

# 電気電子一次専門科目の準備

末尾に基礎理論抜粋  
平成19年11月

出題分野は、  
基礎理論(電磁気、回路計算、交流など)が  
12～15題前後

発送配変5～6題

電気応用5～6題

電子応用5～6題

情報通信6～8題

電気設備0～1題

であるが**計算を要する問題**が15～20題と約半分を占めるので、  
計算問題に習熟しておく必要がある。

特に**基礎理論**は出題数も多いのでしっかり勉強しておく必要がある。

**情報通信関連の問題**が比較的が多いので、通信以外の人でも  
情報通信の勉強(デジタル変調、IP、など)をしておくとう利である

# 19年度一次

1	基礎理論	金属の電気抵抗率の順序
2	回路計算	回路の合成抵抗計算
3	基礎理論	回路要素R,L,Cの特性
4	基礎理論	コンデンサの電荷の移動とエネルギー
5	基礎理論	電束、磁束、静磁場、フレミング、電磁波
6	基礎理論	回路理論の正誤
7	回路計算	定電流源を含む回路の計算
8	回路計算	電流値から抵抗値を求める
9	回路計算	Rに消費される電力の最大化
10	回路計算	回路の単純化計算
11	基礎理論	各種電圧計の指示値の穴埋め
12	基礎理論	RLC直列回路の共振時の特徴
13	発送配変	2負荷の合成力率
14	発送配変	平衡3相交流回路の性質
15	発送配変	%Z、並列運転の負荷分担
16	発送配変	原子力発電の原理
17	発送配変	水力の出力計算
18	電気応用	各種電気機器の特徴
19	電気応用	誘導電動機のすべりとトルク
20	電気応用	各種半導体素子の特徴
21	電気応用	各種電源設備の特徴、穴埋め
22	電子応用	発光ダイオードの性質、穴埋め
23	電気応用	システムの安定性の判定法など
24	情報通信	フーリエ変換の性質
25	基礎理論	論理回路の論理式計算

26	情報通信	瞬時復号可能な効率的二元符号化方法
27	情報通信	アナログとデジタルの相違点
28	情報通信	各種無線変調方式の記述の正誤
29	情報通信	IPIに関する記述の正誤
30	電子応用	半導体素子の記述の正誤
31	電子応用	半導体素子の記述の穴埋め
32	電子応用	ダイオードの電流計算
33	電子応用	バイポーラトランジスタの電流増幅率
34	回路計算	従属電流源を持つ回路の計算
35	電子応用	理想的オペアンプの特性
		基礎理論8、回路計算6
		発送配変5、電気応用5、電子応用6
		情報通信5
		計算問題15

# 平成18年度電気電子一次専門科目問題

1. 基礎、回路 合成抵抗
2. 基礎、回路 コンダクタンス回路の電圧
3. 基礎、電磁気 コンデンサに蓄えられるエネルギー
4. 基礎、回路 直流回路の電力
5. 基礎、回路 開放電圧と短絡電流
6. 基礎、交流 半波整流波の平均値
7. 基礎、交流 高調波の実効値
8. 電子応用 ダイオードの電流
9. 基礎、交流 RLC回路の電流、位相
10. 基礎、交流 4端子回路の特性
11. 基礎、回路 相互誘導のある回路
12. 基礎、回路 2端子対回路の伝達関数の周波数特性
13. 情報通信 フーリエスペクトル
14. 電気応用 PI制御器の特性
15. 発送変配電 交流回路の直列、並列コンデンサの作用
16. 発送変配電 揚水エネルギーの計算
17. 発送変配電 熱サイクルの知識
18. 発送変配電 送電系統の力率
19. 発送変配電 三相変圧器回路
20. 発送変配電 電力品質
21. 電気応用 パワーエレクトロニクス
22. 電気応用 電気機器の特徴
23. 電気応用 3相-2相変換の波形
24. 発送変配電 単相3線式配電の特性
25. 電気応用 ヒートポンプの特性

26. 電子応用 トランジスタ回路の電流計算
27. 電子応用 オペアンプの特性
28. 電子応用 z変換の性質
29. 情報通信 論理回路の出力
30. 情報通信 2元対象回路に関するエントロピー
31. 情報通信 インターネットのプロトコル
32. 情報通信 ATM通信の特徴
33. 情報通信 デジタル変復調方式
34. 情報通信 OFDMの特徴
35. 情報通信 伝送符号の特徴

