25年度一次電気電子問題略解

計算問題中心

問題分野と正解番号

Ⅲ-1①	マクスウエルの方程式穴埋め
Ⅲ-2④	導体平面に向き合う電荷による電界
Ⅲ-3③	ビオサバールの法則
Ⅲ-4②	電荷をもつ球による電界
Ⅲ-5④	消費電力が最大になる抵抗値
Ⅲ-6③	電流源、電圧源のある回路の電流計算
Ⅲ-7④	合成抵抗から電流計算
Ⅲ-8④	合成抵抗から電流計算
Ⅲ-9①	過渡現象
Ⅲ-10④	過渡現象
Ⅲ-11④	理想回路素子の交流課電時の特性
Ⅲ-12④	過渡現象
Ⅲ-13②	短絡容量計算
Ⅲ-14③	火力冷却水の流量計算
Ⅲ-15②	制動巻線の効果
Ⅲ-16①	電動機の電流
Ⅲ-17⑤	直流分巻電動機
Ⅲ-18⑤	単相サイリスタブリッジ

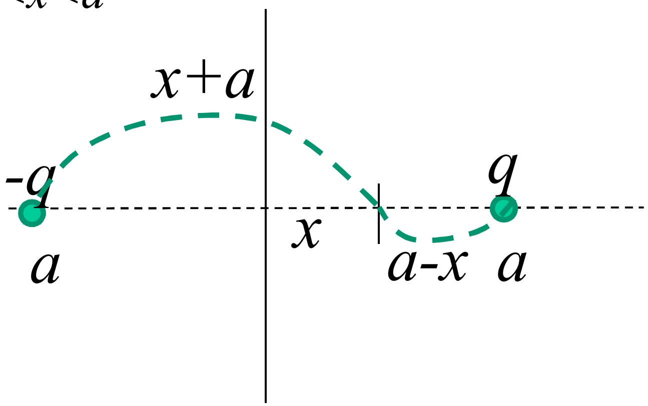
Ⅲ-19①	DC-DCコンバーター（チョッパー）
Ⅲ-20⑤	伝達関数の周波数特性
Ⅲ-21④	伝達関数単位ステップ応答
Ⅲ-22④	オペアンプ
Ⅲ-23⑤	理想オペアンプの特性
Ⅲ-24③	論理式の簡単化
Ⅲ-25④	スタティックC-MOS
Ⅲ-26⑤	信号の瞬時復号可能性＋平均符号長
Ⅲ-27⑤	パリティ検査
Ⅲ-28①	AD変換記述の穴埋め
Ⅲ-29③	ｚ変換
Ⅲ-30⑤	離散フーリエ変換の計算
Ⅲ-31③	インターネットプロトコル
Ⅲ-32④	無線変調方式
Ⅲ-33①	pMOSトランジスタ
Ⅲ-34②	MOS記述の正誤
Ⅲ-35②	ビル蓄電池設備計画

Ⅲ-1①

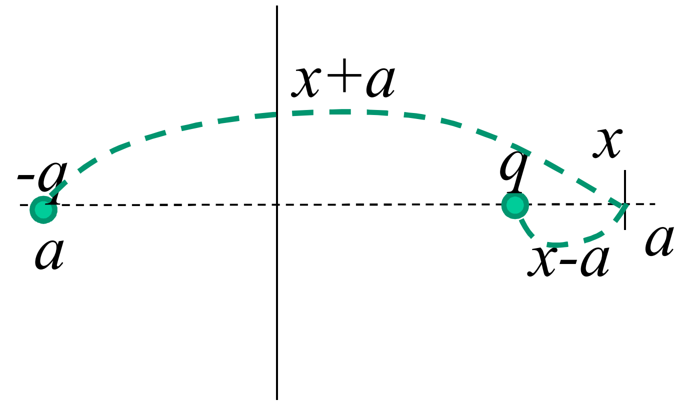
ア閉曲面、イ電荷、ウ比例

Ⅲ-2④

0<x<a



x>a



$x > a$

$$|E_x| = \left| \frac{-q}{4\pi\varepsilon(x+a)^2} + \frac{q}{4\pi\varepsilon(x-a)^2} \right|$$

