

## 1.1 「数値の表現」 解答解説

### 問1 イ

10進数の小数を2進数に変換する問題である。

0.6875に2を掛けると次のようになる。

$$0.6875 \times 2 = 1.375 \cdots \cdots 1$$

$$0.375 \times 2 = 0.75 \cdots \cdots 0$$

$$0.75 \times 2 = 1.5 \cdots \cdots 1$$

$$0.5 \times 2 = 1.0 \cdots \cdots 1$$

答えは0.1011となる。求める答えはイとなる。

### 問2 エ

16進数の小数を10進数に変換する問題である。

16進数の0.248を2進数に変換し、小数の各桁に $2^{-1}$ 、 $2^{-2}$ 、 $\cdots$ 、 $2^{-n}$ 、 $\cdots$ を乗じて分数表示し、その和を求めると、次のようになる。

$$\begin{aligned}(0.248)_{16} &= (0.001001001000)_2 \\ &= 1/8 + 1/64 + 1/512 = 73/512\end{aligned}$$

別解を用いると次のようになる。

$$2/16 + 4/16^2 + 8/16^3 = 1/8 + 1/64 + 1/512 = 73/512$$

求める答えはエとなる。

### 問3 ウ

基数変換に関する問題である。

$$16進数を2進数に変換すると、 $(0.C)_{16} = (0.1100)_2$$$

$$2進数を10進数に変換すると、 $0.11 = (1/2) + (1/4) = 3/4 = 0.75$$$

求める答はウとなる。

### 問4 エ

2進数の小数を10進数に変換する問題である。

$$\text{整数部分を10進数に変換すると、}(101)_2 = 4 + 1 = 5$$

$$\text{小数部分を10進数に変換すると、}0.11 = 0.5 + 0.25 = 0.75$$

$$\text{両者の和を求めると、}5 + 0.75 = 5.75$$

求める答えはエとなる。

### 問5 イ

16進数の小数を10進数に変換する問題である。

16進数の0.75を2進数に変換すると次のようになる。

$$(0.75)_{16} = (0.01110101)_2$$

小数1位から順次下位桁に、 $2^{-1}$ 、 $2^{-2}$ 、 $2^{-3}$ 、 $\cdots$ 、を乗じると、次のようになる。

$$0.01110101 = 2^{-2} + 2^{-3} + 2^{-4} + 2^{-6} + 2^{-8}$$

求める答えはイとなる。

#### 問6 エ

10進数を16進数に変換する基数変換の問題である。

10進数の分数を2進数の小数に変換し、2進数の小数を16進数の小数に変換する。

$$1/32 = 1/2^5 = (0.00001000)_2 = (0.08)_{16}$$

16進数の値は0.08となり、求める答えはエとなる。

#### 問7 イ

基数変換に関する問題である。

アの場合、1015を10進数に変換すると、 $6^3 + 6^1 + 5 = 216 + 6 + 5 = 227$

131を10進数に変換すると、 $6^2 + 3 \times 6 + 1 = 36 + 18 + 1 = 55$

$227 \div 5 = 45.4 \neq 55$ となる。

イの場合、1015を10進数に変換すると、 $7^3 + 7^1 + 5 = 343 + 7 + 5 = 355$

131を10進数に変換すると、 $7^2 + 3 \times 7 + 1 = 49 + 21 + 1 = 71$

$355 \div 5 = 71$ となり、右辺の値と一致する。求める答えはイとなる。

ウの場合、1015を10進数に変換すると、 $8^3 + 8^1 + 5 = 512 + 8 + 5 = 525$

131を10進数に変換すると、 $8^2 + 3 \times 8 + 1 = 64 + 24 + 1 = 89$

$525 \div 5 = 105 \neq 89$ となる。

エの場合、1015を10進数に変換すると、 $9^3 + 9^1 + 5 = 729 + 9 + 5 = 743$

131を10進数に変換すると、 $9^2 + 3 \times 9 + 1 = 81 + 27 + 1 = 109$

$743 \div 5 = 148.6 \neq 109$ となる。

#### 問8 ウ

2進数の絶対値に関する問題である。

2進数の絶対値は2進数の正数の値であるから、2進数の負数の絶対値は、与えられた2進数の補数を求めればよい。

10101110の2の補数は、01010010となる。求める答えはウである。

#### 問9 イ

補数の演算回路に関する問題である。

補数の定義は「ある基準となる数をQとすると、Qから引いた残りの数C」である。これを式で表すと、 $C = Q - B$ となる。A - Bの減算を行う場合、次のようになる。

$$A - B = A + (Q - B) - Q = A + C - Q$$

この場合の基準値として0を用いると、 $A - B = A + C$ となる。すなわち、補数の考え方をを用いると、減算を加算に置き換えて計算できる。

2進数の2の補数を求める場合、6ビットの2進数であると7ビットの2進数1000000(6ビットでは0の値である)を基準の数として使用して、1000000から6ビットの2進数を引くと補数が求まる。補数は基準の数からの不足数を表すことになる。従って、ある値を減じ