基礎、電磁気、回路、交流12  
 発送配変7、電気応用5、  
 電子応用4、情報通信7  
 計算問題20

# 平成17年度電気電子一次専門科目問題

基礎理論	IV-1 電磁気 コンデンサに働く力と仕事
基礎理論	IV-2 ヒステレシス特性回路の電流波形
基礎理論	IV-3 回路網理論
電子応用	IV-4 電流源回路の開放電圧と短絡電流
基礎理論	IV-5 皮相電力、有効電力、力率の記述式
電気応用	IV-6 電池に関する記述の正誤
基礎理論	IV-7 梯子形回路の合成抵抗計算
基礎理論	IV-8 T形4端子回路の電流値計算
基礎理論	IV-9 過渡現象計算
電子応用	IV-10 単相全波整流回路の電流波形図
発送配変	IV-11 プロペラ形風力発電の正誤
電子応用	IV-12 単相全波整流回路の電力
基礎理論	IV-13 R,L直列回路と並列回路と等価換算
基礎理論	IV-14 電流制限用リアクトルのL
基礎理論	IV-15 伝達関数の分母の係数の意味
基礎理論	IV-16 フーリエ変換
基礎理論	IV-17 フーリエ級数展開
電子応用	IV-18 三相ブリッジ整流回路の電位波形
電子応用	IV-19 パワーエレクトロニクス正誤
発送配変	IV-20 同期発電機とインバータの並列運転
電気応用	IV-21 三相変圧器の漏れL計算
電気応用	IV-22 変圧器を含む回路の電流計算
電気応用	IV-23 変圧器の巻数計算
発送配変	IV-24 単相三線式回路のバランスの効果
電気応用	IV-25 自転車用発電ランプの電圧

発送配変	IV-26 電気事業法の内容
電子応用	IV-27 トランジスタ増幅回路
情報通信	IV-28 瞬時復号可能な信号
情報通信	IV-29 振幅変調の電力
情報通信	IV-30 無線変調方式
情報通信	IV-31 インターネット通信の正誤
情報通信	IV-32 通信方式におけるビットとシンボル
情報通信	IV-33 ATM通信方式に関する記述の正誤
情報通信	IV-34 標本化定理に関する記述の正誤
情報通信	IV-35 通信の基礎技術に関する正誤

## 平成16年度電気電子一次専門科目問題

1.基礎理論 電磁気現象の正誤
2.基礎理論、電磁石に働く力
3.基礎理論、コンデンサ充電過渡現象
4.基礎理論、2端子回路
5.基礎理論、正弦波交流の電力など
6.基礎理論、電気回路の共振
7.電子応用、トランジスタ回路
8.電子応用、整流回路の波形
9.電子応用、オペアンプの増幅率
10.電子応用,pn接合ダイオード
11.情報通信、光情報通信用デバイス
12.情報通信、論理式の簡素化
13.情報通信、瞬時復号可能な符号
14.情報通信、離散フーリエ変換
15.情報通信、巡回符号
16.情報通信、ATMの技術
17.情報通信、インターネット通信方式
18.情報通信、無線変調方式
19.情報通信、AM搬送波、側帯波スペクトル
20.発送配変電、電気事業形態
21.発送配変電、分散型電源
22.発送配変電、揚水発電
23.発送配変電、配電線電圧降下
24.発送配変電、変圧器巻数比と位相
25.発送配変電、送電方式別送電容量

26.電気設備、他励転流パワエレ
27.電気設備、変圧器最大発送配変電条件
28.電気設備、電源品質
29.電気設備、太陽電池の出力最大条件
30.電気設備、サンプル値制御

# I. 基礎理論

## 1. 電気回路

### (1) 合成抵抗

- ① 対称性の利用                   HP参照
- ② YΔ変換
- ③ 無限に続く場合の扱い   HP参照

$$\lim_{n \rightarrow \infty} R_n = \lim_{n \rightarrow \infty} R_{n-1}, \text{ or } \lim_{n \rightarrow \infty} R_{n+1} = \lim_{n \rightarrow \infty} R_n$$