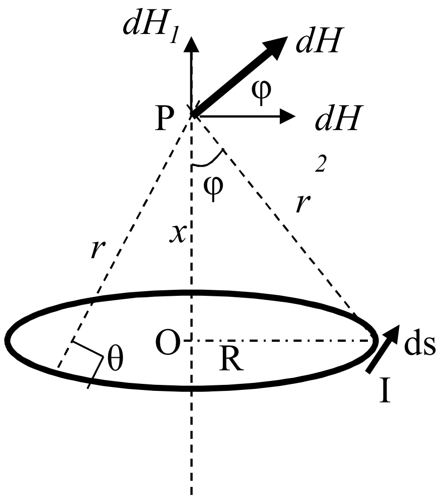
$$= \frac{-q}{4\pi\varepsilon(x+a)^2} + \frac{q}{4\pi\varepsilon(x-a)^2}$$

$0 < x < a$

$$|E_x| = \left| \frac{-q}{4\pi\varepsilon(x+a)^2} - \frac{q}{4\pi\varepsilon(a-x)^2} \right|$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon(x+a)^2} + \frac{q}{4\pi\varepsilon(x-a)^2}$$

Ⅲ-3 ③



$$dB = \frac{\mu}{4\pi}\frac{Ids}{r^2}\sin\theta$$

$$\theta = 90^\circ$$

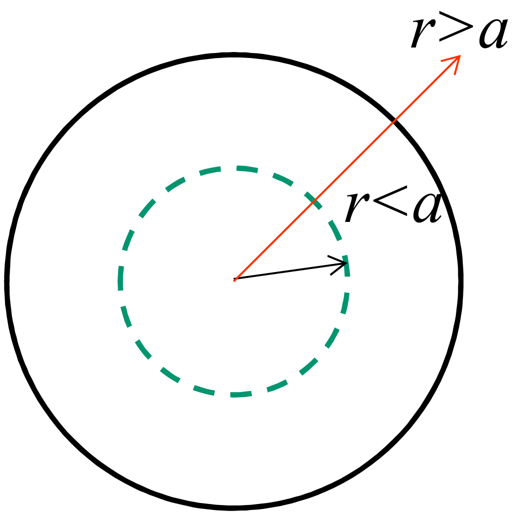
$$\oint ds = R\oint d\phi = \mathbf{2}\pi R$$

$$B = \mathbf{2}\pi R\frac{\mu I}{4\pi r^2}\sin\varphi$$

$$= \frac{\mu I}{2}\frac{R}{r^2}\frac{R}{r} = \frac{\mu I R^2}{2r^3}$$

$$= \frac{\mu I R^2}{2\left(x^2 + R^2\right)^{\frac{3}{2}}}$$

Ⅲ-4 ②



$a < r$

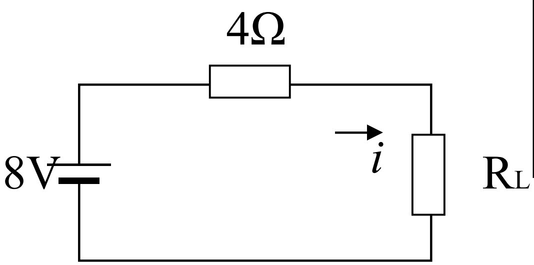
$$4\pi r^2 D = Q \to E = \frac{D}{\varepsilon_0} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$r < a$

上記で$Q \to \dfrac{Qr^3}{a^3}$とすればよいから、

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\frac{r^3}{a^3} = \frac{Qr}{4\pi\varepsilon_0 a^3}$$

