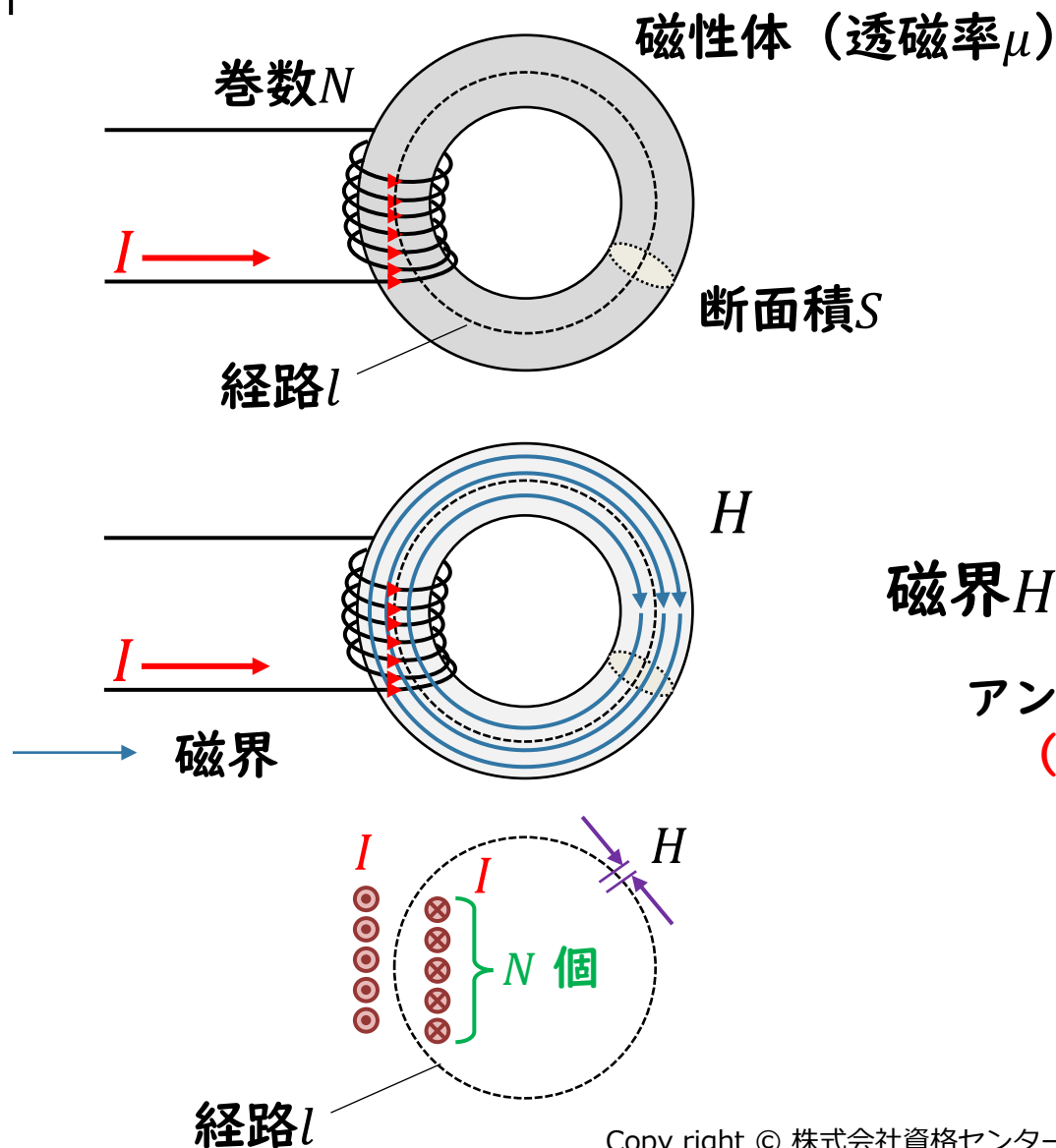


# 電験三種 オンライン講座

## 理論の直前対策 ~計算問題~ 磁気回路の計算

# 磁気回路



環状ソレノイド  
鉄心（磁性体）が円環状になっていて、  
その鉄心にコイル（電流が流れる導線）  
が巻き付けてあるもの

## 磁界 $H$ を求める

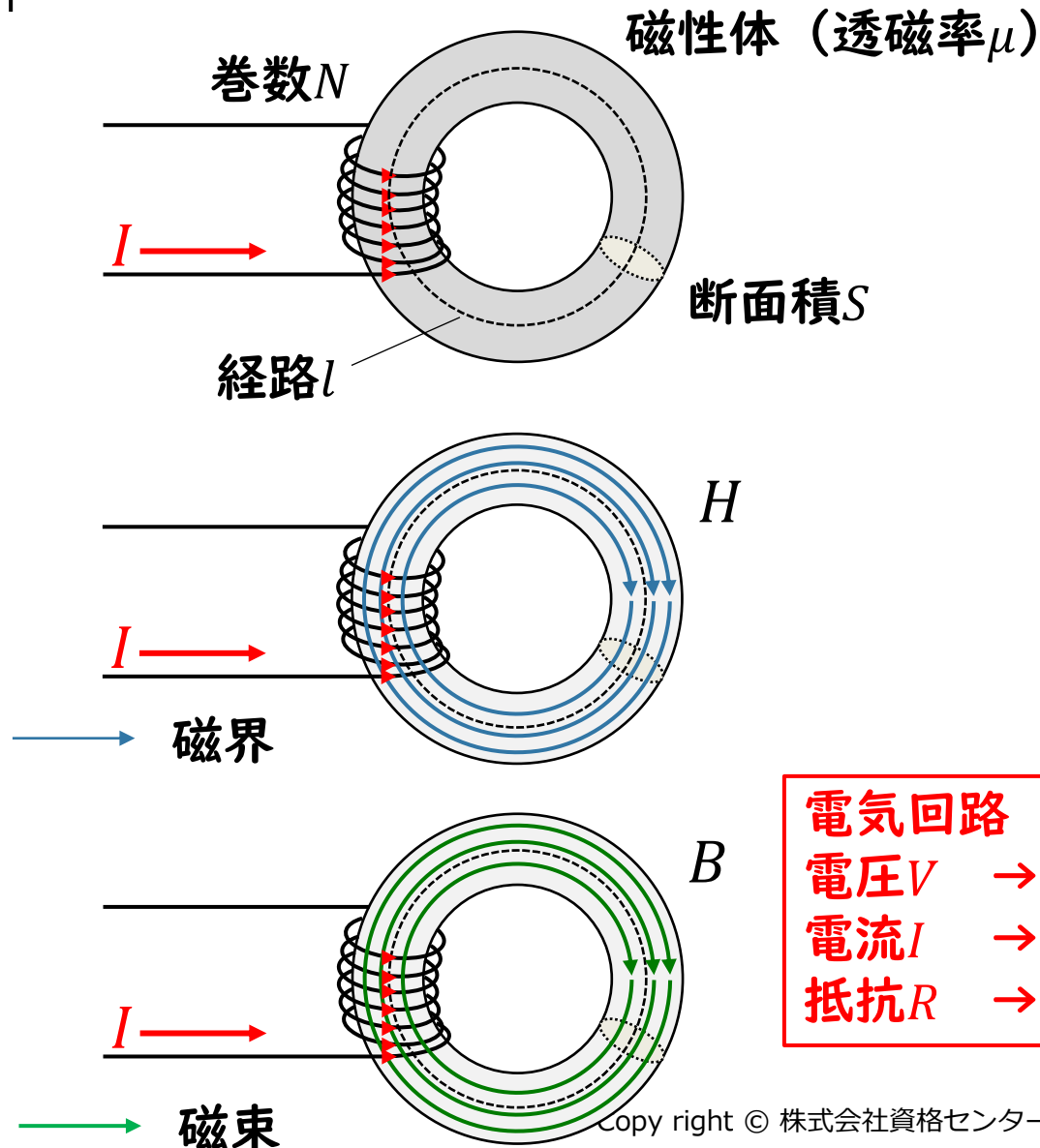
アンペールの法則

（経路を貫く電流の総和）＝（ある経路の磁界の総和）

$$NI = Hl$$

$$H = \frac{NI}{l}$$

# 磁気回路



$$\text{磁界 } H = \frac{NI}{l}$$

電流  $I$  と磁束  $\Phi$  の関係を求める

$$\text{磁束密度 } B = \mu H = \mu \frac{NI}{l}$$

$$\text{磁束 } \Phi = BS = \mu HS = \mu S \frac{NI}{l} = \frac{\mu S}{l} NI$$

$$\rightarrow NI = \frac{l}{\mu S} \Phi = R_m \Phi$$

電気回路	磁気回路
電圧 $V$	電流 $I$
電流 $I$	磁束 $\Phi$
抵抗 $R$	磁気抵抗 $R_m$

$R_m$  : 磁気抵抗

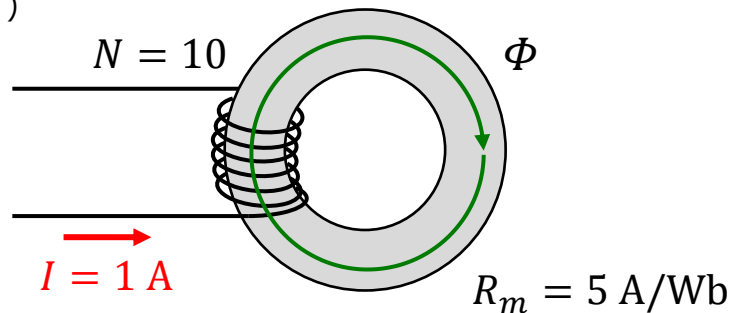
$$V = \frac{\rho l}{S} I = \frac{l}{\sigma S} I = RI$$

