

平成 16 年度 国家公務員 II 種試験 電気・電子・情
報解答

ARQ^{*1}

2005 年 1 月 26 日

この文書は筆者が個人的に題にある試験問題を解いて、解き方を見直すための備忘録である。

試験問題自体は公文書であるから転載すること自体は著作権に違反しないが、各出版社が過去問題集を発行した時点で著作権法違反になる恐れがあるので、問題文そのものは記述しない。

解説には明らかな誤りがあるので、公表された正当番号と一致しても、手放しで信用してはならない。

目次

第 1 章	工学の基礎	1
1.1	No. 1	1
1.2	No. 2	1
1.3	No. 3	2
1.4	No. 4	2
1.5	No. 5	2
1.6	No. 6	3
1.7	No. 7	3
1.8	No. 8	3
1.9	No. 9	4
1.10	No. 10	4
1.11	No. 11	4
1.12	No. 12	4
1.13	No. 13	5
1.14	No. 14	5
1.15	No. 15	6
第 2 章	電磁気学・電気回路	7
2.1	No. 16	7
2.2	No. 17	7
2.3	No. 18	8
2.4	No. 19	8
2.5	No. 20	9
2.6	No. 21	9
2.7	No. 22	10
2.8	No. 23	10
2.9	No. 24	11
2.10	No. 25	11
2.11	No. 26	11
第 3 章	電気計測・制御	13
3.1	No. 27	13
3.2	No. 28	13
3.3	No. 29	14

第 4 章	電気機器・電力工学	15
4.1	No. 30	15
4.2	No. 31	15
4.3	No. 32	15
第 5 章	電子工学・電子回路	17
5.1	No. 33	17
5.2	No. 34	17
5.3	No. 35	17
5.4	No. 36	18
5.5	No. 37	18
5.6	No. 38	19
第 6 章	通信工学・情報工学	21
6.1	No. 39	21
6.2	No. 40	21
6.3	No. 41	22
6.4	No. 42	22
6.5	No. 43	23
6.6	No. 44	23
6.7	No. 45	23
6.8	No. 46	23
6.9	No. 47	24
6.10	No. 48	25
6.11	No. 49	25
6.12	No. 50	26
6.13	No. 51	26
6.14	No. 52	26
6.15	No. 53	26
6.16	No. 54	27
6.17	No. 55	27
付録 A	受験データ	31
A.1	合格者の決定方法	31
A.2	統計	32
A.3	正答表	32

第 1 章

工学の基礎

1.1 No. 1

$B = P^{-1}AP$ であるから, $A = PB P^{-1}$ である. よって, $\lim_{n \rightarrow +\infty} A^n = \lim_{n \rightarrow \infty} P B^n P^{-1}$ である.

ここで,

$$P^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 5 \end{pmatrix} \quad (1.1)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} B^n = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (1.2)$$

であるから,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} A^n = \begin{pmatrix} -5 & -15 \\ 2 & 6 \end{pmatrix} \quad (1.3)$$

である.

(感想) 行列の積の計算は, 交換法則は成り立たないが, 結合法則は成り立つ. これを知っているだけで計算時間は半分削減できるだろう.

1.2 No. 2

直線 l をパラメータ t を用いて表現すると, $l \equiv (1, 2, 3)t + (2, 3, 4)$ となる. 点 P から下ろした垂線の足が H であるから, H の座標は $(t+2, 2t+3, 3t+4)$ と表せる. ここで, 点 P と点 H の距離の二乗を $L(t)$ とすると,

$$\begin{aligned} L(t) &= \{(t+2) - 4\}^2 + \{(2t+3) - 6\}^2 + \{(3t+4) - 6\}^2 \\ &= (t-2)^2 + (2t-3)^2 + (3t-2)^2 \end{aligned} \quad (1.4)$$

となる. $L(t)$ の最小値を求めるため, L を t で微分すると,

$$\begin{aligned} \frac{dL}{dt} &= 2(t-2) + 2 \cdot 2(2t-3) + 2 \cdot 3(3t-2) \\ &= 28t - 28 \end{aligned} \quad (1.5)$$

$L(t)$ は明らかに下に凸の関数であるから, $t = 1$ のときに L は極小かつ最小の値となる. $L(1) = 3$ であるから, $\overline{PH} = \sqrt{3}$ である.

(感想) 点と直線の距離の公式を知らなくても, このように地道な計算をすれば距離が求められる.

1.3 No. 3

ある時刻 t における動点 P の座標を $(x(t), y(t))$ とすると, $v^2 = (dx/dt)^2 + (dy/dt)^2$ である. v が一定で, 題意から dx/dt が常に非負の値であるから, dy/dt が 0 のときに, dx/dt は最大となり, このとき, $dx/dt = v$ となる.

(感想) 真面目に積分計算をすると非常に面倒になるので^{*1}, 最低限の計算に留めておくことにしよう.

1.4 No. 4

回転体の図形は $x = r/2$ の面に対称である. そこで, 点 O を中心とする円の回転体について, $x \in \{r/2, r\}$ の範囲で積分計算することを考えよう. この範囲での回転体の体積 V' , 求める回転体の体積を V とすると, $V = 2V'$ であり,

$$V' = \pi \int_{r/2}^r y^2 dx \quad (1.6)$$

$$\begin{aligned} \frac{V'}{\pi} &= \int_{r/2}^r (r^2 - x^2) dx \\ &= \left[r^2 x - \frac{1}{3} x^3 \right]_{r/2}^r \\ &= \frac{5}{24} r^3 \end{aligned} \quad (1.7)$$

したがって, $V = 2V' = (5/12)\pi r^3$ である.

(感想) 回転体の体積は積分の問題によく問われる. 計算量を減らす工夫を考えてみよう.

1.5 No. 5

玉を取り出すという試行を n 回行って, 少なくとも 1 度は白玉を取り出すという確率を P_n とする. このとき, $\overline{P_n} = (9/10)^n$ であるから, $P_n = 1 - (9/10)^n$ である. $P_n > 0.9 = 9/10$ とするには, $(9/10)^n < 1/10$ でなければならない. この式の常用対数を取って不等式を計算すると,

$$\left(\frac{9}{10}\right)^n < \frac{1}{10} \quad (1.8)$$

$$n \log_{10} \frac{9}{10} < \log_{10} \frac{1}{10} \quad (1.9)$$

$$(2 \log_{10} 3 - 1)n < -1$$

$$n > \frac{1}{1 - 2 \log_{10} 3}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{1 - 2 \cdot 0.477} \\ &\approx 21.74 \end{aligned} \quad (1.10)$$

^{*1} MuPAD でも解が出ない

したがって、22 回以上玉を取り出せば、0.9 以上の確率で少なくとも 1 回は白玉を取り出す。

(感想) 確率の基本的なことから、対数を含む不等式など、高校の数学の範囲で解ける問題。

1.6 No. 6

フローチャートを読み解くと、解答欄は行列 C の i 行 j 列の計算に当たることが分かる。行列 C の (i, j) 成分 $c_{i,j}$ は、 $c_{i,j} = \sum_{k=1}^n a_{i,k} b_{k,j}$ と定義されていることから、空欄に入る式は、 $c_{i,j} \leftarrow c_{i,j} + a_{i,k} \times b_{k,j}$ が正しい。

