間の関数として求めよ。また、グラフに表せ。

例題4 解答例

$$V = -\frac{d\Phi}{dt} = \omega\Phi_0 \sin \omega t$$



$$\Phi = \Phi_0 \cos \omega t$$

$$V = \omega\Phi_0 \sin \omega t$$