$\rho$  : 抵抗率、 $\sigma$  : 導電率

# 演習問題 I

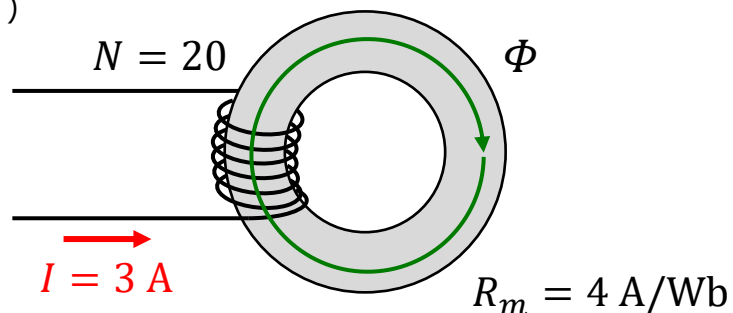
各問の磁束 $\phi$ を求めよ。

(1)



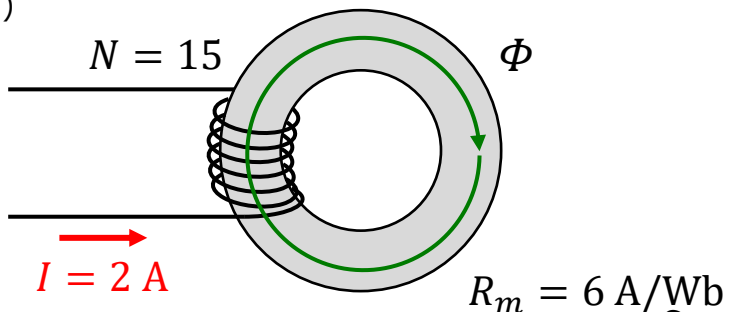
Ans.  $\phi =$  \_\_\_\_\_

(2)



Ans.  $\phi =$  \_\_\_\_\_

(3)



Ans.  $\phi =$  \_\_\_\_\_

電気回路	磁気回路
電圧 $V$	$\rightarrow$ 電流 $I$
電流 $I$	$\rightarrow$ 磁束 $\Phi$
抵抗 $R$	$\rightarrow$ 磁気抵抗 $R_m$

磁界： $H = \frac{NI}{l} \text{ [A/m]}$

磁束密度： $B = \mu H \text{ [T]}$

磁束： $\Phi = BS \text{ [Wb]}$

磁気抵抗： $R_m = \frac{l}{\mu S} \text{ [A/Wb]}$

磁気回路のオームの法則

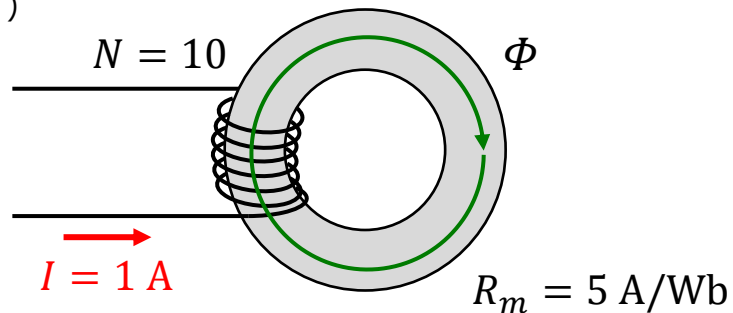
$NI = R_m \Phi$

$NI = R_m \Phi = \frac{l}{\mu S} \Phi = \frac{l}{\mu} B$

# 演習問題 I

各問の磁束 $\Phi$ を求めよ。

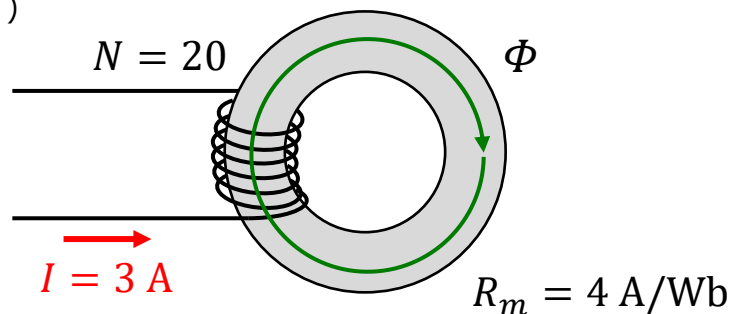
(1)



$$\Phi = \frac{NI}{R_m} = \frac{10 \times 1}{5} = 2 \text{ Wb}$$

Ans.  $\Phi = 2 \text{ Wb}$

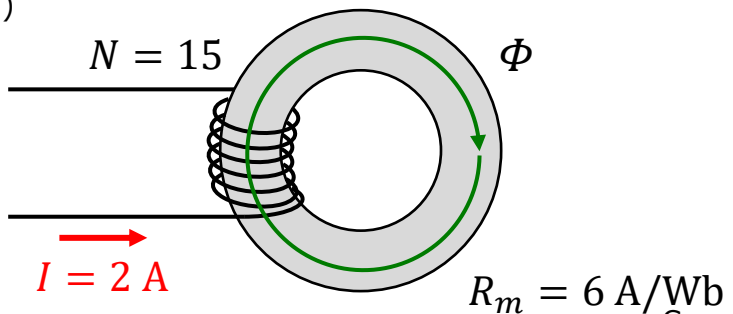
(2)



$$\Phi = \frac{NI}{R_m} = \frac{20 \times 3}{4} = 15 \text{ Wb}$$

Ans.  $\Phi = 15 \text{ Wb}$

(3)



$$\Phi = \frac{NI}{R_m} = \frac{15 \times 2}{6} = 5 \text{ Wb}$$

Ans.  $\Phi = 5 \text{ Wb}$

電気回路	磁気回路
電圧 $V$	→ 電流 $I$
電流 $I$	→ 磁束 $\Phi$
抵抗 $R$	→ 磁気抵抗 $R_m$

磁界： $H = \frac{NI}{l}$  [A/m]

磁束密度： $B = \mu H$  [T]

磁束： $\Phi = BS$  [Wb]

磁気抵抗： $R_m = \frac{l}{\mu S}$  [A/Wb]

磁気回路のオームの法則

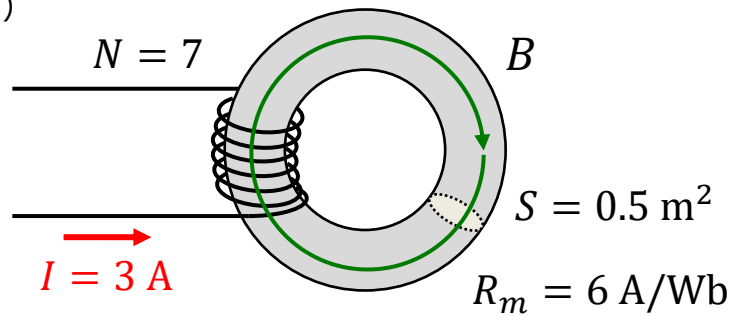
$$NI = R_m \Phi$$

$$NI = R_m \Phi = \frac{l}{\mu S} \Phi = \frac{l}{\mu} B$$

# 演習問題2

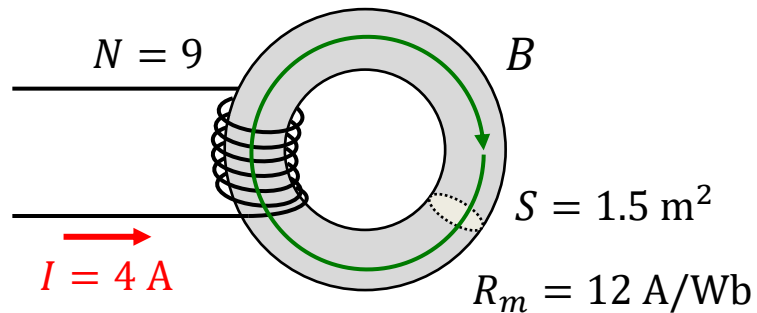
各問の磁束密度 $B$ を求めよ。

(1)



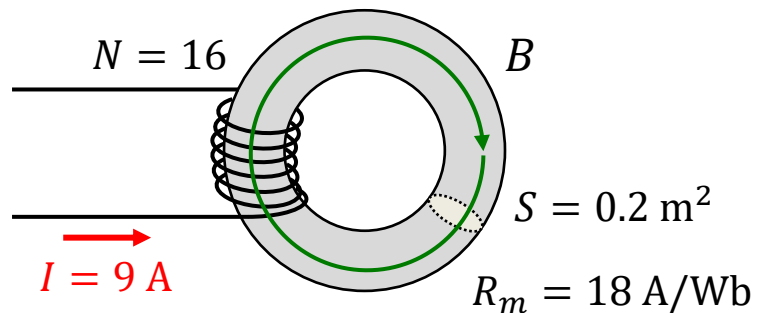
Ans.  $B =$  \_\_\_\_\_

(2)