(感想) 試験では未だによく登場するフローチャート。この程度の大きさなら読むのに苦労しないだろう。

1.7 No. 7

点 B を中心とした回転モーメントから、

$$N \cdot \frac{3}{4}l = (mg \cos \theta) \cdot \left(\frac{1}{2}l\right) \quad (1.11)$$

$$N = \frac{2}{3}mg \cos \theta \quad (1.12)$$

(感想) 回転モーメントの式だけで答が出てしまうので拍子抜け。

1.8 No. 8

球の質量を m 、重力加速度を g とする。傾斜角が θ のときを考える。球が斜面方向に受ける力は $mg \sin \theta$ であり、その力の鉛直成分は $mg \sin^2 \theta$ である。傾斜角が θ のときの地面までの到達時間を $t(\theta)$ としたとき、球の鉛直方向の移動距離から式 (1.13) が成り立ち、傾斜角による地面までの到達時間の比が計算できる。

$$\frac{1}{2} \sin^2 2\theta \{t(2\theta)\}^2 = \frac{1}{2} \sin^2 \theta \{t(\theta)\}^2 \quad (1.13)$$

$$\begin{aligned} \left\{ \frac{t(2\theta)}{t(\theta)} \right\}^2 &= \left\{ \frac{\sin \theta}{\sin 2\theta} \right\}^2 \\ &= \left\{ \frac{1}{2 \cos \theta} \right\}^2 \end{aligned}$$

$$\frac{t(2\theta)}{t(\theta)} = \frac{1}{2 \cos \theta}$$

$$t(2\theta) = \frac{t(\theta)}{2 \cos \theta} \quad (1.14)$$

$t(\theta) = T$ とすれば、傾斜角が倍になったときの地面までの到達時間は、 $T/(2 \cos \theta)$ となる。

(感想) 計算過程を間違えないことが重要。本番では分母と分子を取り違えて誤答してしまった。

1.9 No. 9

鉛直下向き方向を正とする。跳ね返る直前の球の速度の鉛直成分を v_a 、跳ね返った直後の球の速度の鉛直成分を v_b とする。重力加速度を g としたとき、次の式が成り立つ。

$$v_a^2 - 0^2 = 2g(H + h) \quad (1.15)$$

$$0^2 - v_b^2 = 2g \cdot (-H) \quad (1.16)$$

跳ね返り係数 e の定義と、式 (1.15), (1.16) から、

$$\begin{aligned} e^2 &= \left\{ \frac{v_b - 0}{v_a - 0} \right\}^2 \\ &= \frac{H}{H + h} \end{aligned} \quad (1.17)$$

式 (1.17) から、 $h = H(1/e^2 - 1)$ となる。

(感想) 公式 $v^2 - v_0^2 = 2as$ を知っている、計算時間が劇的に短くなる好例であろう。

1.10 No. 10

それぞれの管路の単位時間に流れる水量は、断面積と平均流速の積である。管路 X と管路 Y の単位時間に流れる水量の和が管路 Z の単位時間に流れる水量に等しくなる必要がある、管路 Z の平均流速を V とすると、

$$(3a)^2 V = a^2 \cdot (2v) + (2a)^2 \cdot (4v) \quad (1.18)$$

$$V = 2v \quad (1.19)$$

となり、管路 Z の平均流速は $2v$ となる。

(感想) 流体力学の問題としてはもっとも易しい部類に入るだろう。

1.11 No. 11

ばねの自然長からのおもりの位置を $x(t)$ 、おもりの質量を M 、ばね定数を K とすると、

$$M\ddot{x} = -Kx \quad (1.20)$$

なる微分方程式が成り立つ。この微分方程式を解は、積分定数 A, B を用いて $x(t) = A \cos(\sqrt{K/M}t) + B \sin(\sqrt{K/M}t)$ となり、周期 $2\pi\sqrt{M/K}$ の関数である。

以上より、単振動の周期はおもりの質量とばね定数により決定され、 $T_A : T_B : T_C : T_D = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{2} : \sqrt{2}/2$ となることが分かる。

(感想) 単振動の問題の中では基礎的な部類に入るだろう。

1.12 No. 12

気体の分子量を l 、気体が洩れた後の容器内の気体の質量を m_2 とする。気体が単一の理想気体であるということから、気体の質量は分子数に比例している。よって、気体定数 R'

を用いると次の式が成り立つ.

$$P_1 V = m_1 R' T_1 \quad (1.21)$$

$$P_2 V = m_2 R' T_2 \quad (1.22)$$

これらの式から漏れ出した気体の質量 $m_1 - m_2$ は,

$$\begin{aligned} m_1 - m_2 &= \frac{P_1 V}{R' T_1} - \frac{P_2 V}{R' T_2} \\ &= \frac{V}{R'} \left(\frac{P_1}{T_1} - \frac{P_2}{T_2} \right) \\ &= m_1 \frac{T_1}{P_1} \left(\frac{P_1}{T_1} - \frac{P_2}{T_2} \right) \end{aligned} \quad (1.23)$$

$$= m_1 \left(1 - \frac{P_2 T_1}{P_1 T_2} \right) \quad (1.24)$$

(感想) 理想気体の状態方程式を知っているかどうか全てである.

1.13 No. 13

3 の場合, N 極を囲む導線に発生する起電力と, S 極を囲む導線に発生する起電力が打ち消し合うので, 電球は光らない. それぞれの回路について 2 を基準にして比較すると表 1.1 になる.

回路	点灯回数	明るさ
1	2	2
2	4	1
3	0	0

表 1.1 導線と発電状況

よって, 点灯回数が多いのは 2. もっとも明るく点灯するのは 1 となる.

(感想) 本番ではイメージが掴めないまま誤答してしまった.

1.14 No. 14

抵抗 R_a, R_b について, それぞれの抵抗に流れる電流を I_a, I_b とすると, 次の方程式, 不等式が成り立つ.

$$R_a \geq 0 \quad (\text{抵抗の大きさ}) \quad (1.25)$$

$$R_b \geq 0 \quad (\text{抵抗の大きさ}) \quad (1.26)$$

$$2R_a = R_b \quad (\text{抵抗の大きさ}) \quad (1.27)$$

$$R_a I_a^2 = 8R_b I_b^2 \quad (\text{消費電力の大きさ}) \quad (1.28)$$

$$R_a I_a = (R_b + 6)I_b \quad (\text{並行する抵抗にかかる電圧}) \quad (1.29)$$

これらの式から I_a, I_b を消去すると, $R_a = 3$ が導かれる.

(感想) 立式するまでが勝負.

1.15 No. 15

200 [μF] のコンデンサ, 300 [μF] のコンデンサをそれぞれ, C_1, C_2 とする. スイッチが 1 の状態のまま十分に時間が経過すると, C_1 には $200 \cdot 10 = 2000[\mu C]$ の電荷が溜まる. スイッチを 2 に切替えて十分な時間が経過したとき, 電荷についての等式 $200V_{AB} + 300V_{AB} = 2000$ が成り立つ. このことから, $V_{AB} = 4[V]$ であることが分かる.

(感想) 十分な時間経過を経る場合なので, 非常に易しい問題だったと思われる. $Q = CV$ の関係式を知っているかどうかは鍵.