### (2) キルヒホッフの法則

回路網方程式と電圧電流計算

独立のループ  $m=b+1-n$  について次式を解く  
 b: 枝の数、n: 節点の数、m: 独立ループの数

$$\mathbf{V} = \mathbf{Z}\mathbf{I}, \text{ or } \mathbf{I} = \mathbf{Y}\mathbf{V}, \mathbf{Y} = \mathbf{Z}^{-1}$$

### (3) 2, 4端子回路、開放電圧、短絡電流

開放電圧: 無負荷時の出力端子電圧  
 短絡電流: 出力端子を短絡した時の電流

## 2. 磁気回路

磁気回路のオームの法則

$$\phi = \frac{NI}{R_m}, R_m = \sum_k \frac{l_k}{\mu_k S_k}$$

磁束密度と磁界(の強さ)

$$\mathbf{B} = \mu\mathbf{H}$$

## 3. 静電界と静磁界

### (1) 静電界のクーロンの法則

$$\mathbf{f} = \frac{q_1 q_2}{4\pi \epsilon r^2} \rightarrow \mathbf{E} = \frac{q_1}{4\pi \epsilon r^2}, q_2 = 1 \text{ のときに働く力}$$

これから、 $\mathbf{f} = q\mathbf{E}$

### マクスウエル

$$\text{div } \mathbf{D} = \rho, \int_S \mathbf{D} \cdot \mathbf{n} dS = Q = \int_V \rho dV, \mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E}$$

すなわち、  
 ある立体の表面から出る電束の総和  
 = その立体に含まれる電荷の総和  
 単位電荷から1本の電束が出ると考える。  
 電気力線は単位電荷から  $1/\epsilon$  本出る。

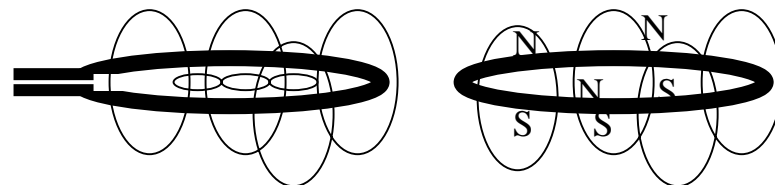
### (2) 静磁界のクーロンの法則

$$\mathbf{f} = \frac{m_1 m_2}{4\pi \epsilon r^2}, m_1, m_2 : \text{磁極の強さ}$$

$\text{div } \mathbf{B} = 0$ : 磁束は常に連続である。

### (3) 電流ループと板磁石

微小電流ループの作る磁界 = 微小磁石の作る磁界  
 → 電流ループ = 板磁石



## 4. 電流と磁界

ビオサバールの法則 
$$dH = \frac{I}{4\pi} \frac{ds \times \mathbf{r}}{r^3}$$

マクスウエル 
$$\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{i}, \int_C \mathbf{H} \cdot \mathbf{t} ds = I$$

例 対称性が成り立つとき、

$$\int_C \mathbf{H} \cdot \mathbf{t} ds = 2\pi r H = I \rightarrow H = I / (2\pi r)$$

## 5. 電界、磁界に蓄えられるエネルギー

### (1) 電界中

単位体積当り 
$$\mathbf{w} = \frac{1}{2} \mathbf{E} \cdot \mathbf{D} = \frac{1}{2\epsilon} \mathbf{D}^2$$

コンデンサの例

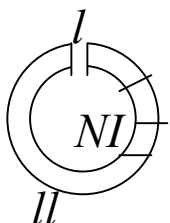
$$E = \frac{V}{d}, D = \frac{\epsilon V}{d}$$

$$\therefore W = \frac{1}{2\epsilon} \left( \frac{\epsilon V}{d} \right)^2 Sd = \frac{1}{2} \left( \frac{\epsilon S}{d} \right) V^2 = \frac{1}{2} CV^2$$

### (2) 磁界中

単位体積当り 
$$\mathbf{w} = \frac{1}{2} \mathbf{H} \cdot \mathbf{B} = \frac{1}{2\mu} \mathbf{B}^2$$

ギャップに蓄えられるエネルギー



$$\phi = \frac{NIS}{l / \mu + l / \mu_0}, \mu \gg \mu_0 \rightarrow B = \frac{NI}{l / \mu_0}$$

から、
$$W = \frac{\mu_0}{2} \left( \frac{NI}{l} \right)^2 Sl$$

Copyright (c)