ることはその値の基準からの不足数を加算することとなる。即ち補数を用いることができる。

補数を用いて減算を行うと、 $A - B = A + (-B) = A + (Q - B) - Q = A + C - Q$ で表すことができる。基準値  $Q$  を 0 とすると、 $A - B = A + C$  となり、補数を使用すると減算を加算の形で行える。このとき最上位に桁上げが生じたら正の数を表し、桁上げが生じないときは負の数を表す。この結果、演算操作を機械的に実行できる。求める答えはイとなる。

#### 問10 イ

2進数の表現範囲に関する問題である。

負数を2の補数で表す16ビットの2進数の取り得る範囲

1000000000000000 ~ 0111111111111111

正数の最大の値の絶対値を10進数で表すと、 $2^{16} - 1$ となる。

負数で最小の値の絶対値を10進数で表すと、 $2^{16}$ となる。

16ビットの2進数で絶対値が最大である数値は次のようになる。

1000000000000000 =  $(8000)_{16}$

求める答えはイとなる。

参考

0111111111111111 + 1 = 1000000000000000 =  $2^{16}$

従って、0111111111111111 =  $2^{16} - 1$

#### 問11 エ

16ビット2進数の最大値を求める問題である。

符号付き16ビットの2進数の最大の整数は、負数を2の補数で表すと先頭ビットが正であるため0となり、残りの15ビットが全て1となる次の2進数となる。

0111111111111111

この2進数を16進数に変換すると7FFFとなる。求める答えはエとなる。

#### 問12 イ

2進数の負数に関する問題である。

負数を2の補数で表す16ビットの2進数の最小値は1000000000000000である。これを16進数で表すと、8000となる。求める答えはイとなる。

#### 問13 ア

2進数の最大値を求める問題である。

2進数で表現できる最大の数は、符号は0、整数部は11111、小数部は11となるため、最大の8ビットの2進数は011111.11となる。

これを10進数に変換すると、

$16 + 8 + 4 + 2 + 1 + 0.5 + 0.25 = 31.75$

求める答えはアである。

#### 問14 エ

基数変換に関する問題である。

符号なしの8ビットの2進整数で、1と0のビット数が等しい最大の値は11110000となる。この2進数を10進数に変換すると、240となる。求める答えはエとなる。

#### 問15 ア

基数変換に関する問題である。

解答群に与えられた10進数の4データを5進数および3進数に変換する。一般にn進数に変換するには、基数nで割って余りを求めればよい。

アの12の5進数は22、3進数は110となる。

イの17の5進数は32、3進数は122

ウの22の5進数は42、3進数は211となる。

エの27の5進数は102、3進数は1000となる。

2桁の5進数の1の位が2で、3進数の1の位が0となるのは10進数の12であり、求める答えはアとなる。

#### 問16 ウ

10進数の負数を2進数に変換する問題である。

10進数の負数を2進数に変換する手順

- ① 負数の10進数の絶対値を2進数に変換する。
- ② 小数点の表示位置を考慮し、8ビットのビットパターンを作成する。
- ③ 求めた2進数の補数を求める。

10進数5.625を2進数に変換すると、0101.1010となる。

この2進数の補数を求めると、10100110となる。求める答えはウである。

#### 問17 ウ

8ビットの2進数の解釈に関する問題である。

8ビットのビットパターンに対して次のような6通りの解釈が成り立つ。

- ① 負数を2の補数表示として解釈し、整数の場合
- ② 負数を2の補数表示として解釈し、小数の場合
- ③ 符号+絶対値の値で表し、整数の場合
- ④ 符号+絶対値の値で表し、小数の場合
- ⑤ 符号なしの整数の場合
- ⑥ 符号なしの小数の場合