Ans.  $B =$  \_\_\_\_\_

(3)



Ans.  $B =$  \_\_\_\_\_

電気回路	磁気回路
電圧 $V$	→ 電流 $I$
電流 $I$	→ 磁束 $\Phi$
抵抗 $R$	→ 磁気抵抗 $R_m$

磁界： $H = \frac{NI}{l} \text{ [A/m]}$

磁束密度： $B = \mu H \text{ [T]}$

磁束： $\Phi = BS \text{ [Wb]}$

磁気抵抗： $R_m = \frac{l}{\mu S} \text{ [A/Wb]}$

磁気回路のオームの法則

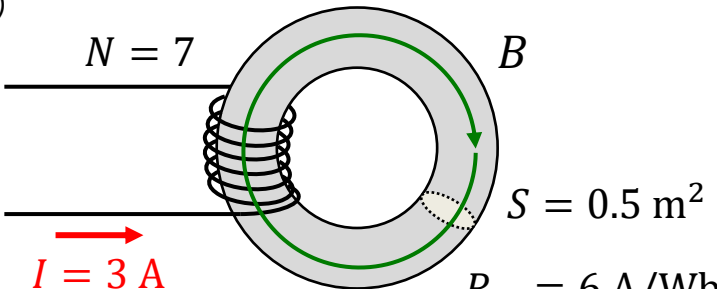
$NI = R_m \Phi$

$NI = R_m \Phi = \frac{l}{\mu S} \Phi = \frac{l}{\mu} B$

# 演習問題2

各問の磁束密度 $B$ を求めよ。

(1)



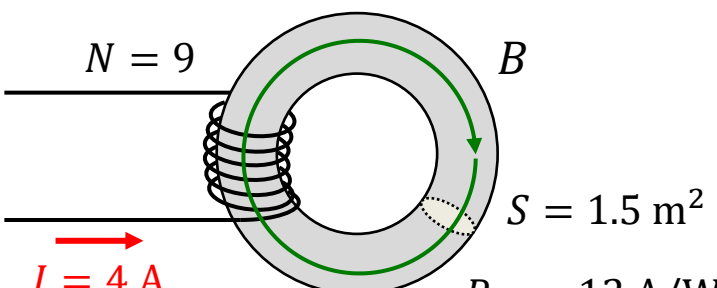
$N = 7$   
 $I = 3 \text{ A}$   
 $S = 0.5 \text{ m}^2$   
 $R_m = 6 \text{ A/Wb}$

$$\Phi = \frac{NI}{R_m} = \frac{7 \times 3}{6} = \frac{7}{2} \text{ Wb}$$

$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{7}{2} \times \frac{1}{0.5} = 7 \text{ T}$$

Ans.  $B = 7 \text{ T}$

(2)



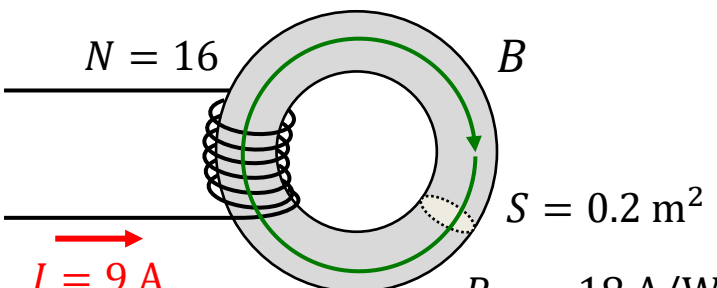
$N = 9$   
 $I = 4 \text{ A}$   
 $S = 1.5 \text{ m}^2$   
 $R_m = 12 \text{ A/Wb}$

$$\Phi = \frac{NI}{R_m} = \frac{9 \times 4}{12} = 3 \text{ Wb}$$

$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{3}{1.5} = 2 \text{ T}$$

Ans.  $B = 2 \text{ T}$

(3)



$N = 16$   
 $I = 9 \text{ A}$   
 $S = 0.2 \text{ m}^2$   
 $R_m = 18 \text{ A/Wb}$

$$\Phi = \frac{NI}{R_m} = \frac{16 \times 9}{18} = 8 \text{ Wb}$$

$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{8}{0.2} = 40 \text{ T}$$

Ans.  $B = 40 \text{ T}$

電気回路	磁気回路
電圧 $V$	→ 電流 $I$
電流 $I$	→ 磁束 $\Phi$
抵抗 $R$	→ 磁気抵抗 $R_m$

磁界： $H = \frac{NI}{l} \text{ [A/m]}$   
 磁束密度： $B = \mu H \text{ [T]}$   
 磁束： $\Phi = BS \text{ [Wb]}$   
 磁気抵抗： $R_m = \frac{l}{\mu S} \text{ [A/Wb]}$

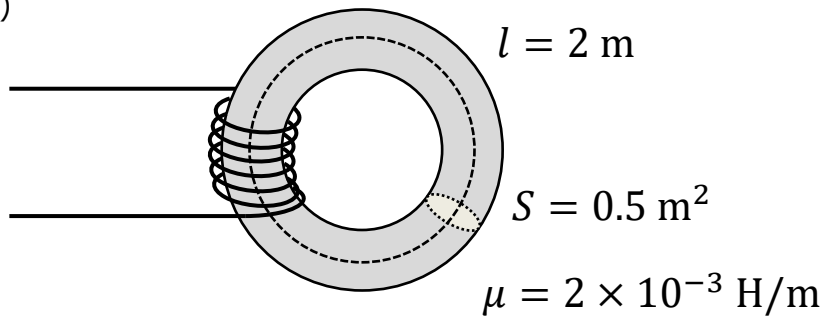
磁気回路のオームの法則  
 $NI = R_m \Phi$

$$NI = R_m \Phi = \frac{l}{\mu S} \Phi = \frac{l}{\mu} B$$

# 演習問題3

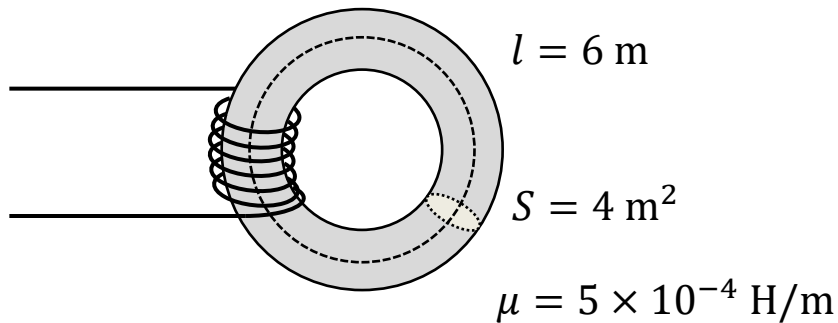
各問の磁気抵抗 $R_m$ を求めよ。

(1)



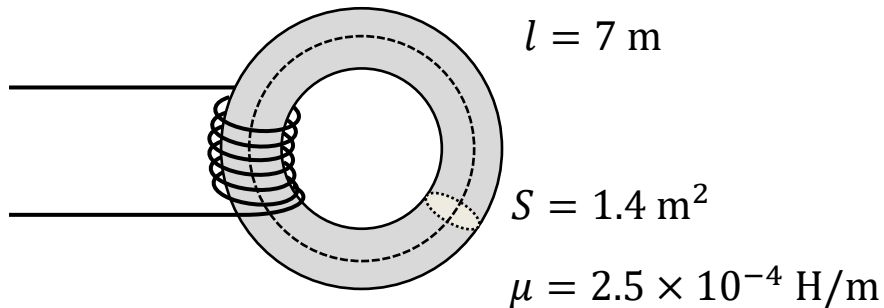
Ans.  $R_m =$

(2)



Ans.  $R_m =$

(3)



Ans.  $R_m =$

電気回路	磁気回路
電圧 $V$	→ 電流 $I$
電流 $I$	→ 磁束 $\Phi$
抵抗 $R$	→ 磁気抵抗 $R_m$

磁界： $H = \frac{NI}{l}$  [A/m]

磁束密度： $B = \mu H$  [T]

磁束： $\Phi = BS$  [Wb]

磁気抵抗： $R_m = \frac{l}{\mu S}$  [A/Wb]

磁気回路のオームの法則

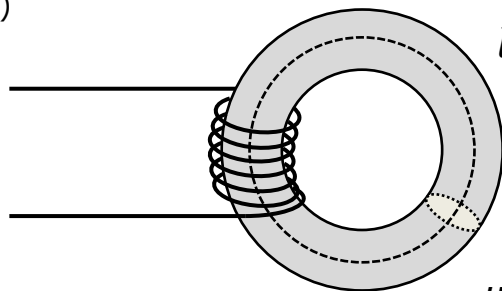
$NI = R_m \Phi$

$NI = R_m \Phi = \frac{l}{\mu S} \Phi = \frac{l}{\mu} B$

# 演習問題3

各問の磁気抵抗 $R_m$ を求めよ。

(1)