Ⅲ-5 ④



別解
負荷抵抗＝内部抵抗のときに最大になるので、$R_L = 4[\Omega]$

$$i = \frac{8}{4 + R_L},$$

$$P_L = i^2 R_L = \left(\frac{8}{4 + R_L}\right)^2 R_L$$

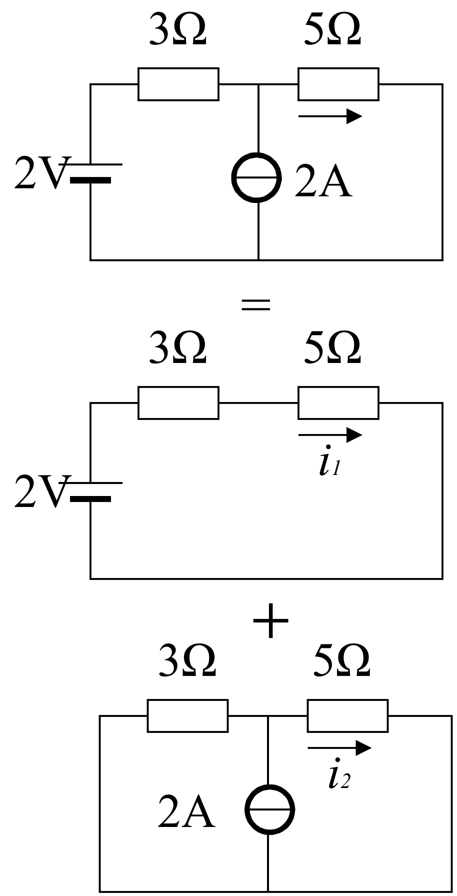
$$= \frac{64 R_L}{16 + 8R_L + R_L^2}$$

$$= \frac{64}{8 + 16 / R_L + R_L}$$

この分母の　$16 / R_L + R_L$ は積が一定で、あるから和は　　、両者が等しいときに最小に　　なる。
したがって、

$$16 / R_L = R_L \rightarrow R_L^2 = 16 \rightarrow R_L = 4$$

Ⅲ-6 ③



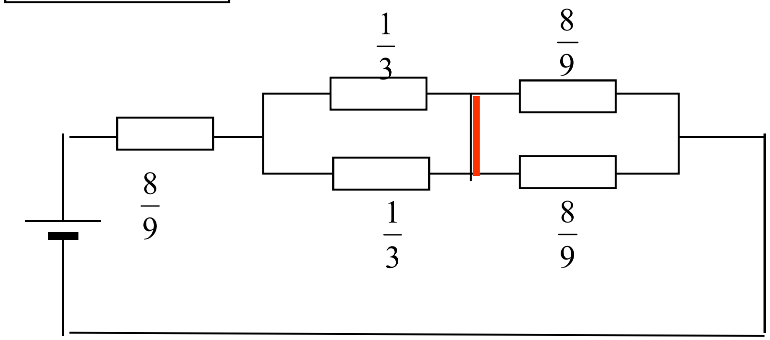
電流源は内部Zが無限大
電圧源は内部Zが0として
よいので下の二つの図の
ように分解できる。

$$i_1 = \frac{2}{3+5} = 0.25[A]$$

$$i_2 = 2 \times \frac{3}{5+3} = 0.75[A]$$

$$i = i_1 + i_2 = 1.0[A]$$

Ⅲ-7 ④

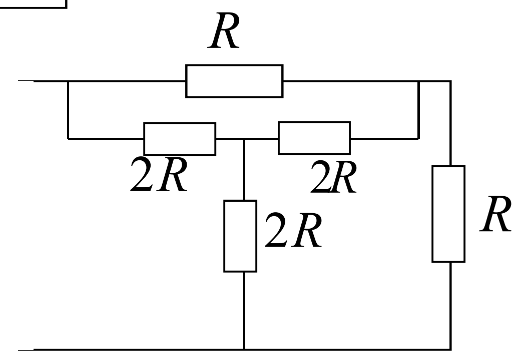


上辺の回路は上下対称であるから図の赤線部分を短絡しても電流分布は変わらない。

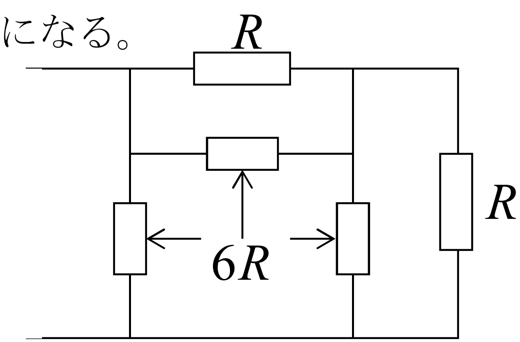
合成抵抗は、

$$\frac{8}{9}+\frac{1}{6}+\frac{4}{9}=\frac{12}{9}+\frac{1}{6}=\frac{9}{6}=1.5[\Omega]$$