## 6. 電界、磁界に働く力

### (1) 電界中で働く力

界面の単位面積当り 
$$\mathbf{f} = -\frac{1}{2} \mathbf{E} \cdot \mathbf{D} = -\frac{1}{2\epsilon} \mathbf{D}^2$$

電荷  $q$  に対しては、 $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$

### (2) 磁界中で働く力

界面の単位面積当り 
$$\mathbf{f} = -\frac{1}{2} \mathbf{H} \cdot \mathbf{B} = -\frac{1}{2\mu} \mathbf{B}^2$$

運動する電荷に対して、 $\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$

### (3) 電磁界中の電荷に働く力

左手の法則、右ねじの法則

ローレンツの力

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E} + q\mathbf{v} \times \mathbf{B} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

$$q\mathbf{v} \times \mathbf{B} = \mathbf{l} \times \mathbf{B} = \mathbf{l} \times \mathbf{B} \rightarrow F = Blv \sin \theta$$

## 7. 磁束と起電力

ファラデーの法則

$$V = -\frac{\partial \Phi}{\partial t}, \Phi = \text{鎖交磁束数} = LI,$$

$L$ : インダクタンス,  $I$ : 電流

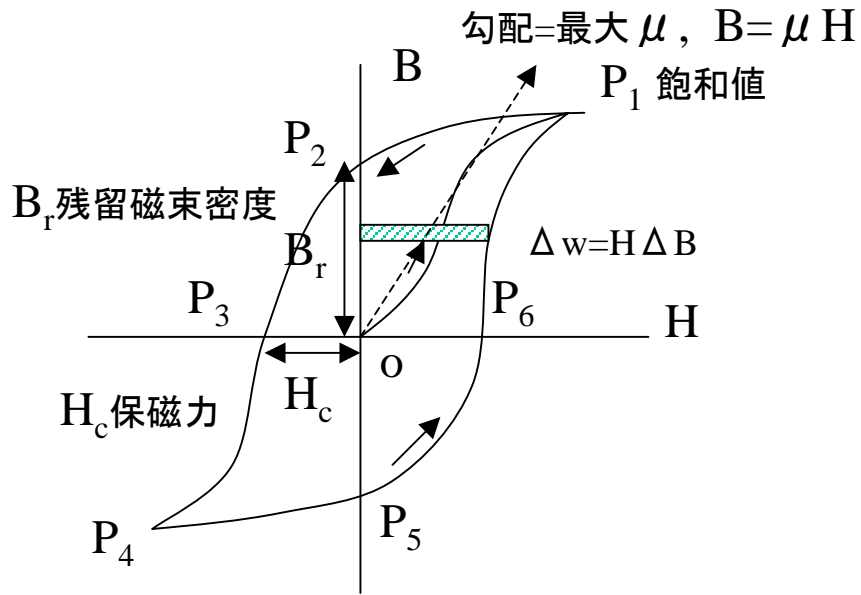
マクスウエル 
$$\text{rot } \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \int_C \mathbf{E} \cdot \mathbf{t} ds = -\int_S \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \cdot \mathbf{n} dS$$

例 コイル  $N$  巻きでは、
$$V = -N \frac{d\phi}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$$

宮田明則技術士事務所



# ヒステリシス環線

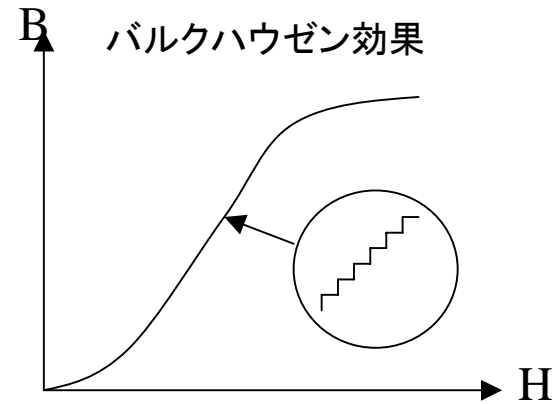


1サイクルするのに加えるエネルギーは

$$\text{単位体積当り } w = \oint HdB$$

これは、 $P_1-P_2-P_3-P_4-P_5-P_6-P_1$  のループの面積になる。

1サイクルすると、 $B, H$  はもとに戻る  
ので加えられたエネルギーは、何らか  
の形で放出される必要がある。実は  
熱の形で放出され、これがヒステリシ  
ス損である。