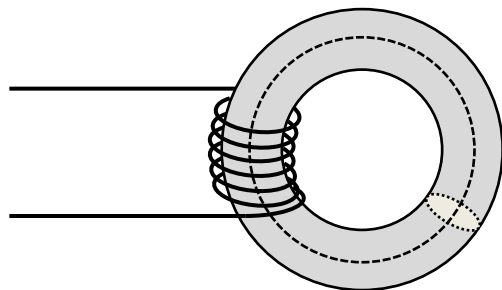


$$R_m = \frac{l}{\mu S} = \frac{2}{2 \times 10^{-3} \times 0.5} = 2 \times 10^3 \text{ A/Wb}$$

$$\mu = 2 \times 10^{-3} \text{ H/m}$$

Ans.  $R_m = 2 \times 10^3 \text{ A/Wb}$

(2)

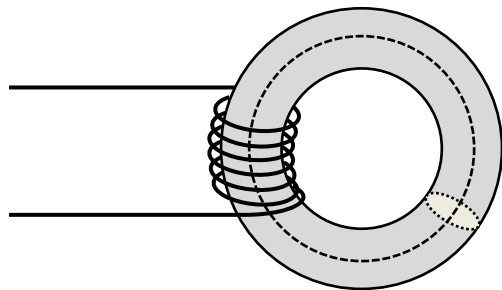


$$R_m = \frac{l}{\mu S} = \frac{6}{5 \times 10^{-4} \times 4} = 3 \times 10^3 \text{ A/Wb}$$

$$\mu = 5 \times 10^{-4} \text{ H/m}$$

Ans.  $R_m = 3 \times 10^3 \text{ A/Wb}$

(3)



$$R_m = \frac{l}{\mu S} = \frac{7}{2.5 \times 10^{-4} \times 1.4} = 2 \times 10^4 \text{ A/Wb}$$

$$S = 1.4 \text{ m}^2$$

$$\mu = 2.5 \times 10^{-4} \text{ H/m}$$

Ans.  $R_m = 2 \times 10^4 \text{ A/Wb}$

電気回路	磁気回路
電圧 $V$	→ 電流 $I$
電流 $I$	→ 磁束 $\Phi$
抵抗 $R$	→ 磁気抵抗 $R_m$

磁界： $H = \frac{NI}{l}$  [A/m]

磁束密度： $B = \mu H$  [T]

磁束： $\Phi = BS$  [Wb]

磁気抵抗： $R_m = \frac{l}{\mu S}$  [A/Wb]

磁気回路のオームの法則

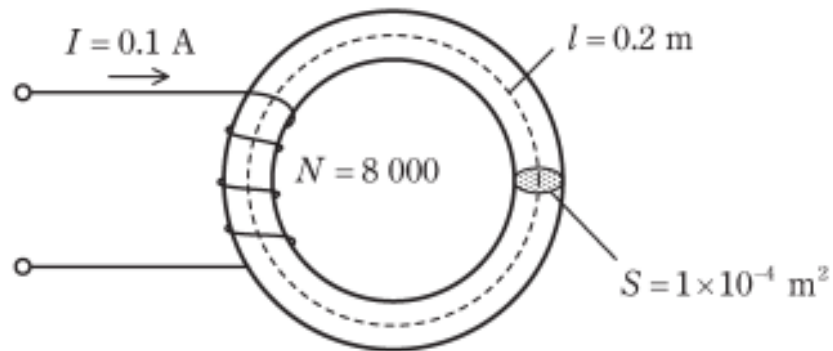
$$NI = R_m \Phi$$

$$NI = R_m \Phi = \frac{l}{\mu S} \Phi = \frac{l}{\mu} B$$

# RO1 問4

問4 図のように、磁路の長さ  $l=0.2\text{ m}$ 、断面積  $S=1\times 10^{-4}\text{ m}^2$  の環状鉄心に巻数  $N=8000$  の銅線を巻いたコイルがある。このコイルに直流電流  $I=0.1\text{ A}$  を流したとき、鉄心中の磁束密度は  $B=1.28\text{ T}$  であった。このときの鉄心の透磁率  $\mu$  の値 [H/m] として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

ただし、コイルによって作られる磁束は、鉄心中を一様に通り、鉄心の外部に漏れないものとする。

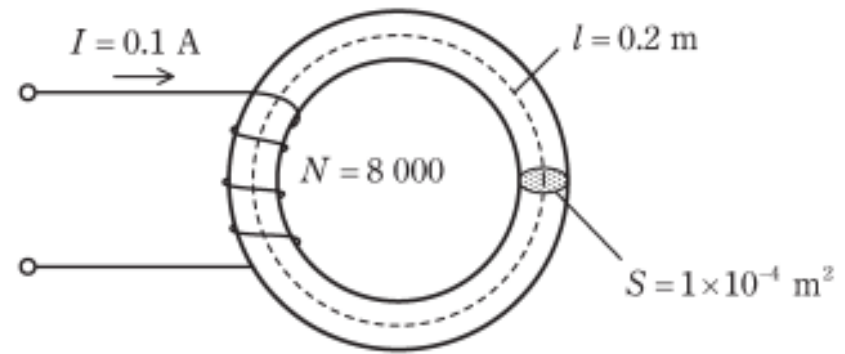


- (1)  $1.6 \times 10^{-4}$     (2)  $2.0 \times 10^{-4}$     (3)  $2.4 \times 10^{-4}$     (4)  $2.8 \times 10^{-4}$     (5)  $3.2 \times 10^{-4}$

# ROI 問4

問4 図のように、磁路の長さ  $l=0.2\text{ m}$ 、断面積  $S=1\times 10^{-4}\text{ m}^2$  の環状鉄心に巻数  $N=8000$  の銅線を巻いたコイルがある。このコイルに直流電流  $I=0.1\text{ A}$  を流したとき、鉄心中の磁束密度は  $B=1.28\text{ T}$  であった。このときの鉄心の透磁率  $\mu$  の値  $[\text{H/m}]$  として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

ただし、コイルによって作られる磁束は、鉄心中を一様に通り、鉄心の外部に漏れないものとする。



- (1)  $1.6\times 10^{-4}$     (2)  $2.0\times 10^{-4}$     (3)  $2.4\times 10^{-4}$     (4)  $2.8\times 10^{-4}$     (5)  $3.2\times 10^{-4}$

電気回路	磁気回路
電圧 $V$	→ 電流 $I$
電流 $I$	→ 磁束 $\Phi$
抵抗 $R$	→ 磁気抵抗 $R_m$

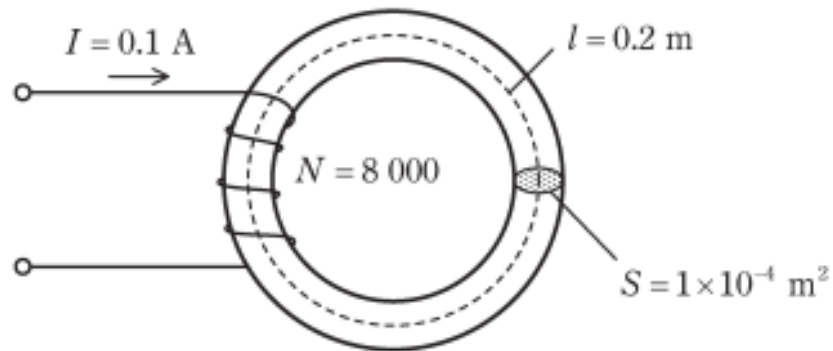
磁界： $H = \frac{NI}{l}$   $[\text{A/m}]$   
 磁束密度： $B = \mu H$   $[\text{T}]$   
 磁束： $\Phi = BS$   $[\text{Wb}]$   
 磁気抵抗： $R_m = \frac{l}{\mu S}$   $[\text{A/Wb}]$

磁気回路のオームの法則  
 $NI = R_m \Phi$   
 $NI = R_m \Phi = \frac{l}{\mu S} \Phi = \frac{l}{\mu} B$

# ROI 問4

問4 図のように、磁路の長さ  $l=0.2\text{ m}$ 、断面積  $S=1\times 10^{-4}\text{ m}^2$  の環状鉄心に巻数  $N=8000$  の銅線を巻いたコイルがある。このコイルに直流電流  $I=0.1\text{ A}$  を流したとき、鉄心中の磁束密度は  $B=1.28\text{ T}$  であった。このときの鉄心の透磁率  $\mu$  の値 [H/m] として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