Ⅲ-8 ④



T型の部分をΔ型に変更すると、下図のようになる。



合成抵抗は、$(6R // R)\times 2 // 6R$

$$=\frac{12R}{7}//6R=\frac{\frac{12R}{7}\times 6R}{\frac{12R}{7}+6R}=\frac{72R^2}{54R}=\frac{4R}{3}$$

Ⅲ-9 ①

$t<0$ では、

$i_L = I$

Sの投入直後は、Lのため i_L は不変。

$\therefore i_L(0^+) = I$

$0 \le t$ における回路方程式は、

$$0 = Ri_L + L\frac{di_L}{dt}$$

ラプラス変換すると、

$$0 = RI_L + L\left(sI_L - i_L(0^+)\right)$$

$$= RI_L + L\left(sI_L - I\right)$$

$$= (R+sL)I_L - LI$$

$$I_L = \frac{LI}{R+sL} = \frac{LI}{L\left(s+R/L\right)}$$

$$= \frac{I}{s+R/L} \to i_L = I\varepsilon^{-\frac{R}{L}t}$$

Ⅲ-10 ④

$t \ge 0$ における回路方程式は、

$$E = Ri + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int i\,dt$$

$i = \dfrac{dq}{dt}$として、ラプラス変換して、

安定性の検討なので初期値は無関係なので省略。

$$\frac{E}{s} = RsQ + Ls^2Q + \frac{Q}{C}$$

$$= (Rs + Ls^2 + 1/C)Q$$

$$Q = \frac{E}{Ls(s^2 + sR/L + 1/LC)}$$

$s^2 + sR/L + 1/LC = 0$ の解は、

$$s = -\frac{R}{2L} \pm \sqrt{\left(\frac{R}{L}\right)^2 - \frac{4}{LC}}$$

$-\dfrac{R}{2L} < 0$ $\left(\dfrac{R}{L}\right)^2 - \dfrac{4}{LC} < 0$ で安定。

$$\left(\frac{R}{L}\right)^2 \le \frac{4}{LC} \to \frac{R^2}{L} \le \frac{4}{C} \to CR^2 \le 4L$$

Ⅲ-11④

① $\dot{V}=R\dot{I}$ でV,Iは同位相、 **pf = 1,** 正しい。

② $\dot{V}=j\omega L\dot{I}\rightarrow I=-j\dfrac{\dot{V}}{\omega L}\rightarrow$ 正しい。

③ $\dot{V}=\dfrac{\dot{I}}{j\omega C}\rightarrow\dot{I}=j\omega C\dot{V}\rightarrow$ 正しい。

④ $\dot{I}_A=j\omega C\dot{V},\ \dot{I}_B=j\omega 2C\dot{V},I_B=2I_A\rightarrow$ 誤り

⑤ $I_A=-j\dfrac{\dot{V}}{\omega L},\ I_B=-j\dfrac{\dot{V}}{2\omega L}\rightarrow$ 正しい。

Ⅲ-12④

ア $\dot{V}=\dfrac{ER}{R+j\omega L},V=\dfrac{R}{\sqrt{R^2+\omega^2L^2}}E$

イ $\dot{V}=\dfrac{\dfrac{E}{\dfrac{1}{R}+j\omega C}}{j\omega L+\dfrac{1}{\dfrac{1}{R}+j\omega C}}=\dfrac{ER}{R+j\omega L(1+j\omega CR)}$

$=\dfrac{ER}{R-\omega^2LCR+j\omega L},V=\dfrac{ER}{\sqrt{R^2(1-\omega^2LC)^2+\omega^2L^2}}$