ア～エの場合について、10進数の値に変換する。

アは2の補数表示の小数の場合で、10101100の補数は01010100であるから10進数に変換すると、 $0.5 + 0.125 + 0.03125 = 0.65625$ となる。従って、 $-0.65625$ となり、誤りである。

イは2の補数表示の整数の場合で、補数は01010100であるから10進数に変換すると、 $4 + 16 + 64 = 84$ 、従って、 $-84$ となり、誤りである。

ウは0101100を10進数に変換すると、 $4 + 8 + 32 = 44$ であるから、 $-44$ で正しい。求める答えはウとなる。

エは符号なし小数であるから、10進数に変換すると、 $0.5 + 0.125 + 0.03125 + 0.015625 = 0.671875$ で誤り。

#### 問18 エ

2進数の範囲に関する問題である。

次の順序で考える。

- ① 負数を2の補数で表すときに2進数で表現できる値の範囲を考える。
- ② 2進数の範囲を10進数の範囲に変換する。

負数を2の補数で表す8ビットの2進数の範囲は、 $10000000 \sim 01111111$ となる。これを10進数で表すと、 $-2^7 \sim 2^7 - 1$ となり、 $-128 \sim 127$ となる。求める答えはエとなる。

#### 問19 ウ

2進数の範囲に関する問題である。

次の順序で考える。

- ① 負数を2の補数で表すnビットの2進数で表現できる整数の範囲を求める。
- ② 2進数の範囲を10進数の範囲に変換する。

一般に、n桁m進数の10進数の表現範囲は $0 \sim m^n - 1$ である。

2進数の場合、

|           |                             |
|-----------|-----------------------------|
| 固定小数点の整数部 | $0 \sim 2^n - 1$            |
| 負数を2の補数表現 | $-2^{n-1} \sim 2^{n-1} - 1$ |

となる。2の補数表現では、負数の絶対値が正数の絶対値よりも1だけ多いことに注意する。

8ビット2進数の場合

|           |                  |
|-----------|------------------|
| 固定小数点の整数部 | $0 \sim 255$     |
| 負数を2の補数表現 | $-128 \sim +127$ |

16ビットの2進数の場合

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| 固定小数点の整数部 | $0 \sim 65535$       |
| 負数を2の補数表現 | $-32768 \sim +32767$ |

負数を2の補数表現で表すため先頭ビットは符号になる。

nビットの表現範囲を2進数で表すと次のようになる。

$$\underbrace{1000 \cdots 00}_{n-1 \text{ ビット}} \sim \underbrace{0111 \cdots 11}_{n-1 \text{ ビット}}$$

下線の部分のn-1ビットが絶対値になる。この2進数を10進数に変換すると

$$-2^{n-1} \sim +2^{n-1} - 1$$

となり、求める答えはウとなる。

#### 問20 ウ

コードの種類の数を求める問題である。

次の手順で考える。

① 1桁の表現できるコードの種別と桁数から表現できる全個数を求める式を作成する。

② 要求される全個数と①の式との関係を決める。

1桁の記号は、数字10個、英文字26個の計36文字である。従って、応募者コードの桁数をDとすると、次の関係が成立する。

$$36^D = 200 \times 10^4$$

$$2^{5D} < 2 \times 10^6 < 2^{6D}$$

$2^{5D} < 2 \times 10^6$ から、2を底とする対数を求めると

$$5D < 1 + \log_2 10^6 = 1 + 6 / 0.301 = 20.9$$

$$D < 4.2$$

$2 \times 10^6 < 2^{6D}$ から、2を底とする対数を求めると

$$6D > 1 + \log_2 10^6 = 1 + 6 / 0.301 = 20.9$$

$$D > 3.4$$

従って、 $D = 4$ であるから、少なくとも5桁必要となる。求める答えはウである。

#### 問21 イ

2進数を10進数に変換する問題である。

負数を2の補数で表すnビットの2進数111……11(1の数がn個ある)を10進数に変換する問題である。

2進数111……11(1の数がn個ある)の補数を求めると、000…001(0がn-1個連続する)となる。2進数111……11(1の数がn個ある)は10進数に変換すると-1となる。求める答えはイとなる。