ただし、コイルによって作られる磁束は、鉄心中を一様に通り、鉄心の外部に漏れないものとする。



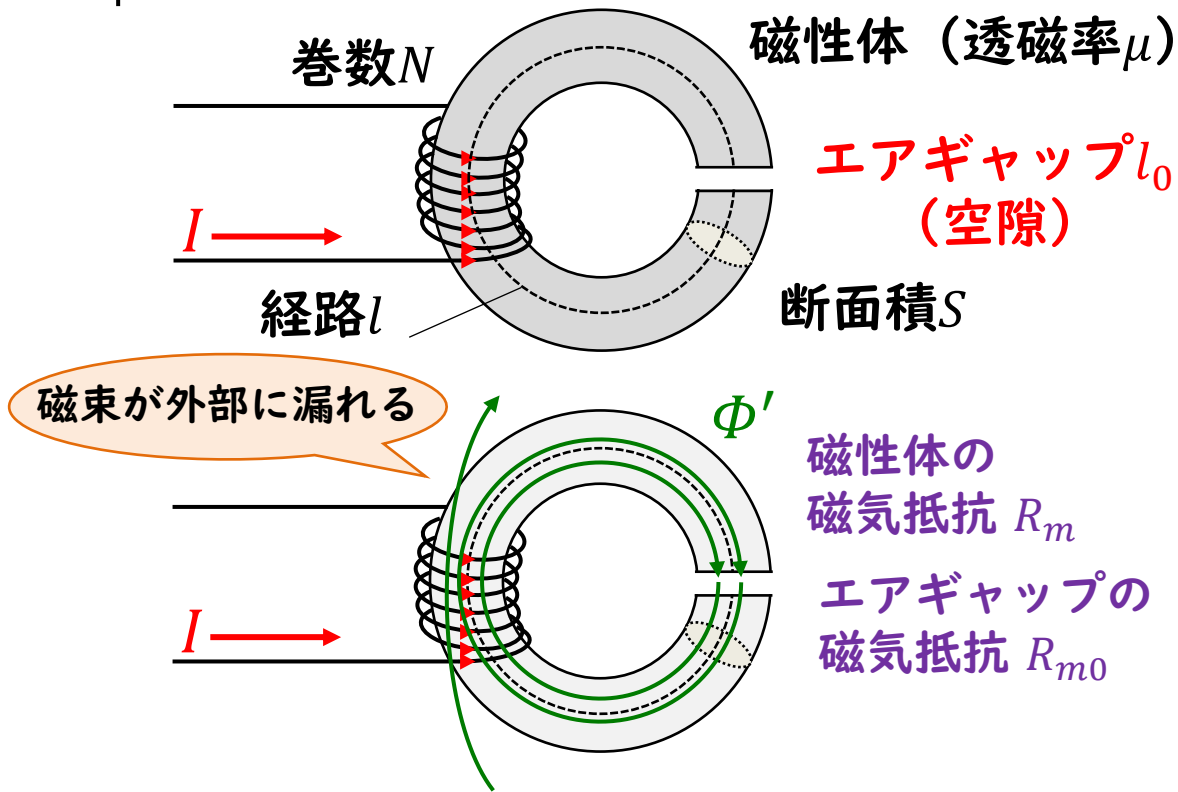
$$\Phi = BS = 1.28 \times 1 \times 10^{-4} = 1.28 \times 10^{-4}\text{ Wb}$$

$$R_m = \frac{NI}{\Phi} = \frac{8000 \times 0.1}{1.28 \times 10^{-4}} = 625 \times 10^4\text{ Wb/A}$$

$$R_m = \frac{l}{\mu S} \rightarrow \mu = \frac{l}{SR_m} = \frac{0.2}{1 \times 10^{-4} \times 625 \times 10^4} = 0.00032 = 3.2 \times 10^{-4}\text{ H/m}$$

- (1)  $1.6 \times 10^{-4}$    (2)  $2.0 \times 10^{-4}$    (3)  $2.4 \times 10^{-4}$    (4)  $2.8 \times 10^{-4}$    (5)  $3.2 \times 10^{-4}$

# 磁気回路とエアギャップ ×



磁性体の磁気抵抗  $R_m$

$$R_m = \frac{l - l_0}{\mu S}$$

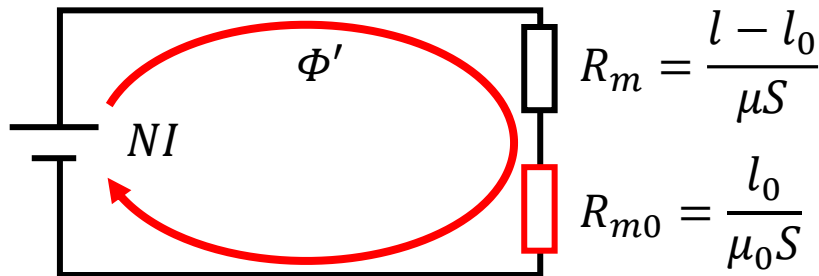
エアギャップの磁気抵抗  $R_{m0}$

$$R_{m0} = \frac{l_0}{\mu_0 S}$$

磁気回路より磁束  $\Phi'$  に関する式は

$$NI = \left( \frac{l - l_0}{\mu S} + \frac{l_0}{\mu_0 S} \right) \Phi' = (R_m + R_{m0}) \Phi'$$

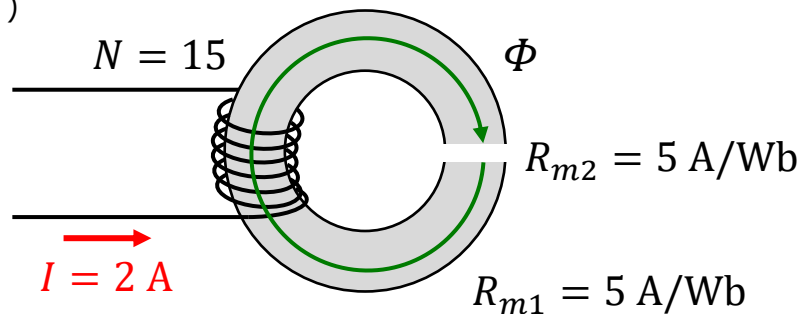
電気回路	磁気回路
電圧 $V$	→ 電流 $I$
電流 $I$	→ 磁束 $\Phi$
抵抗 $R$	→ 磁気抵抗 $R_m$



# 演習問題4

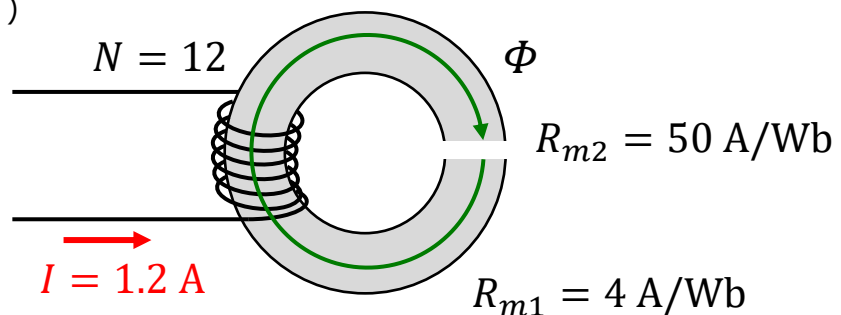
各問の磁束 $\phi$ を求めよ。

(1)



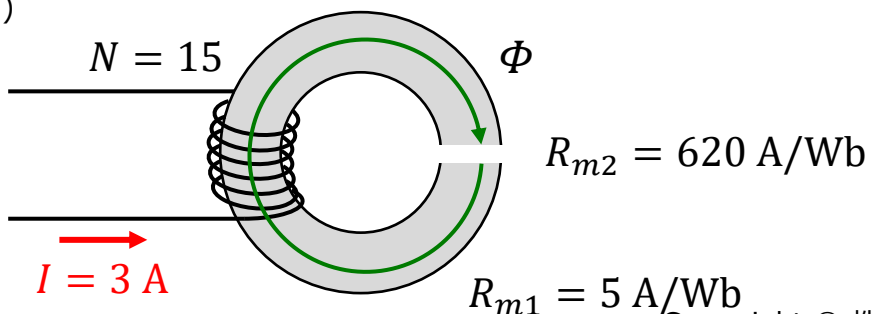
Ans.  $\Phi =$  \_\_\_\_\_

(2)



Ans.  $\Phi =$  \_\_\_\_\_

(3)



Ans.  $\Phi =$  \_\_\_\_\_

電気回路	磁気回路
電圧 $V$	$\rightarrow$ 電流 $I$
電流 $I$	$\rightarrow$ 磁束 $\Phi$
抵抗 $R$	$\rightarrow$ 磁気抵抗 $R_m$

磁界： $H = \frac{NI}{l} \text{ [A/m]}$

磁束密度： $B = \mu H \text{ [T]}$

磁束： $\Phi = BS \text{ [Wb]}$

磁気抵抗： $R_m = \frac{l}{\mu S} \text{ [A/Wb]}$

磁気回路のオームの法則

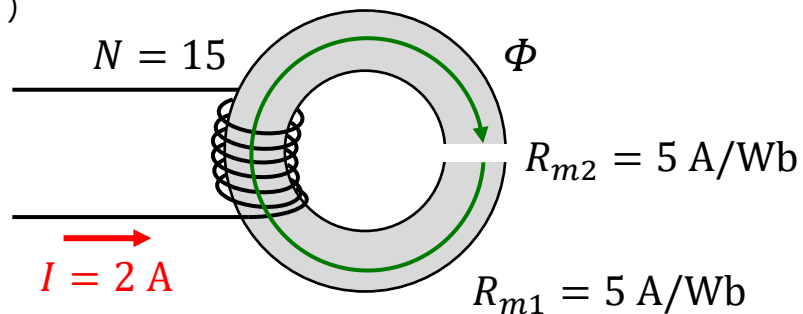
$NI = R_m \Phi$

$NI = R_m \Phi = \frac{l}{\mu S} \Phi = \frac{l}{\mu} B$

# 演習問題4

各問の磁束 $\phi$ を求めよ。

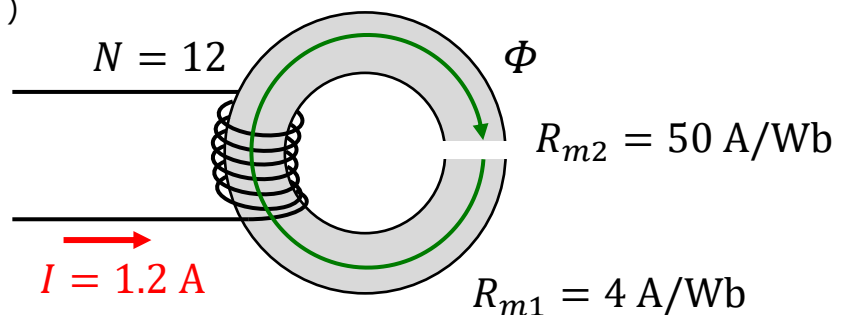
(1)