第 2 章

電磁気学・電気回路

2.1 No. 16

まずは、ア、イ、ウ、エについて考える。点電荷による電解の強さ E は、点電荷の電荷量を Q 、点電荷と作用点との距離を r とすると、 $E = kQ/r^2$ で表される。ただし、 $k = (4\pi\epsilon_0)^{-1}$ である。紙面右向きを正とすると、

$$\text{アの場合 } E_1 = k\cdot Q/(2D)^2 - k\cdot(-Q)/(2D)^2 = (1/2)kQ/D^2$$

$$\text{イの場合 } E_2 = k\cdot 2Q/D^2 - k\cdot Q/D^2 = k\cdot Q/D^2$$

$$\text{ウの場合 } E_3 = k\cdot Q/D^2$$

$$\text{エの場合 } E_4 = k\cdot 3Q/(2D)^2 = (3/4)k\cdot Q/D^2$$

となり、イの場合とウの場合の電界がもっとも大きい。さらに、オの場合と比べると、オの場合は点電荷の影響で金属面に静電誘導が発生し、点 P 側の面には負の電荷が発生する。したがって、オの場合の電界の強さ E_5 は、 $E_5 > k\cdot Q/D^2$ となり、以上の 5 つの場合の電界の強さの大小関係は、 $E_1 < E_4 < E_2 = E_3 < E_5$ となる。よって、電界が最も強いのはオの場合である。

(感想) 本番では静電誘導について忘れていたので解答を出せなかった。

2.2 No. 17

Gauss の法則によると、ある閉曲面 S の内部の電荷の総量を Q 、電界を E とすると、次の式 (2.1) が成り立つ。

$$\int_S \mathbf{E} \cdot \mathbf{n} dS = Q/\epsilon_0 \quad (2.1)$$

\mathbf{n} は閉曲面 S の法線ベクトルである。

式 (2.1) を平たくいうと、閉曲面から垂直に出る電気力線の本数は、内部の総電荷量に比例するということである。また、この問題の場合、電界の強さは表面積に反比例することも意味する。そこで、円柱の中心線を起点として考えると、距離 r について、 $0 \leq r \leq a$ のときは電荷の総量は r の 2 乗に等しく、円柱の表面積は r に比例するので、電界の強さは r に比例する。 $r > a$ のときは、電荷の総量は常に一定で、閉曲面の面積は r に比例するので、電界の強さは r に反比例する。これらのことから、距離 r と電界 E の関係は、 $r \in [0, a]$ では比

例, $r \in (a, \infty)$ では反比例となる.

(感想) 無限長の円筒というのはあまり馴染みが無いかもしれない. しかし, 考え方は球殻に電荷が分布している場合とそれほど変わらない.

2.3 No. 18

誘電体板が x 移動したときの状態を考えると, 次の3つのコンデンサが直列に繋いである状態とみなすことができる.

- 極板間距離が x , 誘電率 ϵ_0 のコンデンサ.
- 極板間距離が d , 誘電率 ϵ のコンデンサ.
- 極板間距離が $t - x$, 誘電率 ϵ_0 のコンデンサ.

コンデンサの静電容量は, 誘電率と極板の面積との積を極板間距離で割ったものであり, 直列に繋いだコンデンサの静電容量の逆数は, それぞれのコンデンサの静電容量の逆数の和に等しい. 以上のことから, コンデンサの静電容量 C_0 について, $x \neq 0, x \neq t$ のとき, 次の式が成り立つ.

$$\begin{aligned} \frac{1}{C_0} &= \frac{1}{\epsilon_0 \frac{S}{x}} + \frac{1}{\epsilon \frac{S}{d}} + \frac{1}{\epsilon_0 \frac{S}{t-x}} & (2.2) \\ \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{C_0} &= \epsilon x + \epsilon_0 d + \epsilon(t-x) \\ \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{C_0} &= \epsilon_0 d + \epsilon t \\ C_0 &= \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{\epsilon_0 d + \epsilon t} & (2.3) \end{aligned}$$

この結果は, $x = 0, x = t$ のときも成り立つ.

以上より, コンデンサの静電容量 C_0 は $\epsilon \epsilon_0 S / (\epsilon_0 d + \epsilon t)$ となり, 移動距離 x に依存しない.

(感想) コンデンサの合成静電容量を問う問題としては基本的な部類だと思われる. 本番では, t と x について勘違いを起こし, グラフの選択を間違えた.

2.4 No. 19

Biot-Savart の法則とは, 問題文中にある通り, 式 (2.4) で表される.

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{r^2} dl \sin \theta \quad (2.4)$$

式 (2.4) 中の θ は, ある微小区間における電流と, 求める点とのベクトルの為す角である. 半直線部分においては, 電流の向きと点 C への向きのベクトルの為す角 θ が 0 または π であるから, $\sin \theta = 0$ となるので, $B_1 = 0$ となる.

演習の一部分においては, 電流の向きと点 C への向きのベクトルの為す角 θ が $\pi/2$ であるから, $\sin \theta = 1$ である. 円周の長さは $(3/4) \cdot 2\pi a$ であるから, $B_2 = (3/4) \times \{\mu_0 / (4\pi)\} (I/a^2) 2\pi a \cdot 1 = (3/4) \times \{\mu_0 / (2a)\} I$ となる. したがって, $B = B_1 + B_2 = \{3\mu_0 / (8\pi a)\} I$ となる.

(感想) Biot-Savart の法則そのものを直接問われてもいい問題ではあるが、問題文中に式で示されているので比較的易しい部類にはいるだろう。

2.5 No. 20

誘電起電力は、単位時間における磁束の変化に等しい。この問題における磁束の変化とは、磁束密度と円盤の面積速度の積である。円盤の面積速度は $\omega a^2/2$ ^{*1} であるから、誘導起電力は $B\omega a^2/2$ であることが分かる。

(感想) 誘電起電力について単独で聞かれた問題であった。大抵はローレンツ力からみの力学の問題と組み合わせて出題されがちなので、やや拍子抜けの感があった。

2.6 No. 21

理想電流源は、内部抵抗を含む電源と考えてよい。そこで、理想電流源を電圧 E 、内部抵抗を r とした、図 2.1 とみなして考える。

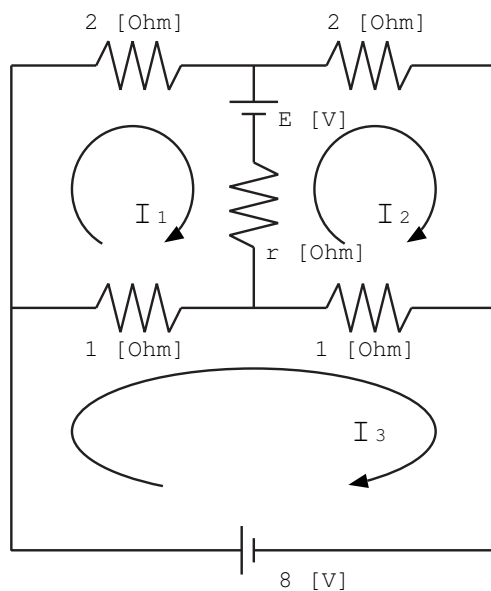


図 2.1 等価回路

このとき、回路方程式 (2.5) が成り立つ。

$$\begin{pmatrix} r+3 & r & -1 \\ -r & r+3 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -E \\ E \\ 8 \end{pmatrix} \quad (2.5)$$

式 (2.5) を解くと、 $(I_1, I_2, I_3) = (2 - E/(2r + 3), 2 + E/(2r + 3), 6)$ となる。問題文の条件から、 $|I_1| = |I_2 - I_3|$ が成り立ち、このことから、 $E/(2r + 3) = 3$ であることが分かる。理想電流源の電流の大きさは、 $|I_1 - I_2|$ であるから、その大きさは $6[A]$ である。

^{*1} ある扇形について、面積を S 、弧の長さを l 、半径を r とすると、 $S = lr/2$ が成り立つ

(感想) 本番では回路方程式を解くのが面倒だったので、キルヒホッフの法則のみを使って解こうとしたら嵌まってしまった。

2.7 No. 22

電圧の角周波数を ω とする。虚数単位を j としたとき、インピーダンス Z は次の式で表される。

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R + j\omega L} + \frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C}} \quad (2.6)$$

$$Z = \frac{(R + j\omega L)\left(R + \frac{1}{j\omega C}\right)}{2R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)} \quad (2.7)$$