#### 問22 エ

2進数に対する10進数の最大桁数を求める問題である。

10進数の必要な桁数をdとすると、次の関係が成り立つ。

$$16^{14} = 10^d \quad (2^4)^{14} = 10^d \quad 2^{56} = 10^d$$

式 $2^{56} = 10^d$ の両辺の2を底とする対数をとると

$$56 = \log_2 10^d = \log_{10} 10^d / \log_{10} 2 = d / 0.301$$

$$d = 56 \times 0.301 = 16.9$$

必要桁数は17桁で、求める答えはエとなる。

#### 問23 ウ

2進数と10進数の桁数の関係を求める問題である。

10進数の桁数をD、2進数の桁数をBとすると、次の関係が成り立つ。

$$10^D = 2^B$$

両辺の2を底とする対数をとると、

$$\log_2 10^D = \log_2 2^B$$

$$\log_2 10^D = B$$

10を底とする対数に変換すると

$$\log_{10} 10^D / \log_{10} 2 = B$$

$$D = B \log_{10} 2$$

Dは整数であるから  $D \div B \log_{10} 2$  となり、求める答えはウとなる。

#### 問24 ウ

ビットパターンで表現できる種類の数を求める問題である。

1バイトが1番地に相当するから、対象のアドレスは $10^7$ 個ある。これだけのアドレスを2進数で表現する場合に必要なビット数をkとすると、次式が成り立つ。

$$2^{k-1} < 10^7 \leq 2^k$$

$$k-1 < 7 \log_2 10 = 7 / \log_{10} 2 = 7 / 0.301 = 23.26$$

$$k < 24.26$$

従って、 $23.26 \leq k < 24.26$  となり、 $k=24$  で、求める答えはウとなる。

対数計算の方法

- ① 2を底とする対数を利用して計算する。
- ②  $\log_2 10$  は10を底とする対数に変換すると、 $\log_{10} 10 / \log_{10} 2$  となる。
- ③ 対数の公式を用いると、 $\log_a b = \log_{10} b / \log_{10} a$  となる。

#### 問25 イ

2進数の桁数を求める問題である。

負数に2の補数を用いる64ビットの最大の数値は011……11(1が63個)である。

これを10進数に変換すると、 $A \times 10^k$  になるとする。 $(1 \leq A < 10)$

$$2^{62} < A \times 10^k < 2^{63}$$

$$62 < \log_2 (A \times 10^k) < 63$$

$$62 < (\log_{10} A + k) / \log_{10} 2 < 63 \quad (0 < \log_{10} A < 1 \text{ であるから})$$

$$61 < k / \log 2 < 63$$

$$59 < k / 0.301 < 63$$

$$17.8 < k < 18.9 \quad \text{従って、} k = 18$$

10進数の桁数は19桁である。求める答えはイとなる。

#### 問26 イ

与えられた符号の種類から必要なビット数を求める問題である。

英字の大文字26種類、数字10種類であるから、合計36種類となる。36種類を表現するのに必要なビット数は、 $2^5=32$ 、 $2^6=64$  であるから、必要なビット数は6ビットとなり、求める答えはイとなる。

#### 問27 エ

ビットパターンで表現できる種類の数を求める問題である。

次の手順で考える。

- ① 32ビット、24ビットで表現できるビットパターンの個数を求める。
- ② 二つの比率を求める。

$n$  ビットの 2 進数で表現できるビットパターンの個数は、各桁は 0、1 のいずれかで表現できるため 2 通りであり、これが  $n$  桁あるため  $2^n$  通りになる。

32 ビットで表現できるビットパターンの数は  $2^{32}$  であり、24 ビットで表現できるビットパターンの数は  $2^{24}$  となる。

両者の比率は  $2^{32} / 2^{24} = 2^8 = 256$  となり、求める答えはエとなる。

#### 問28 ウ

補数に関する問題である。

10 進数  $-100$  を 2 進数に変換すると、 $10011100$

この 2 進数を符号なしの数値として求めると、 $128 + 16 + 8 + 4 = 156$

求める答えはウとなる。

#### 問29 エ

2 進数の負数に関する問題である。

1 の補数の場合 (a)

1101 の補数は 0010 となり、10 進数で 2、従って元の 2 進数は  $-2$  となる。

2 の補数の場合 (b)

1101 の補数は 0011 となり、10 進数で 3、従って元の 2 進数は  $-3$  となる。

絶対値に符号をつけた場合 (c)

1101 は  $-5$  となる。

従って大小関係は、小さい順に並べると、c、b、a となり、求める答はエとなる。

#### 問30 エ

基数変換の流れ図に関する問題である。

2 進数の各桁は  $\text{NISHIN}(k)$  に格納される。

求めた商の値は次の桁を求めるために利用される。従って、 $a$  は、 $j \bmod 2 \rightarrow \text{NISHIN}(k)$  となり、 $b$  は  $j \div 2 \rightarrow j$  となる。求める答えはエとなる。