$$\phi = \frac{NI}{R_{m1} + R_{m2}} = \frac{15 \times 2}{5 + 5} = 3 \text{ Wb}$$

Ans.  $\phi = 3 \text{ Wb}$

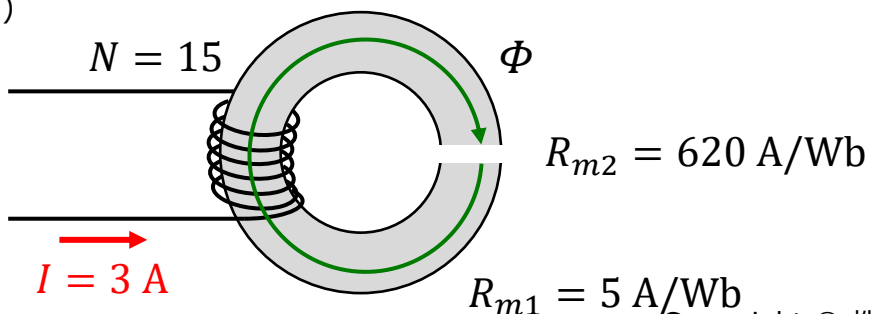
(2)



$$\phi = \frac{NI}{R_{m1} + R_{m2}} = \frac{12 \times 1.2}{4 + 50} = 0.27 \text{ Wb}$$

Ans.  $\phi = 0.27 \text{ Wb}$

(3)



$$\phi = \frac{NI}{R_{m1} + R_{m2}} = \frac{15 \times 3}{5 + 620} = 0.072 \text{ Wb}$$

Ans.  $\phi = 0.072 \text{ Wb}$

電気回路	磁気回路
電圧 $V$	$\rightarrow$ 電流 $I$
電流 $I$	$\rightarrow$ 磁束 $\phi$
抵抗 $R$	$\rightarrow$ 磁気抵抗 $R_m$

磁界： $H = \frac{NI}{l}$  [A/m]

磁束密度： $B = \mu H$  [T]

磁束： $\phi = BS$  [Wb]

磁気抵抗： $R_m = \frac{l}{\mu S}$  [A/Wb]

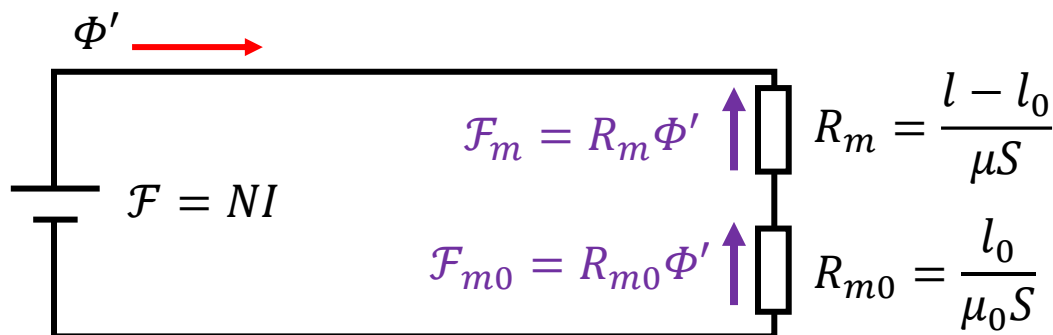
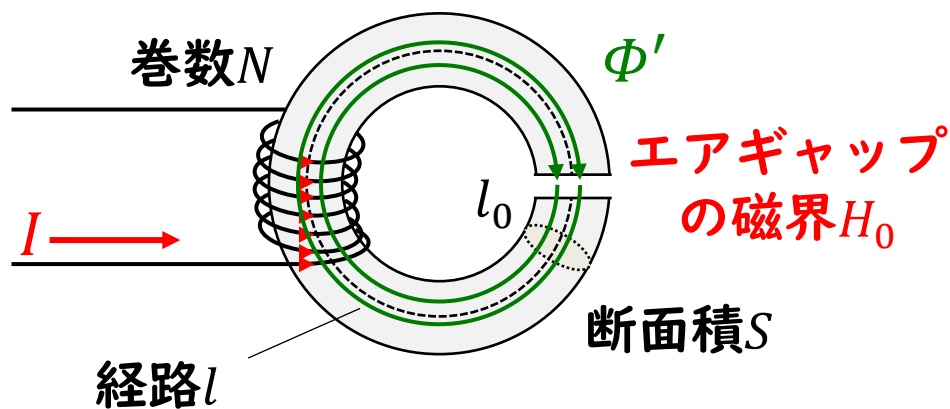
磁気回路のオームの法則

$$NI = R_m \phi$$

$$NI = R_m \phi = \frac{l}{\mu S} \phi = \frac{l}{\mu} B$$

# エアギャップの磁界

磁性体 (透磁率 $\mu$ )



電気回路	磁気回路
起電力 $V$	→ 起磁力 $\mathcal{F} = NI$
電流 $I$	→ 磁束 $\Phi$
抵抗 $R$	→ 磁気抵抗 $R_m$

磁気抵抗 $R_m$ に磁束 $\Phi'$ を流すために必要な起磁力 $\mathcal{F}_m$

$$\mathcal{F}_m = R_m \Phi' = R_m \times \frac{\mathcal{F}}{R_m + R_{m0}} = \frac{R_m}{R_m + R_{m0}} \mathcal{F}$$

磁気抵抗 $R_{m0}$ に磁束 $\Phi'$ を流すために必要な起磁力 $\mathcal{F}_{m0}$

$$\mathcal{F}_{m0} = R_{m0} \Phi' = R_{m0} \times \frac{\mathcal{F}}{R_m + R_{m0}} = \frac{R_{m0}}{R_m + R_{m0}} \mathcal{F}$$

磁界の強さは以下のように考えられる

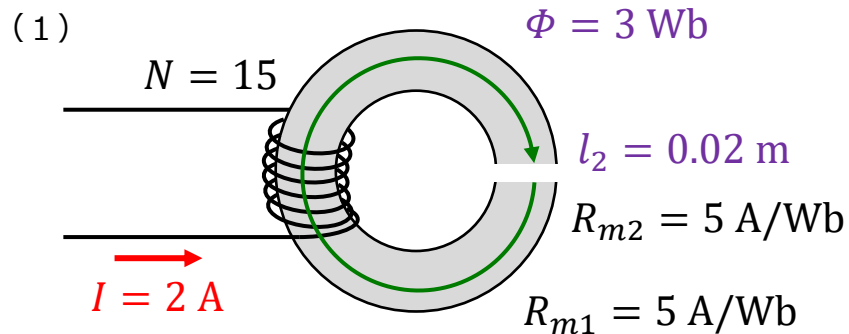
$$H = \frac{NI}{l} = \frac{\mathcal{F}}{l} = \frac{\text{対象に加わる起磁力}}{\text{対象の長さ}}$$

エアギャップの磁界の強さは

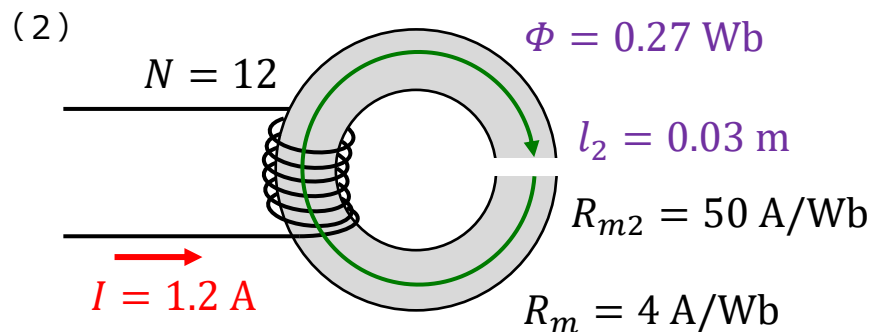
$$H_0 = \frac{\mathcal{F}_{m0}}{l_0} = \frac{R_{m0} \Phi'}{l_0} = \frac{R_{m0}}{R_m + R_{m0}} \frac{\mathcal{F}}{l_0}$$

# 演習問題5

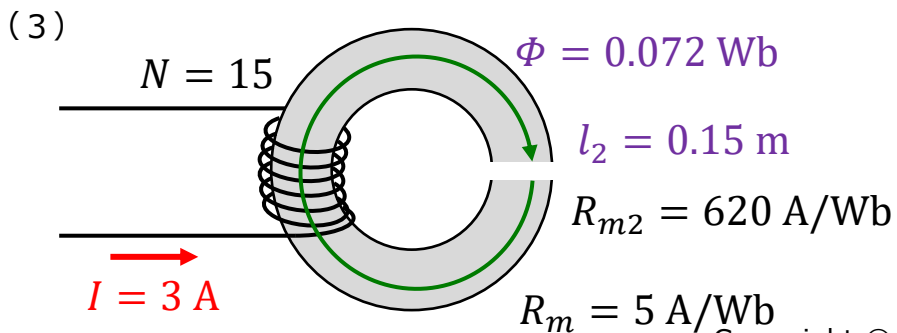
各問のエアギャップの磁界の強さ $H_2$ を求めよ。



Ans.  $H_2 =$  \_\_\_\_\_



Ans.  $H_2 =$  \_\_\_\_\_



Ans.  $H_2 =$  \_\_\_\_\_

電気回路	磁気回路
起電力 $V$	→ 起磁力 $\mathcal{F} = NI$
電流 $I$	→ 磁束 $\Phi$
抵抗 $R$	→ 磁気抵抗 $R_m$