Ⅲ-13②

$$\frac{100\times10[MVA]}{\%Z_s+\%Z_t}=\frac{1000}{2.5+5}$$

$$=\frac{1000}{7.5}=133[MVA]$$

Ⅲ-14③

煙突からの排熱は
無視されている。

1秒間当たりの発電量は 、

$100\times10{,}000\times1{,}000=10^9\ [J]=\dfrac{10^9}{4.2}[cal]$

熱効率50%なので、発電量と同じ
排熱量を伴う。

$10^9/4.2=7Q[m^3]\times100^3[cm^3]$

$Q=10^9/4.2/7/10^6=10^3/4.2/7$

$=34.0[m^3/S]$

Ⅲ-15 ②

ア　安定度の向上
イ　低抵抗
ウ　高抵抗

Ⅲ-16 ①

$P = \sqrt{3} VI \cos\varphi \times \eta$ から、

$$I = \frac{4000}{\sqrt{3} \times 200 \times 0.80 \times 0.85} = 16.98[A]$$

Ⅲ-17 ⑤

$n =$ 回転数、$I_a =$ 電機子電流、

$r_a =$ 電機子抵抗、$\Phi =$ 磁束

$r_f =$ 界磁抵抗、$I_f =$ 界磁電流

とすると、

$$n = \frac{V - I_a r_a}{k\Phi}$$

題意により $r_{\mathrm{a}} = 0$

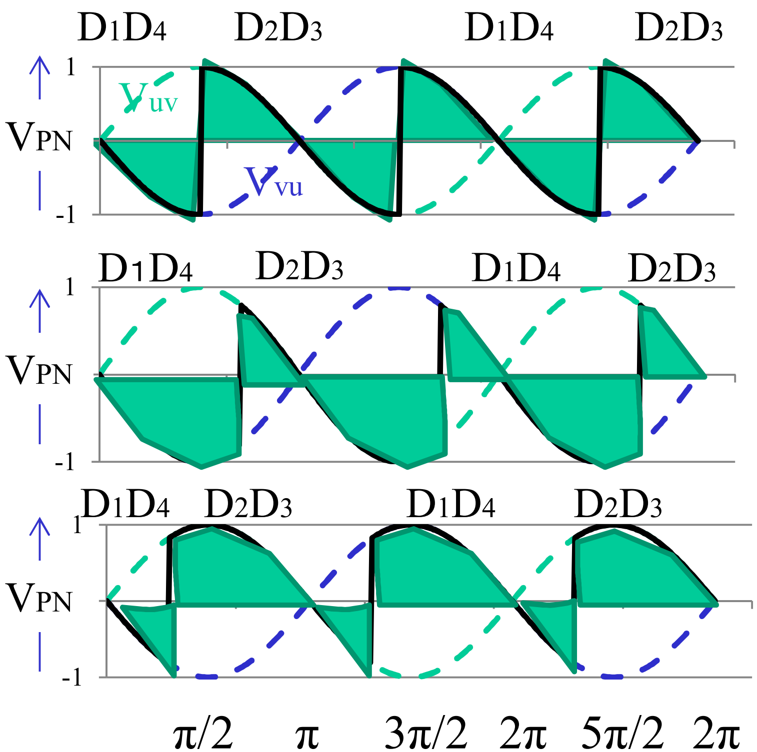
$$\therefore n = \frac{V}{k\Phi}$$

k_f を定数として、

$\Phi = k_f I_f = k_f \dfrac{V}{r_f}$ なので

$$n = \frac{V}{k\Phi} = \frac{V}{k_f \dfrac{V}{r_f}} = \frac{r_f}{k_f} = \text{一定}$$