#### 問31 イ

基数変換に関する問題である。

$n = 1$  として、4 つの解答を比較する。

2 進数は 10、10 進数  $x$  は 2 となる。

アの場合、 $x + x / 2 = 2 + 1 = 3$ 、 $2^2 = 4$  となり、正しくない。

イの場合、 $2 + 1 = 3$ 、 $2^2 - 1 = 3$ 、両者は一致する。

$n = 2$  の場合、2 進数は 1010 となり、10 進数では 10 となる。

$10 + 5 = 15$ 、 $2^4 - 1 = 16 - 1 = 15$ 、両者は一致する。

一般式  $x + x / 2 = 2^{2^n} - 1$  が対応する。求める答えはイとなる。

ウの場合、 $x + x / 2 = 3$ 、 $2^3 = 8$  となり、正しくない。

エの場合、 $x + x / 2 = 3$ 、 $2^3 - 1 = 7$  となり、正しくない。



### 問32 ア

基数変換に関する問題である。

ハッシュ関数に基数変換法を用いる問題である。

基数変換法を用いて、11進数のキー値55550を10進数に変換する。

$$5 \times (11^4 + 11^3 + 11^2 + 11) + 0 = 5 \times (14641 + 1331 + 121 + 11) \\ = 5 \times 16105 = 70520$$

求めるアドレスは  $0520 \times 0.5 = 0260$

求める答えはアとなる。

### 問33 ア

浮動小数点表示に関する問題である。

指数の式と各記号の意味を明確にする。実数  $a = f \times r^e$  で表現される場合、 $f$  は仮数、 $r$  は基数、 $e$  が指数となる。

$f$  は仮数、 $r$  は基数、 $e$  が指数である。求める答えはアである。

### 問34 ア

10進数を16進数の浮動小数点表示に変換する問題である。

次の手順で求める。

① 10進数0.046875を2進数に変換すると、 $(0.000011)_2$ となる。

② 正規化すると、 $0.1100 \times 16^{-1}$ となる。

③ 指数部を求めると、バイアス方式であるから

$$1000000 - 0000001 = 1000000 + 1111111 = 0111111$$

④ 符号を求めると、元の10進数が正であるから、0となる。

⑤ これを24ビットで表現すると、001111111100000000000000

⑥ これを16進数に変換すると、3FC000となり、求める答えはアとなる。

### 問35 ウ

浮動小数点表示に関する問題である。

次の手順で考える。

① 基数が2の場合の正規化の考え方を使用する。

② 符号1ビット、指数4ビット、仮数11ビットの計16ビットの2進数で表示する。

③ 指数部は2の補数表現を用いる。

10進数の0.375を2進数に変換すると、0.011となる。正規化のためには、左に1ビットシフトすると、次のようになる。

$$(0.011)_2 = (0.11)_2 \times 2^{-1}$$

指数部は2を基数とし、負数は2の補数表現であるから、指数部の値は次のようになる。

$$0000 - 0001 = 0000 + 1111 = 1111$$

仮数部の符号は正であるから、16ビットの浮動小数点は次のようになる。

$$0111111000000000$$

求める答えはウとなる。

### 問36 イ

浮動小数点形式に関する問題である。

符号部 1 ビット、指数部 7 ビット、仮数部 16 ビットで、指数部がバイアス方式の最大値のビットパターンは 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 となる。16 進数に変換すると 7 F F F F F となる。求める答えはイとなる。

### 問37 エ

浮動小数点表示の正規化に関する問題である。

正規化とは基数が 16 の場合で考えると、対象の仮数を小数点を基点に上下にそれぞれ 4 ビットずつのグループ (16 進数の 1 桁に相当する) を形成し、最も上位の 0 でない 4 ビットを小数 1 位から小数 4 位の間にビットシフトすることである。

ビットシフトは基数が 16 であるから 4 ビット単位に行う。基数が 2 の場合には、仮数の対象のグループは 1 ビットとなり、最上位の 1 ビットを小数 1 位にビットシフトすることになる。