磁界：

$$H = \frac{NI}{l} = \frac{\mathcal{F}}{l} = \frac{R_m \Phi}{l} \text{ [A/m]}$$

磁束密度： $B = \mu H$  [T]

磁束： $\Phi = BS$  [Wb]

磁気抵抗： $R_m = \frac{l}{\mu S}$  [A/Wb]

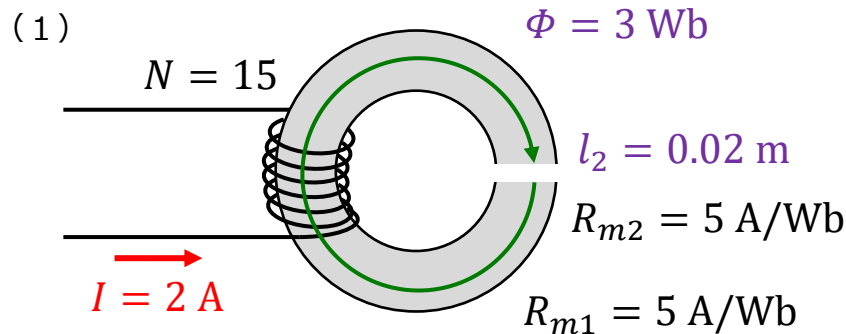
磁気回路のオームの法則

$$NI = R_m \Phi$$

$$NI = R_m \Phi = \frac{l}{\mu S} \Phi = \frac{l}{\mu} B$$

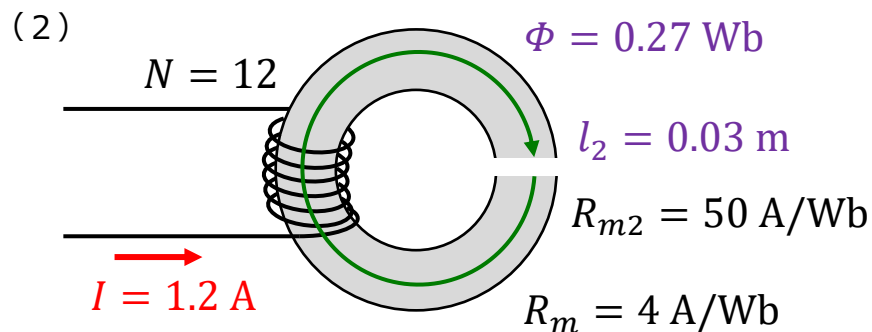
# 演習問題5

各問のエアギャップの磁界の強さ $H_2$ を求めよ。



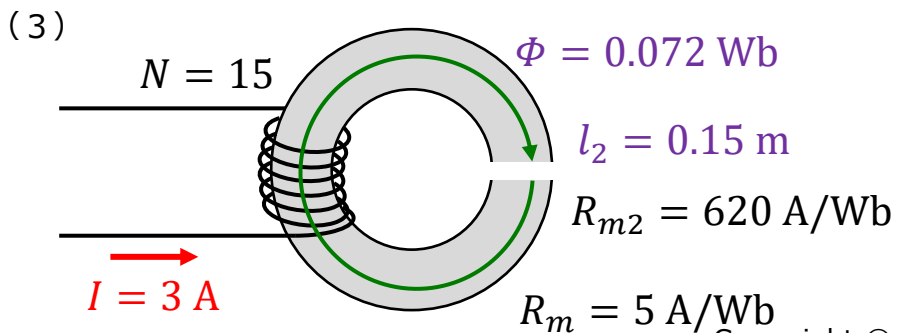
$$H_2 = \frac{\mathcal{F}_2}{l_2} = \frac{R_{m2}\Phi}{l_2} = \frac{5 \times 3}{0.02} = 750 \text{ A/m}$$

Ans.  $H_2 = 750 \text{ A/m}$



$$H_2 = \frac{\mathcal{F}_2}{l_2} = \frac{R_{m2}\Phi}{l_2} = \frac{50 \times 0.27}{0.03} = 450 \text{ A/m}$$

Ans.  $H_2 = 450 \text{ A/m}$



$$H_2 = \frac{\mathcal{F}_2}{l_2} = \frac{R_{m2}\Phi}{l_2} = \frac{620 \times 0.072}{0.15} = 297.6 \text{ A/m}$$

Ans.  $H_2 = 297.6 \text{ A/m}$

電気回路	磁気回路
起電力 $V$	→ 起磁力 $\mathcal{F} = NI$
電流 $I$	→ 磁束 $\Phi$
抵抗 $R$	→ 磁気抵抗 $R_m$

磁界：

$$H = \frac{NI}{l} = \frac{\mathcal{F}}{l} = \frac{R_m\Phi}{l} \text{ [A/m]}$$

磁束密度： $B = \mu H$  [T]

磁束： $\Phi = BS$  [Wb]

磁気抵抗： $R_m = \frac{l}{\mu S}$  [A/Wb]

磁気回路のオームの法則

$$NI = R_m\Phi$$

$$NI = R_m\Phi = \frac{l}{\mu S}\Phi = \frac{l}{\mu}B$$

# H29 問17

問17 巻数  $N$  のコイルを巻いた鉄心1と、空隙(エアギャップ)を隔てて置かれた鉄心2からなる図1のような磁気回路がある。この二つの鉄心の比透磁率はそれぞれ  $\mu_{r1}=2000$ ,  $\mu_{r2}=1000$  であり、それらの磁路の平均の長さはそれぞれ  $l_1=200$  mm,  $l_2=98$  mm, 空隙長は  $\delta=1$  mm である。ただし、鉄心1及び鉄心2のいずれの断面も同じ形状とし、磁束は断面内で一様で、漏れ磁束や空隙における磁束の広がりはないものとする。このとき、次の(a)及び(b)の問に答えよ。