電圧と電流の位相差が 0 となるので、インピーダンス Z の虚部は 0 になる。このとき $\arg Z = 2n\pi$ (n は整数) が成り立つので、式 (2.7) で表される Z の偏角が $2n\pi$ になるような角周波数 ω を求める。

$$\arg Z = \frac{\omega L}{R} + \frac{-\frac{1}{\omega C}}{R} - \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{2R} \quad (2.8)$$

$$= \frac{\omega^2 CL - 1}{2\omega CR} \quad (2.9)$$

$\arg Z = 0$ が成り立つとき、 $\omega^2 = 1/(CL)$ である。 $\omega^2 = 1/(CL)$ を式 (2.7) に代入すると、 $Z = R/2 + L/(2RC)$ であることが分かる。

(感想) 本番では計算がなかなか終わらずにあきらめてしまった。

2.8 No. 23

回路に流れる電流を $i(t)$ とすると、電圧に関する式 (2.13) が成り立つ。

$$L \frac{d}{dt} i(t) + Ri(t) = u(t) \quad (2.10)$$

式 (2.10) を Laplace 変換して電流を計算する。

$$L \cdot sI(s) + RI(s) = \frac{1}{s} \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned} I(s) &= \frac{1}{s} \frac{1}{Ls + R} \\ &= \frac{1}{L} \frac{1}{s} \left(\frac{1}{s + \frac{R}{L}} \right) \\ &= \frac{1}{L} \frac{L}{R} \left(\frac{1}{s} - \frac{1}{s + \frac{R}{L}} \right) \end{aligned} \quad (2.12)$$

$$i(t) = \frac{1}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right) u(t) \quad (2.13)$$

式 (2.13) において、 $L = 1, R = 2$ を代入すると、 $i(t) = 0.5(1 - e^{-2t})u(t)$ であることが分かる。

(感想) Laplace 変換の練習問題とっていいだろう. $f^{(n)}(t)$ の Laplace 変換は, $s^n F(s) - \sum_{i=0}^{n-1} f^{(i)}(0)s^{n-i-1}$ である.

2.9 No. 24

$(d/dt) \sin \omega t = \omega \cos \omega t$, $\sin 0 = 0$ であるから, この両辺をラプラス変換すると, $s \cdot \omega / (s^2 + \omega^2) = \omega F(s)$ となり, $F(s) = s / (s^2 + \omega^2)$ であることが分かる.

(感想) $\cos \omega t$ の Laplace 変換は暗記事項といってもよい. ここでは, $\sin \omega t$ の Laplace 変換 (これも暗記事項) が示されているので, これに沿った解答をしてみた.

2.10 No. 25

問題にある四端子回路を次の図 2.2, 2.3, 2.4 に分割して考える.

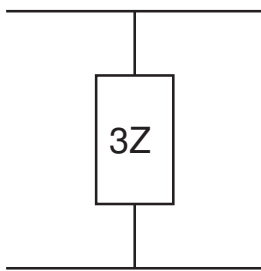


図 2.2 回路 s

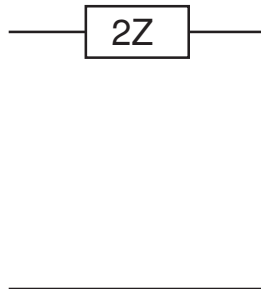


図 2.3 回路 t

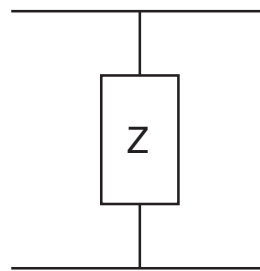


図 2.4 回路 u

それぞれの回路の縦続行列を S, T, U とすると, 求める縦続行列は STU となる.

$$S = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{3Z} & 1 \end{pmatrix} \quad (2.14)$$

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 2Z \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2.15)$$

$$U = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z} & 1 \end{pmatrix} \quad (2.16)$$

$$STU = \begin{pmatrix} 3 & 2Z \\ \frac{2}{Z} & \frac{5}{3} \end{pmatrix} \quad (2.17)$$

(感想) 縦続行列を求めるにはちょっとした工夫が必要である. 今回はカスケード接続とみなして求めてみた.

2.11 No. 26

回路に流れる電流を $i(t)$ とすると, $i(t) = (d/dt)q(t)$ であるから, 回路の電圧に関して式 (2.18) が成り立つ.

$$L \frac{d^2}{dt^2} q(t) + \frac{q(t)}{C} = 0 \quad (2.18)$$

$q(t) = Q \cos \omega t$ が与えられているので、これを式 (2.18) に代入する.

$$LQ\omega^2(-\cos \omega t) + \frac{Q}{C} \cos \omega t = 0 \quad (2.19)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad (2.20)$$

このことから、この回路には角周波数 $\sqrt{1/(LC)}$ の電流が発生している.

$t = 3\pi\sqrt{LC}/4$ における電流を求めると,

$$i(t) = \frac{d}{dt}q(t) \quad (2.21)$$

$$= -\omega Q \sin \omega t \quad (2.22)$$

$$\begin{aligned} i\left(\frac{3\pi\sqrt{LC}}{4}\right) &= -\frac{1}{\sqrt{LC}}Q \sin\left(\frac{1}{\sqrt{LC}}\frac{3\pi\sqrt{LC}}{4}\right) \\ &= -\frac{Q}{\sqrt{2LC}} \end{aligned} \quad (2.23)$$

となり、その大きさは $Q/\sqrt{2LC}$ である.

(感想) 過渡現象の基本である.

第 3 章

電気計測・制御

3.1 No. 27

抵抗 R および r_V に流れる電流 I_R, I_V をそれぞれ求める.

$$I = I_R + I_V \quad (3.1)$$

$$V = r_V I_V \quad (3.2)$$

$$V = R I_R \quad (3.3)$$

$$I_R = \frac{r_V}{R + r_V} I \quad (3.4)$$

$$I_V = \frac{R}{R + r_V} I \quad (3.5)$$

また, 抵抗 R にかかる電圧は V であるから, 抵抗 R で消費される電力 P_R を求めると,

$$P_R = V I_R \quad (3.6)$$

$$= \frac{V I r_V}{R + r_V}$$

$$= V I \left(1 - \frac{R}{R + r_V} \right)$$

$$= V I - V \frac{R}{R + r_V} I$$

$$= V I - \frac{V^2}{r_V} \quad (3.7)$$

となる.

(感想) 式の変形が少々厄介. 本番では時間の都合で計算をあきらめてしまった.

3.2 No. 28

ブリッジ回路の検出器がゼロを示しているとき, 次の式が成り立つ.

$$R_1 R_2 = \left(\frac{1}{R_3} + j\omega C \right)^{-1} (r + j\omega L) \quad (3.8)$$

$$\frac{R_1 R_2}{R_3} + j\omega R_1 R_2 C = r + j\omega L$$

式 (3.8) において, 抵抗, キャパシタンス, リアクタンスは全て実数であるから, 式 (3.8) が成り立つには, 両辺の実部と虚部がそれぞれ等しい. すなわち,

$$\frac{R_1 R_2}{R_3} = r \quad (3.9)$$

$$\omega R_1 R_2 C = \omega L \quad (3.10)$$

が成り立つので, $L = R_1 R_2 C, r = R_1 R_2 / R_3$ となる.

(感想) ブリッジ回路の基本的な問題. 立式するまでが勝負.

3.3 No. 29

ブロック線図において, 入力を x , 出力を y , G_1 に入る直前の部分を s , G_2 から出た直後の部分を t , G_3 に入る直前の部分を u , G_3 から出た直後の部分を v として変数を定めると, 次の式が成り立つ.

$$s = x - v \quad (3.11)$$

$$y = G_1 s \quad (3.12)$$

$$t = G_2 y \quad (3.13)$$

$$u = t + v \quad (3.14)$$

$$v = G_3 u \quad (3.15)$$

これらの式から s, t, u, v を消去すると, $y/x = G_1(1 - G_3)/(G_1 G_2 G_3 - G_3 + 1)$ が導かれ, これが系全体の伝達関数となる.