正規化することによって、有限桁数で表示される仮数の有効桁数は最も大きくなり、精度が向上する。求める答えはエとなる。

### 問38 ア

浮動小数点数に関する問題である。

符号 1 ビット、指数部 8 ビット、仮数部 23 ビットの浮動小数点数表示で、10 進数に変換したときの有効桁数である。有効桁数は仮数によって決まる。

正規化された仮数部は、100...00 ~ 11...11 (23 桁) の範囲である。即ち、 $2^{22} \sim 2^{23} - 1$  である。10 進数の桁数を D (整数) とすると、次の式が成り立つ。

$$2^{22} = 10^D$$

底 2 の対数をとると、

$$22 = \log_2 10^D = D / 0.301, D = 22 \times 0.301 = 6$$

故に、D = 6 となり、有効桁数は 6 桁である。求める答えはアとなる。

### 問39 エ

浮動小数点表示に関する問題である。

アの仮数 a の範囲は、 $0 \leq a < 1$  となる。

イの指数部の表示は、バイアス方式と補数表現方式があり、バイアス方式では負の場合でも、正の整数となる。

ウの基数は、16 または 2 を用いる。

エの同じビット数の場合、浮動小数点表示は、固定小数点表示に比べて、数値の範囲は広くなり、有効桁数は少なくなる。求める答えはエとなる。

## 1.2 「算術演算と精度」 解答解説

### 問1 エ

四則演算に関する問題である。

$$\begin{array}{r} 00001110 \\ + 10000100 \\ \hline 10010010 \end{array}$$

2進数10010010を10進数に変換する。

補数を求めると、01101110となり、10進数に変換すると

$$64 + 32 + 8 + 4 + 2 = 110$$

答えは-110となり、求める答えはエとなる。

### 問2 イ

2進数の四則演算に関する問題である。

16進数3Eを2進数に変換すると、 $(3E)_{16} = (00111110)_2$ となり、8桁の2進数10110101との和を求めると次のようになる。

$$\begin{array}{r} 10110101 \\ + 00111110 \\ \hline 11110011 \end{array}$$

負数は2の補数表現であるから、2進数11110011の2の補数00001101を求め、これを10進数に変換して、 $8 + 4 + 1 = 13$

加算結果は負数であるから-13となり、求める答えはイとなる。

### 問3 エ

四則演算に関する問題である。

最後の答えが8進数であるから、2進数に統一して和を求め、その結果を8進数に変換する。

16進数を2進数に変換すると、000100100011

8進数を2進数に変換すると、001010011

両者の和を求めると

$$\begin{array}{r} 000100100011 \\ 001010011 \\ \hline 000101110110 \end{array}$$

8進数に変換すると、566となり、求める答えはウとなる。

### 問4 エ

2進数の四則演算に関する問題である。

16進数のA9を2進数に変換すると、10101001

16進数のB5を2進数に変換すると、10110101

両者の和は101011110となる。

これを8進数に変換すると、536となる。求める答えはエとなる。

### 問5 ウ

2進数の四則演算に関する問題である。

2進数の和を求める。

$$1.1011 + 1.1101 = 11.1000$$

整数部分の変換は $(11)_2 = (3)_{10}$ 、小数部分の変換は $(0.1)_2 = (0.5)_{10}$ となる。従って、求める10進数の値は3.5となり、求める答えはウとなる。

### 問6 イ

2進数のビットシフトに関する問題である。

10進数9の2進数は1001であるから、元の2進数を左に3ビットシフトした値に元の2進数を加算して求めることができる。

$$(9)_{10} = (1001)_2 = (1000 + 1)_2$$

アは2ビットシフトで4倍、1ビットシフトで2倍で、両者を加算して6倍となる。

イは3ビットシフトで8倍、元の2進数を加算して9倍となる。求める答えはイとなる。

ウは3ビットシフトで8倍となる。

エは9ビットシフトして $2^9$ 倍となる。

### 問7 ウ

2進数の四則演算に関する問題である。

次の手順で求める。

- ① 16進数の小数を2進数に変換する。
- ②  $2^n$ 倍の掛け算はビットを左にnビットシフトする、 $2^n$ 倍のわり算はビットを右にnビットシフトする。
- ③ 4倍であるから、 $2^2$ で、左に2ビットシフトすればよいことになる。

16進小数を2進数に変換する。

$$(0.FEDC)_{16} = 0.1111111011011100 \text{ となる。}$$

4倍することは、左に2ビットシフトすることであるから、次のようになる。

$$0011.1111101101110000 = 3.FB70$$

となり、求める答えはウとなる。

### 問8 ア

シフト演算に関する問題である。

10進数の10を2進数に変換すると、 $10 = (1010)_2$ となる。従って、正の整数xを左に1ビットシフトした結果と3ビットシフトした結果を求め、その和を求めればよいことになる。