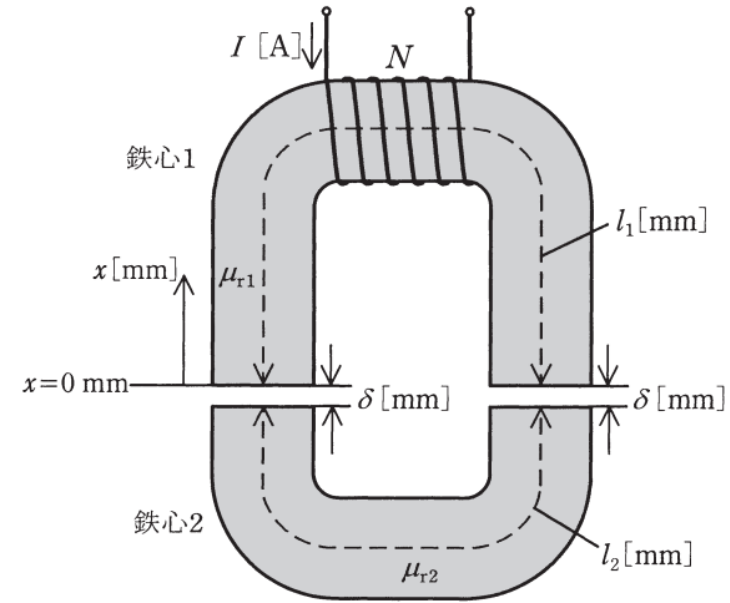


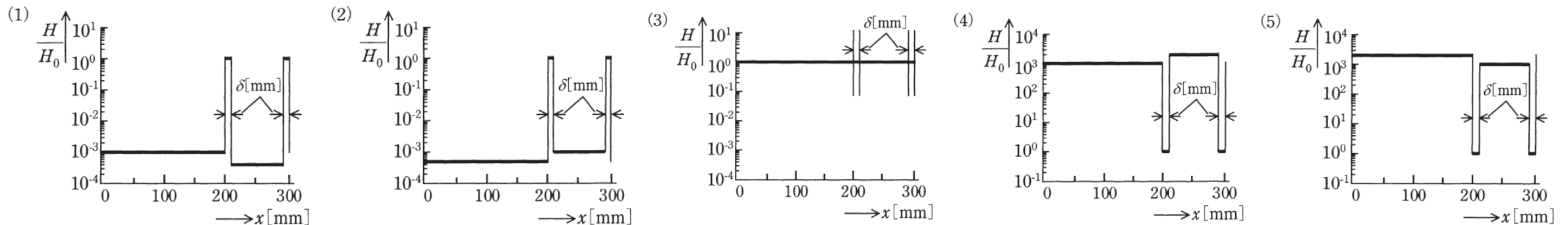
図1

(a) 空隙における磁界の強さ  $H_0$  に対する磁路に沿った磁界の強さ  $H$  の比  $\frac{H}{H_0}$  を表

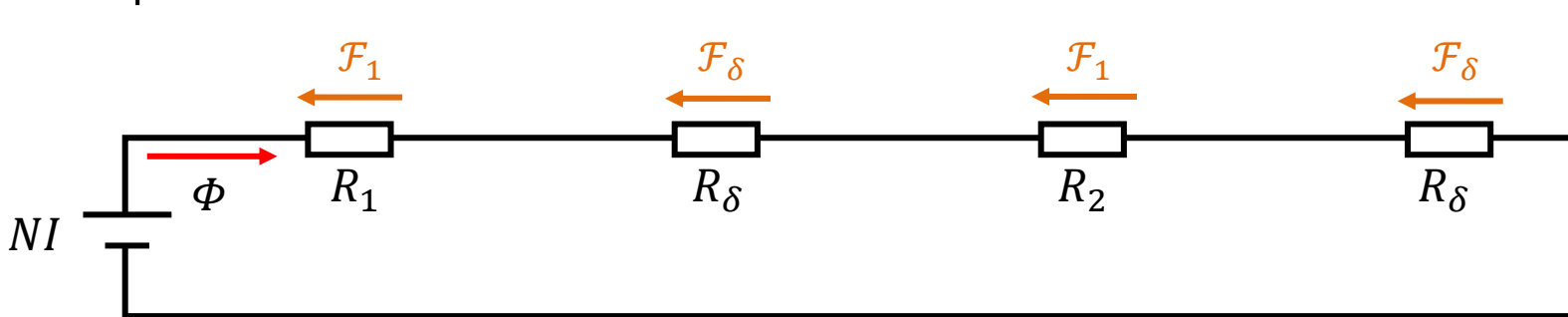
すおおよその図として、最も近いものを図2の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、図1に示す  $x=0$  mm から時計回りに磁路を進む距離を  $x$  [mm] とする。

また、図2は片対数グラフであり、空隙長  $\delta$  [mm] は実際より大きく表示している。



# 導出のポイント

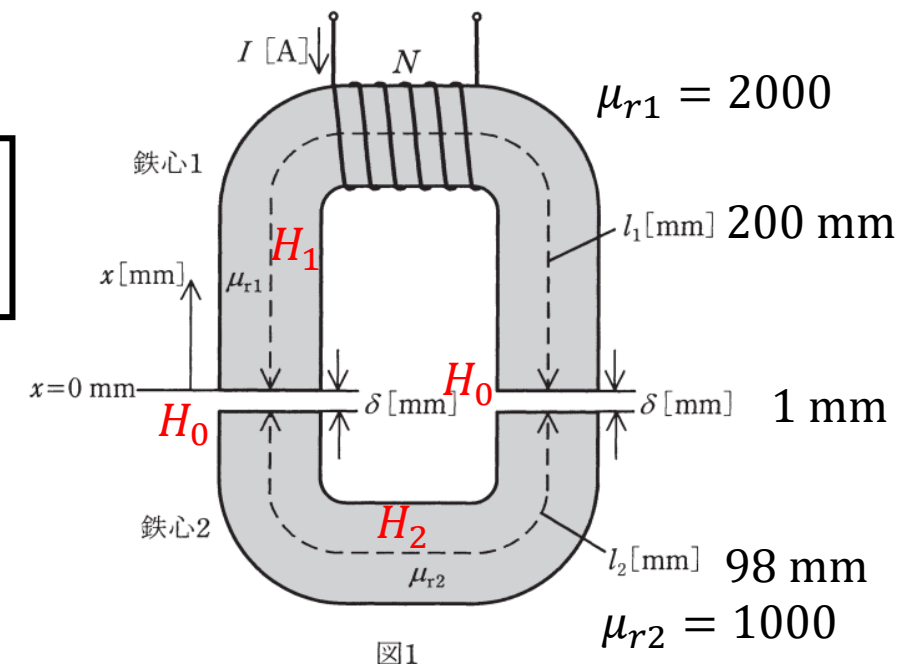


$$\Phi = \frac{NI}{R_1 + R_2 + 2R_\delta}$$

$$F_1 = R_1 \Phi = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + 2R_\delta} NI \quad \longrightarrow \quad H_1 = \frac{F_1}{l_1} = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + 2R_\delta} \frac{NI}{l_1}$$

$$F_2 = R_2 \Phi = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + 2R_\delta} NI \quad \longrightarrow \quad H_2 = \frac{F_2}{l_2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + 2R_\delta} \frac{NI}{l_2}$$

$$F_\delta = R_\delta \Phi = \frac{R_\delta}{R_1 + R_2 + 2R_\delta} NI \quad \longrightarrow \quad H_0 = \frac{F_\delta}{\delta} = \frac{R_\delta}{R_1 + R_2 + 2R_\delta} \frac{NI}{\delta}$$



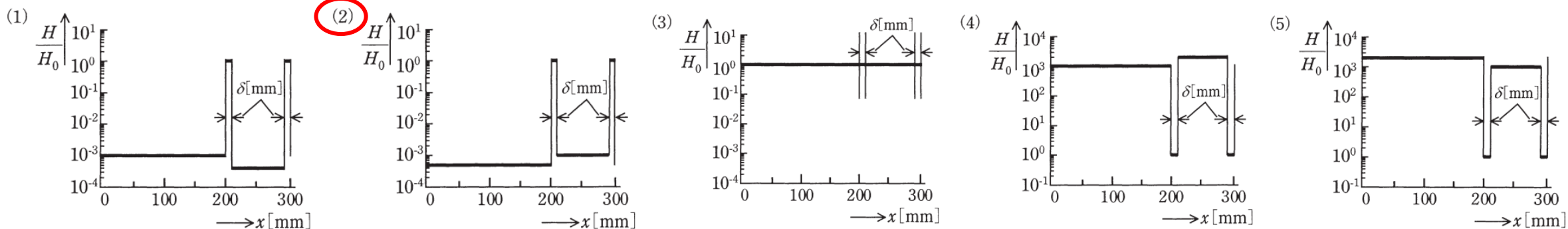
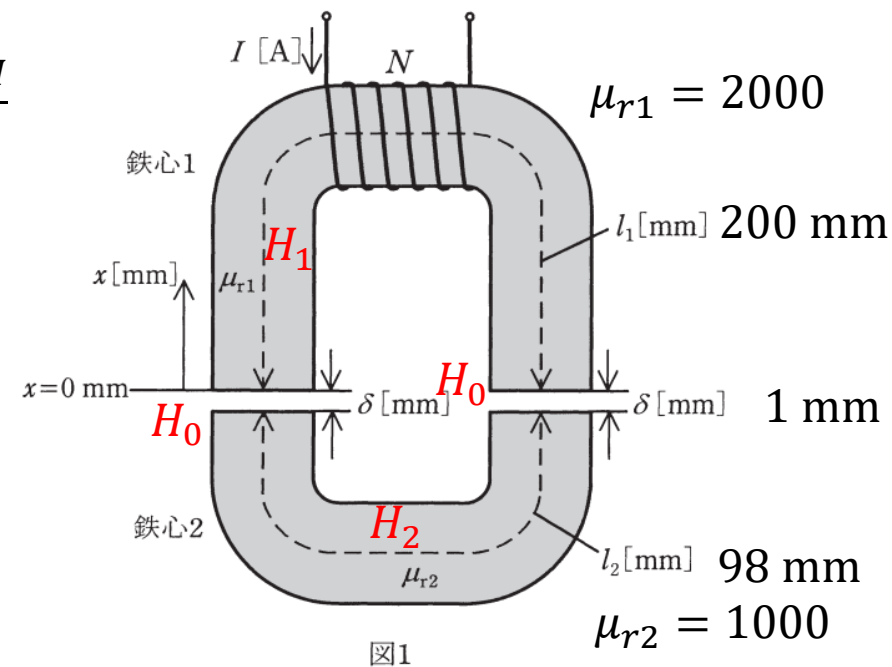
# 導出のポイント

$$H_1 = \frac{\mathcal{F}_1}{l_1} = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + 2R_\delta} \frac{NI}{l_1} \quad H_2 = \frac{\mathcal{F}_2}{l_2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + 2R_\delta} \frac{NI}{l_2} \quad H_0 = \frac{\mathcal{F}_\delta}{\delta} = \frac{R_\delta}{R_1 + R_2 + 2R_\delta} \frac{NI}{\delta}$$

$$\frac{H_1}{H_0} = \frac{\frac{R_1}{R_1 + R_2 + 2R_\delta} \frac{NI}{l_1}}{\frac{R_\delta}{R_1 + R_2 + 2R_\delta} \frac{NI}{\delta}} = \frac{R_1}{R_\delta} \frac{\delta}{l_1} = \frac{\mu_1 S}{\mu_0 S} \frac{\delta}{l_1} = \frac{\mu_0}{\mu_1}$$

$$\frac{H_1}{H_0} = \frac{\mu_0}{\mu_1} = \frac{\mu_0}{\mu_{r1}\mu_0} = \frac{1}{\mu_{r1}} = \frac{1}{2000} = 5 \times 10^{-4}$$

$$\frac{H_2}{H_0} = \frac{\mu_0}{\mu_2} = \frac{\mu_0}{\mu_{r2}\mu_0} = \frac{1}{\mu_{r2}} = \frac{1}{1000} = 1 \times 10^{-3}$$



ご聴講ありがとうございました!!