強磁性体は微小な磁区から出来ている。この磁区  
相互の間に力が働き、現状を維持しようとするが、  
磁界が強まると均衡が破れて磁化される。  
磁化の様子を細かく観察すると上図のように微小な  
段階ごとに磁化される様子がわかる。  
これをバルクハウゼン効果と呼ぶ。  
磁区の大きさは、材料や熱処理等で変化するが、普  
通の鉄で1/100mm 程度である。

鉄心用では、小さな磁界(磁場)で大きな磁束を得  
るために  $H_c$  が小さく  $\mu$  が大きな材料が良い。  
ex. 鉄、珪素鉄(鉄心)、アモルファス(磁気ヘッド)

永久磁石用材料は、保磁力の大きな材料が良い。  
これは、磁石内部に生じる反磁場(磁化させようとす  
る外部磁場に対し、自己のNS極により生じる逆向き  
の磁場)があるためである。  
ex. アルニコ、フェライト、サマリウム、  
ネオジウム磁石( $Nd_2Fe_{14}B$ )

## 8. 交流回路

インピーダンス  $Z = R + jX$

抵抗  $R$

誘導性リアクタンス  $X_L = \omega L$ ,

$$Z = jX_L = j\omega L$$

容量性リアクタンス  $X_C = -1/\omega C$ ,

$$Z = jX_C = -j(1/\omega C)$$

アドミタンス  $Y = G + jB$

コンダクタンス  $G = 1/R$

誘導性サセプタンス  $B = 1/j\omega L$

容量性サセプタンス対応  $B = j\omega C$

回路方程式

$$\mathbf{V} = \mathbf{Z}\mathbf{I} \text{ or } \mathbf{I} = \mathbf{Y}\mathbf{V}, \mathbf{Y} = \mathbf{Z}^{-1}$$

独立なループが  $m$  個あれば、 $m$  個の電流に関する方程式になる。

$m = b + 1 - n$ ,  $b$ : 枝の数、 $n$ : 節点の数

最大値、平均値、実効値

$U = U_m \sin \omega t$  のとき、 $U_m$  は、最大値  
平均値は、 $\theta = \omega t$  と置いて、

$$\begin{aligned} \bar{U} &= \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} U_m \sin \theta d\theta \\ &= \frac{1}{\pi} [-U_m \cos \theta]_0^{\pi} = \frac{2}{\pi} U_m \end{aligned}$$

実効値

$\pi U_e^2 = \int_0^{\pi} U_m^2 \sin^2 \theta d\theta$  から、

$$\begin{aligned} U_e &= \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} U_m^2 \sin^2 \theta d\theta} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} U_m^2 \frac{1 - \cos 2\theta}{2} d\theta} \\ &= \sqrt{\frac{U_m^2}{\pi} \left[ \frac{\theta}{2} - \frac{\sin 2\theta}{4} \right]_0^{\pi}} = \sqrt{\frac{1}{\pi} U_m^2 \frac{\pi}{2}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \end{aligned}$$

電力(電圧、電流は実効値を使用)

$\dot{\mathbf{S}} = P + jQ = \dot{\mathbf{V}}\mathbf{I}^*$ : 遅れ電流のとき  $Q > 0$

$\dot{\mathbf{S}} = P + jQ = \dot{\mathbf{V}}^*\mathbf{I}$ : 進み電流のとき  $Q < 0$

\* は共役値を示す。通常上の式を使う。

$P$ : 有効電力、 $Q$ : 無効電力

$VI = |\dot{\mathbf{V}}||\mathbf{I}|$  を皮相電力という。

電圧、電流の成分が既知のとき、

$$\dot{\mathbf{S}} = P + jQ = \dot{\mathbf{V}}\mathbf{I}^*$$

$\dot{\mathbf{V}} = V_r + jV_j, \mathbf{I} = I_r + jI_j$  のとき、

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{S}} = P + jQ &= (V_r + jV_j)(I_r - jI_j) \\ &= (V_r I_r + V_j I_j) + j(V_j I_r - V_r I_j) \end{aligned}$$

皮相電力は、

$$VI = \sqrt{V_r^2 + V_j^2} \sqrt{I_r^2 + I_j^2}$$