(感想) ブロック線図の問題は計算が面倒で, この問題もご多分に洩れず面倒である. 本番では立式の部分で間違いがあって, 正解にたどり着けなかった.

第 4 章

電気機器・電力工学

4.1 No. 30

有効電力が 12 [kW], 遅れ力率が 0.6 であるから, 皮相電力は $12/0.6 = 20$ [kW], 無効電力は $20 \cdot \sqrt{1-0.6^2} = 20 \cdot 0.8 = 16$ [kvar] である. 電流が電圧に対して位相が遅れているのだから, 負荷にコンデンサを並列に接続することによって, 電流の位相を進めることができる.

(感想) 皮相電力を S , 有効電力を P , 無効電力を Q とすると, $S^2 = P^2 + Q^2$ が成り立ち, $\cos\{\arctan(Q/P)\}$ を力率という. 私はこの文書をまとめる際に, 初めてこのことを知った.

4.2 No. 31

二次電圧は一次電圧を巻数比で割ったものである. 変圧器は理想的なもので, 負荷抵抗以外に損失は無いというのだから, 負荷での消費電力は二次電圧の 2 乗を負荷で割ったものであり, 二次電流は負荷で消費される電力を電圧で割ったものである. 一次電流は二次電流を巻数比で割ったものである.

これらのことを各回路において計算すると表 4.1 のようになる.

回路	巻数比	一次電圧	二次電圧	負荷抵抗	消費電力	二次電流	一次電流
(A)	1/2	50	100	10	1000	10	20
(B)	1/1	200	200	20	2000	10	10
(C)	2/1	100	50	5	500	10	5

表 4.1 各変圧器の比較

表 4.1 より, 一次電流の比は $I_A : I_B : I_C = 4 : 2 : 1$ となる.

(感想) 相互インダクタンスの問題としてよく問われる問題.

4.3 No. 32

同期速度は $120 \cdot 50 / 12 = 500$ [rpm], 実際の回転速度が 485 [rpm] であるから, この電動機のすべりは $100 \cdot (500 - 485) / 500 = 3$ [%] である.

(感想) 三相誘導電動機の同期速度は, 周波数を f , 極数を p とすると, $120f/p$ で表される

ということをしらなかつたため、このような易しい問題を解く機会を失ってしまった。勿体無い。

第 5 章

電子工学・電子回路

5.1 No. 33

n 型チャンネル JFET (Junction Field Effect Transistor, 接合型電界効果トランジスタ) は、ソースとドレイン間を流れる多数キャリアである電子の流れを、主にゲート - ソース間に印加する電圧によって制御する。

正孔が多数キャリアになるのは p 型チャンネルのトランジスタの場合である。

(感想) トランジスタに関する基礎知識を問う問題である。

5.2 No. 34

アの文はツェナーダイオード (Zener diode) の説明で、逆方向電圧が所定の降伏電圧を越えると... という部分がキーワードである。

イの文は LED (light emitting diode) の説明で、電流が発生すると光を放出するというのがキーワードである。窒化ガリウム系の半導体を用いて青色の光を発する LED が開発されたのは記憶に新しい。

ウの文はフォトダイオード (photo diode, PD) の説明で、光を照射すると電圧が発生するというのがキーワードである。

エの文はサイリスタ (silicon-controlled rectifier, thyristor, SCR) の説明で、pnpn 構造、スイッチング素子というのがキーワードである。

(感想) ダイオードの知識を問う問題。ダイオードの種類としては有名なものばかりなので、専門分野でなくても押さえておきたい。

5.3 No. 35

ROM (Read Only Memory) とは、読み出し専用の記憶素子で、元から記憶されている情報を書き換えることはできない。

RAM (Random Access Memory) とは、任意の番地にアクセスできる記憶素子で、書き込みも読み出しも自由に行える。

DRAM (Dynamic Random Access Memory) とは、RAM の一種で、記憶の状態を電荷で制御する。何もせずに時間経過すると内容が消えてしまうので、記憶保持のためにはリフレッシュという動作が必要である。

EEPROM (Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory) とは、ROM の一種ではあるが、電氣的に内容を書き換えることができる。電源を切っても記憶内容は失われない。

電源を切断してしまうと記憶していた内容が消えてしまう記憶素子を揮発性メモリ、逆に、電源を切断しても記憶していた内容が消えない記憶素子を不揮発性メモリという。

問題の内容を見ると、空欄には RAM, ROM, EEPROM, 不揮発性メモリがこの順に入ることが分かる。

(感想) メモリに関する話題。デジタルカメラの普及により、不揮発性メモリの重要性は増してきているので、この辺の知識は押さえておきたい。

5.4 No. 36

v_i, v_o について、次の式が成り立つ。

$$v_i = \frac{r_i}{r_s + r_i} v_s \quad (5.1)$$

$$v_o = \frac{r_L}{r_o + r_L} \mu v_i \quad (5.2)$$

これらの式から A_V は

$$A_V = \frac{v_o}{v_s} \quad (5.3)$$

$$\begin{aligned} &= \frac{\frac{r_L}{r_o + r_L} \mu v_i}{\frac{r_i}{r_s + r_i} v_i} \\ &= \mu \frac{r_L}{r_o + r_L} \frac{r_i}{r_s + r_i} \end{aligned} \quad (5.4)$$

となる。

(感想) モデルが簡単なものだったので、立式するまでが勝負だった。

5.5 No. 37

コンデンサに流れる電流を I_C 、抵抗に流れる電流を I_R とすると、

$$I_C = -I_R \quad (5.5)$$

$$I_R = \frac{v_o}{R} \quad (5.6)$$

$$I_C = C \frac{d}{dt} v_s \quad (5.7)$$

が成り立つから、

$$\begin{aligned} C \frac{d}{dt} v_s &= -\frac{v_o}{R} \\ v_o &= -CR \frac{d}{dt} v_s \end{aligned} \quad (5.8)$$

となり、出力は入力の変微分となる。

ここで、 $v_s = V_s \sin(2\pi f t)$ であるとする、 $v_o = -2\pi f C R V_s \cos(2\pi f t)$ となり、入力電圧の周波数を2倍にしたときは、入力電圧は $v_s = V_s \sin\{2\pi(2f)t\}$ となり、それに対応する出力電圧は、 $v_o = -4\pi f C R V_s \cos\{2\pi(2f)t\}$ となる。

よって、入力電圧の周波数が2倍に変化すると、振幅比は2倍になる。

(感想) 試験勉強のときには全く手をつけていなかったのに、この解を作るときに参考資料を活用した。

5.6 No. 38

発振条件は、入力と出力が同位相であることである。よって、 $V_i/V_o \geq 0$ となる。

$$\frac{V_i}{V_o} = \left(\frac{j\omega CR}{j3\omega CR + (1 - \omega^2 C^2 R^2)} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \quad (5.9)$$

$$\mathfrak{I} \left(\frac{V_i}{V_o} \right) = \mathfrak{I} \left(\frac{1}{3 - j \frac{1 - \omega^2 C^2 R^2}{\omega CR}} \right)$$

$$1 - \omega^2 C^2 R^2 = 0 \quad (5.10)$$

$$\omega = \frac{1}{CR} \quad (5.11)$$

$$(5.12)$$

よって、発振角周波数 ω_0 は、 $\omega_0 = 1/(CR)$ となる。このとき、 $V_i/V_o = 1/3 - R_1/(R_1 + R_2) \geq 0$ であるから、 $R_2/R_1 \geq 2$ が発振条件となる。