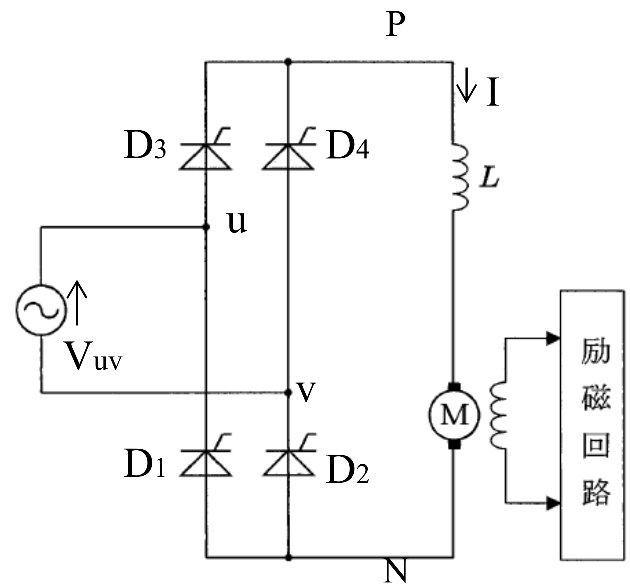
Ⅲ-18 ⑤



制御遅れ角=π/2
電圧平均値=0

π/2<制御遅れ角<π
電圧平均値<0
(逆変換)正答

0<制御遅れ角<π/2
電圧平均値>0
（整流）



題意により、LによってI は一定に保たれる。
遅れ角制御により電圧は変化するがその正負により、整流，逆変換に分かれる。

Ⅲ-19 ①

図**A**は、降圧器、図 Bは昇圧器

Ⅲ-20 ⑤

$$|G(j\omega)| = \frac{5}{|1+3j\omega|} = \frac{5}{\sqrt{1+9\omega^2}}$$

この最大値は$\omega = 0$ のときで、

5 である。

$$\therefore \frac{5}{2} = \frac{5}{|1+j3\omega|} = \frac{5}{\sqrt{1+9\omega^2}}$$

$$\therefore 4 = 1+9\omega^2 \rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\therefore f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{6\pi}$$

$$\phi = -\tan^{-1} 3\omega = -\tan^{-1}\frac{3}{\sqrt{3}} = -\tan^{-1}\sqrt{3}$$

Ⅲ-21 ④

$$G(s) = \frac{\frac{1}{s+1}}{1+\frac{1}{s+1}} = \frac{1}{s+2}$$

単位ステップ応答は、$Y(s) = \frac{1}{s}\cdot\frac{1}{s+2}$

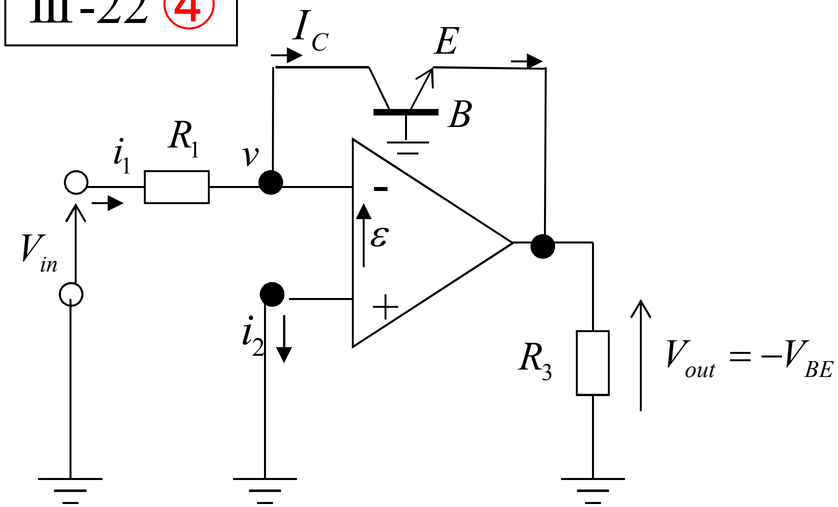
$$Y(s) = \frac{1}{s(s+2)} = \frac{a}{s} + \frac{b}{s+2}$$、$a+b=0,\ 2a=1$

から、$a = \frac{1}{2},\ b = -\frac{1}{2}$

$$\therefore Y(s) = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{s} - \frac{1}{s+2}\right)$$

時間について解くと、$y(t) = \frac{1}{2}\left(1-\varepsilon^{-2t}\right)$

Ⅲ-22 ④



$$i_1 = V_{in} / R_1 = I_C$$

$$I_C = \beta e^{\alpha V_{BE}} = \beta e^{-\alpha V_{out}}$$

$$\therefore V_{in} = R_1 \beta e^{-\alpha V_{out}}$$

$$e^{-\alpha V_{out}} = \frac{V_{in}}{R_1 \beta}$$

$$\therefore -\alpha V_{out} = \ln \frac{V_{in}}{R_1 \beta}$$

$$V_{out} = -\frac{1}{\alpha} \ln \frac{V_{in}}{R_1 \beta}$$

Ⅲ-23 ⑤

出力インピーダンスは 0 である。

Ⅲ-24 ③

X \ YZ	00	01	11	10
0			1	
1		1	1	

$\overline{F} = \overline{X} \cdot Y \cdot Z + X \cdot \overline{Y} \cdot Z + X \cdot Y \cdot Z$