(感想) この問題の解答は公表されている解答から類推したものであるため、この解説を鵜呑みにしてはならない。

第 6 章

通信工学・情報工学

6.1 No. 39

図 II から、この回路の真理値表は表 6.1 となり、 Y の出力は A, B の NXOR (Not exclusive or) になる。

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

表 6.1 真理値表

アに入る 2 つの入力を求めると、図 I の上側の方の入力は、 $\overline{A + (A + B)} = \bar{A} \cdot \overline{(A + B)} = \bar{A} \cdot (A + B) = \bar{A} \cdot B$ 、下側の方の入力は $A \cdot \bar{B}$ である、これらの 2 入力から NXOR を出力する論理回路は 3 の NOR 回路である。

(感想) 論理回路の数が比較的小さいので楽な方ではある。

6.2 No. 40

論理式 F を変形する。

$$F = A \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \quad (6.1)$$

$$= A \cdot B \cdot (C + \bar{C}) + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot (C + \bar{C})$$

$$= A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}$$

$$= A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot \bar{A} + B \cdot \bar{B}$$

$$= (\bar{A} + \bar{B}) \cdot (A + B) \quad (6.2)$$

(感想) $A \cdot \bar{A} = 0, A + \bar{A} = 1$ は常に押さえておきたいところだ。

6.3 No. 41

光ファイバ (optical fiber) はコアの中を通る光の伝搬モードにより, 単一モード (single mode) と多モード (multi) に分類され, 単一モードは石英で作られ, 伝送のロスが多モードのものより少なく長距離の通信に向いている. 多モードはプラスチックでも作ることができ, 単一モードに比べると通信距離を長くできないという欠点があるが, 安価で折り曲げや損傷に強いという利点がある.

光信号を電気信号に変換する方法としてホトトランジスタ (Photo Transistor) があり, 電気信号を光信号に変換する方法としてレーザダイオード (LASER diode) などがある.

問題文の穴埋めは, 伝搬モード, 単一モード, レーザダイオードとなる.

(感想) 通信デバイスの基本的な問題だったのだが... 私は間違えてしまった.

6.4 No. 42

確率密度関数の定義から,

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(t)dt = 1 \quad (6.3)$$

であり, 待ち時間の平均値 T は

$$T = \int_{-\infty}^{\infty} (10-t)f(t)dt \quad (6.4)$$

で表される. これらの条件から a, T を求める.

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{\infty} f(t)dt &= 1 \\ \int_0^{10} at dt &= 1 \\ a \left[\frac{t^2}{2} \right]_0^{10} &= 1 \\ a \cdot 50 &= 1 \\ a &= \frac{1}{50} \end{aligned} \quad (6.5)$$

$$\begin{aligned} T &= \int_{-\infty}^{\infty} (10-t)f(t)dt \\ &= \int_0^{10} a(10t-t^2) dt \\ &= a \left[5t^2 - \frac{t^3}{3} \right]_0^{10} \\ &= \frac{1}{50} \left(500 - \frac{1000}{3} \right) \\ &= \frac{10}{3} \end{aligned} \quad (6.6)$$

(感想) 確率密度関数の基礎的な問題である.

6.5 No. 43

フローチャートの END まで到達したときの S の値は, $x_0 = a, x_n = b, x_i = a + i \cdot h$ とすると,

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{h}{2} \{f(x_{i-1}) + f(x_i)\} \quad (6.7)$$

となり, これは台形公式における求積となることが分かる.

地図上の長さでの池の面積 S' を求める. $f(a) = 0, f(b) = 0$ であることから,

$$S' = 0.8 \cdot (0.9 + 1.2 + 1.4 + 1.5) \quad (6.8)$$

$$= 0.8 \cdot 5.0$$

$$= 4.0 \quad (6.9)$$

となる. 地図上での面積が $4.0[\text{cm}^2]$ であるから, 実際の面積は, $4.0 \cdot 0.1^2 = 0.04[\text{km}^2]$ である.

(感想) 求積アルゴリズムとしては最も単純なものである.

6.6 No. 44

改善前の窓口の平均利用率 ρ_1 は $\rho_1 = 3/5$ であり, 平均待ち時間 $T_{w_1}[\text{sec}]$ は, $T_{w_1} = \{\rho_1 / (1 - \rho_1)\} \cdot (3 \cdot 60) = 270$ となる.

改善後の窓口の平均利用率 ρ_2 は $\rho_2 = (2 \cdot 60 + 30) / (5 \cdot 60) = 1/2$ であり, 平均待ち時間 $T_{w_2}[\text{sec}]$ は, $T_{w_2} = \{\rho_2 / (1 - \rho_2)\} \cdot (2 \cdot 60 + 30) = 150$ となる.

よって, 待ち時間は $(T_{w_1} - T_{w_2}) = 120$ 秒短縮される.

(感想) 待ち行列に関する式を失念していたため, 本番では正解できなかった.

6.7 No. 45

任意の日が晴れである確率, くもりである確率, 雨である確率をそれぞれ f, c, r とすると, 式 (6.10) が成り立つ.

$$\begin{pmatrix} f \\ c \\ r \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.6 & 0.4 & 0.4 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0 \\ 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f \\ c \\ r \\ 1 \end{pmatrix} \quad (6.10)$$

式 (6.10) を解くと $(f, c, r) = (1/2, 1/3, 1/6)$ となるので, 任意の日が晴れである確率は $1/2$ (50%) であることが分かる.

(感想) マルコフ過程を絡めた確率の問題であるが, これを解くのは比較的容易であろう.

6.8 No. 46

このアルゴリズムはバブルソート (Bubble sort) と呼ばれる方法で, 配列の先頭から順に隣り合う要素を見て, 順番が目的と逆になっていたらそれらの要素を取り換えるというこ

とを繰り返す。

数列 X が 3 回出力されるまでの配列の変化の様子を表 6.2 に示した。

$D(1)$	$D(2)$	$D(3)$	$D(4)$	$D(5)$	$D(6)$
5	3	4	6	1	2
3	5	4	6	1	2
3	4	5	6	1	2
3	4	5	6	1	2
3	4	5	1	6	2
3	4	5	1	2	6
3	4	5	1	2	6
3	4	5	1	2	6
3	4	1	5	2	6
3	4	1	2	5	6
3	4	1	2	5	6
3	1	4	2	5	6
3	1	2	4	5	6

表 6.2 バブルソートの過程

太字部分は比較対象。

(感想) アルゴリズムがバブルソートであると分かれば後は簡単な話である。

6.9 No. 47

スタックの様子を書くと表 6.3 のようになる。

命令	スタック				
PUSH A					A
PUSH B				B	A
PUSH C			C	B	A
PUSH D		D	C	B	A
ADD			$C + D$	B	A
MUL				$B * (C + D)$	A
ADD					$A + B * (C + D)$
POP	$A + B * (C + D)$				

表 6.3 スタックに対する命令

(感想) このスタックは逆ポーランド記法を実装したものである。演算の優先順位に気を付ければよい。(逆)ポーランド記法では、演算優先順位を明示的に示す括弧の類を使うことはない。

6.10 No. 48

パイプライン処理とは同一 CPU (Central Processing Unit) で命令の実行と命令の取出しを同時に行う処理で、分散処理とは複数の CPU が並行して命令を処理することである。

命令取出し段階に 1 サイクルの時間がかかり、命令実行段階に 1 サイクルの時間がかかる命令を五つ連続して処理する場合、逐次処理方式では $2 \cdot 5 = 10$ サイクルの時間がかかるが、パイプライン処理をする場合は、1, 2, 3, 4 番目の命令の実行と、2, 3, 4, 5 番目の命令の取出しを同時に行うので、 $5 + 1 = 6$ サイクルの時間で済む。この場合、パイプライン処理では逐次処理方式の 0.6 倍の時間で命令の実行が完了する。

CISC (Complex Instruction Set Computer) とは、個々の命令処理を C 言語などのような高級言語に近づけ、複雑な処理を実行するようにすることで処理能力の向上をはかった MPU (Micro Processing Unit, マイクロプロセッサ, 超小型処理装置) 装置で、Intel の x86 シリーズなどがこれに当たる。**RISC** (Reducet Instruction Set Computer) とは、個々の命令を簡素化し、パイプライン処理の効率をはかった MPU である。**DMA** (Direct Memory Access) とは、CPU を介さずに各装置と RAM (Random Access Memory) の間で直接データ転送を行う方式である。

以上のことから、空欄には順に、パイプライン処理, 0.6, RISC という語句が入る。

(感想) CPU に関する基礎知識を問う問題だったが、本番では誤答してしまった。

6.11 No. 49

目的の要素が含まれている l 個の要素を線形探索するとき、その平均探索回数は $l/2$ 回である。

目的の要素が含まれるブロックを線形探索するときの平均探索回数は $m/2$ 回、1 ブロック内に含まれる要素数は n/m であるから、1 ブロック内を線形探索するときの平均探索回数は $n/(2m)$ 回である。よって、平均探索回数は $m/2 + n/(2m)$ である。平均探索回数を最小にする m を求めるわけだが、複数の正の数に関しては、相加平均は相乗平均以上であり、相加平均と相乗平均が等しい場合は、その複数の正の数が全て等しいということが分かっている。すなわち、

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \left(\frac{m}{2} + \frac{n}{2m} \right) &\geq \sqrt{\frac{m}{2} \cdot \frac{n}{2m}} \\ &= \frac{\sqrt{n}}{2} \end{aligned} \quad (6.11)$$

式 (6.11) の等号が成り立つとき、 $m/2 = n/(2m)$ であるから、 $m = \sqrt{n}$ であるとき、平均探索回数が最小となる。

(感想) 線形探索にかかる平均探索回数を知っているかどうかの勝負。本番では勘違いを起こして正解を逃した。

6.12 No. 50

1つの命令を処理するために必要な平均クロック数は、 $4 \cdot 25/100 + 8 \cdot 30/100 + 6 \cdot 10/100 + 2 \cdot 20/100 + 4 \cdot 15/100 = 5$ である。1件のトランザクションを処理するのに約5万命令を必要とするのだから、1件のトランザクションを処理するのにかかる平均クロック数は $5 \cdot 5 \cdot 10^4 = 2.5 \cdot 10^5$ である。

CPUが1 [GHz]で動作し、その使用率が80%であることから、1秒間で処理できるトランザクションの平均処理件数は、 $(1.0 \cdot 10^9)/(2.5 \cdot 10^5) \cdot (80/100) = 3200$ 件となる。

(感想) 本番では、CPUの使用率が80%であるということを見逃して得点を逃してしまった。

6.13 No. 51

キャッシュメモリを交換する前の平均メモリアクセス時間は $20 \cdot (80/100) + 100 \cdot (20/100) = 36$ [ns] である。交換したキャッシュメモリのアクセス時間を t とすると、全体での平均メモリアクセス時間は $t \cdot (80/100) + 100 \cdot (20/100) = (4/5)t + 20$ [ns] である。問題文の条件から、式 (6.12) が成り立つ。

$$\frac{4}{5}t + 20 = \frac{100 - 20}{100} \cdot 36 \quad (6.12)$$

$$t = 11 \quad (6.13)$$

よって、交換したキャッシュメモリの平均アクセス時間は11 [ns] である。

(感想) キャッシュヒット率の扱いさえ分かっていたら、後は単純に計算式で済む。

6.14 No. 52

受理する言語の末尾が ab となることから、イ、ウには、 a が当てはまる。ア、エには、もう一方の矢印が a となっているから、自動的に b が当てはまる。

(感想) 私はオートマトンの問題が苦手なので、この程度の解説しかできない。もちろん、正則表現からオートマトンの状態遷移図を作ることができれば、それに越したことは無い。

6.15 No. 53

TCP, IP, HTTP などのネットワークに関するプロトコルは **RFC** (Requests for Comments) と呼ばれる一連のドキュメントとして公開されている。

TCP (Transmission Control Protocol) は RFC793 (RFC3168 Errata), **IP** (Internet Protocol) は RFC791 (RFC1349 Errata), **HTTP** (Hypertext Transfer Protocol) は RFC1945 (var 1.0), RFC2616 (var 1.1) (RFC2817 Errata) として公開されており、全て標準のインターネットプロトコルとして利用されている。

TCP とは、IP と上位層のプロトコル (**HTTP**, **FTP** (File Transfer Protocol), **SMTP** (Simple Mail Transfer Protocol)) などの橋渡しをするプロトコルで、信頼性は高いが転送速度は遅いという特徴がある。

IP とは、ネットワークに接続されている機器のアドレッシング (addressing, 住所付け) や、ネットワーク上でのルーティング (routing, 通信経路の選定) の方法を定めている。各ルータやホストを IP アドレス (IP Address) で識別し、ポート番号 (Port Number) はその補助として使われる。このプロトコル単独では通信の成否が分からないので、確実にデータが届くことを保証するには TCP を併用する。

HTTP とは、Web サーバーとクライアントがデータを送受信するために使われるプロトコルで、インターネット上の資源の位置とアクセス方法を URL (Uniform Resource Locator) で定めている。

これら 3 つのプロトコルを上位層から順に並べると、HTTP, TCP, IP となる。

HTML (Hypertext Markup Language) とは、Web 上に公開する文書の書式のことで、現在の最新版は 4.01 となっている。さらに、自分でデータ型を自由に追加できる XHTML (Extensible Hypertext Markup Language) も規定されている。

以上より、空欄に埋めるべき言葉は順に、I, IP アドレス, URL となる。

(感想) インターネットの仕組みを問う問題。インターネットの利用者として、この辺の知識を押さえておきたい。

6.16 No. 54

印刷が可能であるという条件は、コンピュータ A が稼働していて、かつ、少なくとも 1 台のプリンタが稼働しているということである。

機器の稼働率は $MTBF/(MTBF + MTTR)$ で計算でき、コンピュータ A の稼働率は $990/(990 + 10) = 0.99$ 、プリンタの稼働率は $360/(360 + 40) = 0.9$ である。

よって、このプリンタシステムの稼働率は $0.99 \cdot \{1 - (1 - 0.9)^2\} = 0.9801$ となる。この値に最も近い選択枝は 0.98 である。

(感想) 本番では MTBF (Mean Time Between Failure) と MTTR (Mean Time To Repair) の意味をきちんと把握できていなかったので誤答してしまった。

6.17 No. 55

プロセス A, プロセス C が実行可能状態となっているときにプロセス B が実行状態になっているので、プロセス B はこれらのプロセスの中で最も優先度が高い。また、プロセス A が実行可能状態のときにプロセス C が実行状態になっているので、プロセス C の優先順位はプロセス A よりも実行順位が高い。

以上より、プロセスの優先順位は $B > C > A$ となる。

(感想) 実行状態, 実行可能状態, 待ち状態の遷移はよく聞かれるのできちんと押さえておきたい。

あとがき

全 55 問の解答を書き上げ、ようやく肩の荷が下りたような気がする。

この文書を書くきっかけは、就職内定先での職場見学会のときに、先輩方に学習を継続して行うようにアドバイスを受けたことである。

実際に、内定が決まってからは、資格試験こそいくつか取るために学習したものの、英語や数学などの基礎的な学習はほとんどしていなかった。試験の復習をすることで、基礎的な学力を取り戻すことにひとまずは成功した。