$\overline{F}$をカルノーマップに表示すると、表の1を埋めた位置になる。

Fは 1 のない位置で、縦長の楕円で表される。

$\overline{Y} \cdot \overline{Z} + Y \cdot \overline{Z} = \overline{Z}$と横長の楕円$\overline{X} \cdot \overline{Y}$との和になる。

すなわち、

$\overline{X} \cdot \overline{Y} + \overline{Z}$

Ⅲ-25 ④

図1の上半分は、$\overline{X}+\overline{Y}$で、これと同値の$\overline{X}+\overline{Y}=\overline{X \cdot Y}$が $F(X,Y)$ になっている。

一方、図**1**の下半分は、$X \cdot Y$で、この否定が出力 $F(X,Y)$ になっている。

図2の下半分は、$X \cdot Y + Z$

$\therefore F(X,Y,Z)$はこの否定で、

$$\left(\overline{X}+\overline{Y}\right)\cdot\overline{Z}=\overline{X}\cdot\overline{Z}+\overline{Y}\cdot\overline{Z}$$

Ⅲ-26 ⑤

Aはs2がs1の終点を通っているので終点の位置が不明で瞬時符号でない。
Dは、s4がs3を通過しており瞬時符号ではない。よって
瞬時符号は、B,C,E
次ページに符号の木を示す。

平均符号長の計算

B=0.35*2+0.35*1+0.15*3+0.10*4+0.05*4=2.10
C=0.35+0.35*2+0.15*3+0.10*4+0.05*4=2.10
E=3.0

X={B,C,E}, Y={B,C}

Ⅲ-27 ⑤

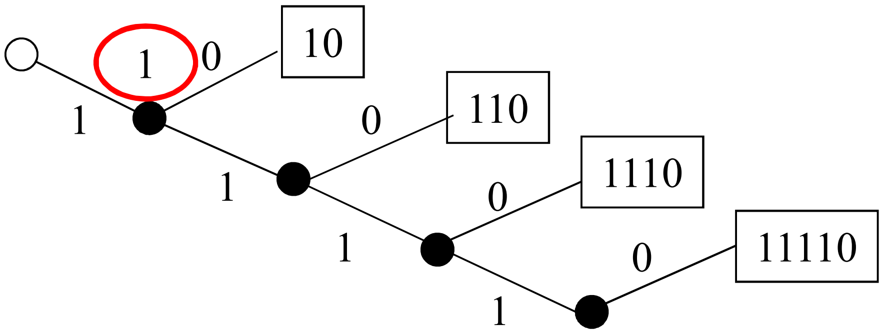
$$H=\begin{bmatrix}1&0&0&1&1\\0&1&1&1&0\\1&0&1&0&0\\1&1&1&0&1\end{bmatrix},\ y^T=\begin{bmatrix}1\\1\\1\\1\\0\end{bmatrix}$$

$$Hy^T=\begin{bmatrix}1&0&0&1&1\\0&1&1&1&0\\1&0&1&0&0\\1&1&1&0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1\\1\\1\\1\\0\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0\\1\\0\\1\end{bmatrix}$$, mod 2で計算。

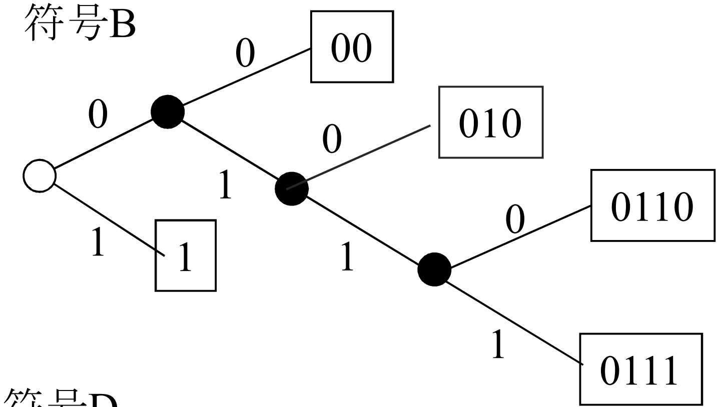
これは、**H**の第**2**列に等しいので第 **2**列が誤りで、正しい xは、$x=\begin{bmatrix}1&0&1&1&0\end{bmatrix}$