ただ、社会に飛び出して行くにはまだ心許ないところがある。学生としては、今まで技術屋としての勉強はしてきたが、行政に関わる勉強はあまり無かったと思う。この点については内定先へ正式に就職したときにみっちり仕込まれるはずなので、自分に妥協せずに、意欲的に学習していきたいと思う。

最後に、拙い文章を読んでくださった皆様に感謝の意を表すとともに、この文書が技術系公務員を目指すための糧となっていていただくことを願い、締めとさせていただきます。

2005 年 1 月 16 日

雪が降り積もる景色が見える部屋にて

ARQ (arq@s53.xrea.com)

- 2005 年 1 月 16 日 第 1 版 第 1 刷
- 2005 年 1 月 26 日 第 1 版 第 2 刷

付録 A

受験データ

A.1 合格者の決定方法

各試験種目のそれぞれにおいて標準点を算出し、それらの和で席次を決定する。ただし、各試験において、基準点に達しない種目がひとつでもあった場合は不合格となる。

A.1.1 標準点の算出方法

標準点 S とは、当該試験種目の配点比率を w 、平均点を μ 、標準偏差を σ 、受験者の粗点を x とすると、式 A.1 で表される。

$$S = w \cdot \left(15 \cdot \frac{x - \mu}{\sigma} + 50 \right) \quad (\text{A.1})$$

S は小数第 2 位以下を切り捨てとする。

人物試験に関しては、試験結果が良い順に A, B, C, D, E の 5 段階に評価し、それらの評価が正規分布するものとして、段階別に標準点を算出する。

全ての試験種目において粗点が平均点と等しい場合 標準点は 50 となり、全ての試験種目において満点を取った場合はおよそ 100 となる。

A.1.2 基準点の決定方法

基準点に満たない試験種目がある場合、その受験者は不合格となる。

基準点は概ね満点の 35% から 40% に定められる。

A.1.3 一次試験合格者の決定

教養試験及び専門試験(多枝選択式)の基準点を満たした者の中から、これらの試験の標準点の合計によって決定する。

A.1.4 最終合格者の決定

論文試験または専門試験(記述式)が基準点を満たしており、人物試験の評価が A または B または C である者について、一次試験と二次試験の標準点の合計によって決定する。

A.2 統計

国家公務員採用 II 種試験の実際の受験者数と合格者数の一覧を表 A.1 にまとめた。

区分	申込者数		一次試験合格者数		最終合格者数	
行政北海道	3043	(787)	251	(49)	180	(38)
行政東北	4033	(1388)	411	(106)	270	(71)
行政関東甲信越	19581	(6142)	2963	(715)	2058	(548)
行政東海北陸	5397	(1791)	820	(252)	566	(194)
行政近畿	9345	(2985)	1154	(306)	786	(231)
行政中国	3338	(1104)	402	(88)	261	(60)
行政四国	2294	(919)	286	(88)	185	(67)
行政九州	6483	(2284)	551	(160)	389	(128)
行政沖縄	1746	(871)	113	(50)	73	(33)
行政区分合計	55260	(18271)	6951	(1814)	4768	(1370)
物理	986	(137)	193	(16)	126	(13)
電気・電子・情報	1985	(142)	380	(17)	239	(11)
機械	921	(41)	227	(7)	147	(1)
土木	3890	(497)	688	(69)	469	(53)
建築	921	(260)	84	(13)	42	(8)
化学	1965	(638)	141	(19)	92	(14)
資源工学	158	(30)	9	(0)	4	(0)
農学	2254	(1001)	417	(158)	290	(122)
農業土木	614	(157)	178	(48)	103	(33)
林学	817	(314)	147	(54)	94	(38)

表 A.1 平成 16 年度 国家公務員採用 II 種試験 区分別試験実施結果

() 内は女子内数。

また、試験区分別の平均点、標準偏差、基準点を表 A.2 にまとめた。

表 A.2 より、基準点は平均点と標準偏差の差、または、満点の 4 割になるようだ。

A.3 正答表

人事院より発表された、電気・電子・情報区分の専門試験の正答を表 A.3 にまとめた。

試験種目	満点	基準点	平均点	標準偏差
教養試験	45	16	21.321	5.600
行政	42	17	20.244	7.538
物理	40	16	14.435	5.205
電気・電子・情報	45	18	19.296	7.392
機械	50	20	22.236	7.437
土木	50	20	22.961	7.625
建築	40	14	18.953	5.684
化学	45	18	17.741	6.809
資源工学	50	20	25.067	6.727
農学	50	20	22.045	6.828
農業土木	50	20	18.743	6.132
林学	50	20	20.822	6.612

表 A.2 一次試験統計

問	正答	問	正答
1	1. $\begin{pmatrix} -5 & -15 \\ 2 & 6 \end{pmatrix}$	29	3. $\frac{G_1(1-G_3)}{G_1G_2G_3-G_3+1}$
2	3. $\sqrt{3}$	30	5. ア: 16, イ: コンデンサ
3	4. v	31	5. 4:2:1
4	3. $\frac{5\pi r^3}{12}$	32	2. 3 %
5	2. 22	33	1. ア: ソース, イ: 電子, ウ: ゲート...
6	4. $c_{ij} \leftarrow c_{ij} + a_{ik} \times b_{kj}$	34	4. 順に, ウ, ア, イ
7	5. $\frac{2}{3}mg \cos \theta$	35	5. RAM, ROM, EEP..., 不揮発性...
8	4. $\frac{T}{2 \cos \theta}$	36	5. $\mu \frac{r_L}{r_o+r_L} \frac{r_i}{r_s+r_i}$
9	5. $H\left(\frac{1}{e^2} - 1\right)$	37	4. ア: 微分回路, イ: 2
10	3. $2v$	38	1. 条件: $\frac{R_2}{R_1} \leq 2$, 角周波数 $\omega_0: \frac{1}{CR}$
11	2. $1 : \sqrt{2} : \sqrt{2} : \frac{\sqrt{2}}{2}$	39	3. NOR 回路
12	4. $m_1 \left(1 - \frac{P_2T_1}{P_1T_2}\right)$	40	5. $(\bar{A} + \bar{B}) \cdot (A + B)$
13	2. ア: 2, イ: 1	41	2. 順に, 共振..., 単一..., レーザ...
14	1. 3Ω	42	3. $a = \frac{1}{50}, T = \frac{10}{3}$
15	1. 4	43	4. 0.04 km^2
16	5. オ	44	5. 120 秒
17	1. ($r \leq a$ で正比例, $r > a$ で反比例)	45	3. 50 %
18	3. $C_0 = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d+\epsilon t}$, グラフ: 2	46	1. 3, 1, 2, 4, 5, 6
19	2. ア: 0, イ: $\frac{\mu_0}{2a}I$, ウ: $\frac{3\mu_0}{8a}I$	47	3. $A + B * (C + D)$
20	4. $\frac{B\omega a^2}{2}$	48	2. 順に, パイプライン..., 0.6, RISC
21	2. 6	49	1. \sqrt{n}
22	1. $\frac{R}{2} + \frac{L}{2RC}$	50	1. 3200
23	2. $0.5(1 - e^{-2t})u(t)$	51	4. 11
24	3. $\frac{s}{s^2+\omega^2}$	52	1. ア: b , イ: a , ウ: a , エ: b
25	4. $\begin{pmatrix} 3 & 2Z \\ \frac{2}{Z} & \frac{5}{3} \end{pmatrix}$	53	2. ア: I, イ: IP アドレス, ウ: URL
26	4. $\frac{Q}{\sqrt{2LC}}$	54	5. 0.98
27	4. $VI - \frac{V^2}{r_V}$	55	4. $B > C > A$
28	1. $L = R_1R_2C, r = \frac{R_1R_2}{R_3}$		

表 A.3 平成 16 年度 国家公務員採用 II 種試験 電気・電子・情報 正答一覧