検算 $Hx^T=\begin{bmatrix}0&0&0&0\end{bmatrix}^T$

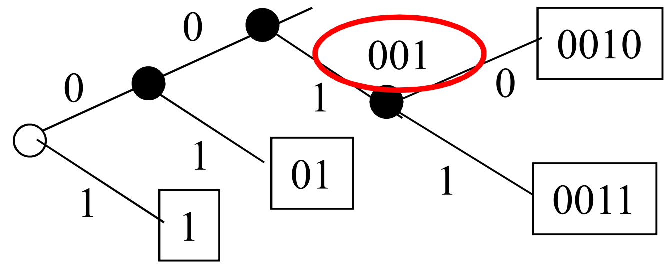
符号A



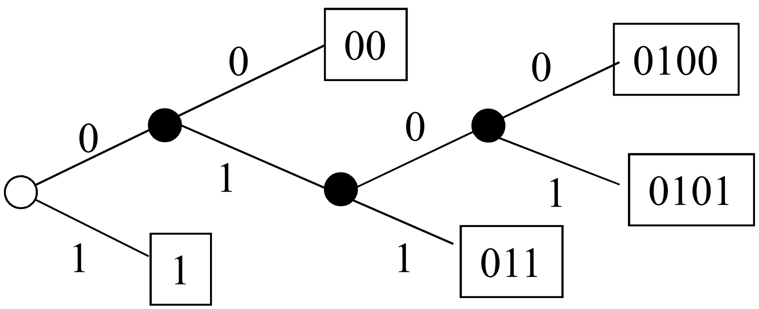
符号B



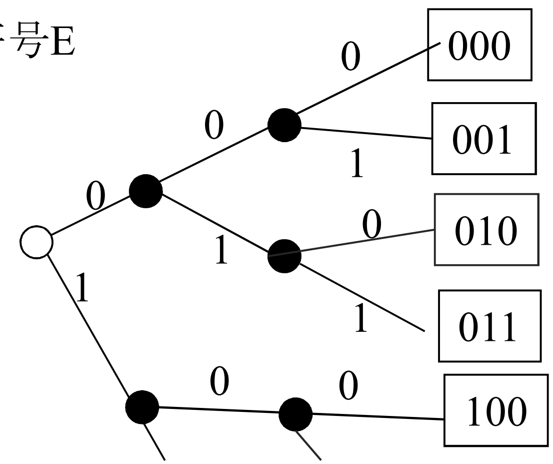
符号D



符号C



符号E



符号Aと符号Dに瞬時符号でない要素
(○で囲んだ部分）がある。

Ⅲ-28 ①

ア　量子化、イ　標本化，ウ　2
エ　大きい　オ　小さく

Ⅲ-29 ③

ア $F'(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \{a^n f(n)\} z^{-n}$

$= \sum_{n=-\infty}^{\infty} f(n) \left(za^{-1}\right)^{-n} = F\left(za^{-1}\right)$

イ $F''(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \{f(n-L)\} z^{-n}$

$= \left\{ \sum_{n-L=-\infty}^{\infty} f(n-L) z^{-(n-L)} \right\} z^{-L}$

$= z^{-L} F(n-L)$

Ⅲ-30 ⑤

$X(k) = 2e^{-j0} + 1e^{-j\frac{2\pi}{N}k} + 1e^{-j\frac{2\pi(N-1)}{N}k}$

$= 2 + e^{-j\frac{2\pi}{N}k} + e^{j\frac{2\pi}{N}k} = 2 + 2\cos(\frac{2\pi}{N}k)$

Ⅲ-31 ③

③　TCPはコネクション型

Ⅲ-32 ④

Ⅲ-33 ①

Ⅲ-34 ②

Ⅲ-35 ②