従って、まず、xを2ビット左にシフトした結果にxを加算し、その結果を左に1ビットシフトすればよい。求める答えはアとなる。

アの場合、 $100 + 1 = 101$ 、 $1010 \rightarrow 10$ 倍

イの場合、 $100 + 1 = 101$ 、 $10100 \rightarrow 20$ 倍

ウの場合、 $1000 + 100 = 1100 \rightarrow 12$ 倍

エの場合、 $1000 + 1 = 1001$ 、 $10010 \rightarrow 18$ 倍

### 問9 ウ

ビットシフトを利用した四則演算に関する問題である。

$x$  の値を2ビット左にシフトすると、 $x \times 2^2$  となる。

この値に  $x$  を加算すると、 $x \times 2^2 + x = x \times (2^2 + 1) = 5x$

求める答えはウとなる。

### 問10 ア

2進数の乗算に関する問題である。

10進数の3を2進数に変換すると、 $3 = 11$

$b_1 b_2 \cdots b_n$  の3倍は、 $b_1 b_2 \cdots b_n 0 + b_1 b_2 \cdots b_n$  となる。

求める答えはアとなる。

### 問11 ウ

あふれに関する問題である。

次の手順で求める。

① 解答群の4個のデータの2進数を求め、1ビット左にシフトしてあふれを確認する。

② 残りの2進数が579Aの2進数になることを確かめる。

アの2BCDの2進数は、0010101111001101で、1ビット左にシフトすると、0101011110011010となるが、あふれは発生しない。

イの2F34の2進数は、0010111100110100で、1ビット左にシフトすると、0101111001101000となり、16進数で5E68となる。

ウのABCDの2進数は、1010101111001101で、1ビット左にシフトすると、0101011110011010となり、あふれが発生し、16進数は579Aとなる。求める答えはウとなる。

エのAF34の2進数は、1010111100110100で、1ビット左にシフトすると、0101111001101000となり、あふれが発生するが、16進数は5E68となる。

### 問12 イ

算術シフトに関する問題である。

絶対値の100を8ビットの2進数変換すると、01100100となる。

2の補数を求めると、10011100となる。

3ビット右へ算術シフトすると、11110011となる。

この2進数の補数を求めると、00001101となる。

この2進数を10進数に変換すると13となる。答えは-13となり、求める答えはイとなる。

### 問13 ア

基数変換、論理シフトに関する問題である。

次の手順で求める。

① 16進数を2進数に変換する。

② 右に2ビット論理シフトする。

③ 結果の2進数を16進数に変換する。

16進数ABCDを2進数に変換すると、1010101111001101となる。

この2進数を2ビット右に論理シフトすると、0010101011110011となる。

2進数を16進数に変換すると、2AF3となる。求める答えはアとなる。

#### 問14 エ

算出シフトに関する問題である。

レジスタの数値は負であるから、先頭ビットは1であり、次の範囲の2進数である。

10000000~11111111

算術シフトでは符号はシフトの対象にならないため、シフト結果の先頭ビットは1である。また、右に算術シフトした空きの桁には符号ビットと同じビットが入るため、先頭の5ビットは11111……となる。先頭の5ビットが1のものはエである。求める答えはエとなる。

ア、イは先頭ビットが0であり、正しくない。

ウは4ビット右へ算術シフト結果の表現として正しくない。

#### 問15 ウ

2進数の四則演算に関する問題である。

8ビットの2進数11010000を2ビット右に算術シフトすると、11110100となる。

2進数の減算は

$$\begin{aligned} 00010100 - 11110100 &= 00010100 + 00001100 \\ &= 00100000 \end{aligned}$$

求める答えはウとなる。

#### 問16 ウ

2進数の四則演算に関する問題である。

10進数の7は、2進数で表すと111で、 $32 = 2^5 = 100000$ である。

$7 \div 32$ は2進数で計算すると  $111 \div 100000$  となり、111を右へ5ビットシフトすればよい。即ち、0.00111となる。求める答えはウとなる。

100000の場合、0の数は5個であり、割り算であるから右に5ビットシフトする。

#### 問17 エ

2進数の四則演算に関する問題である。

2進数の割り算を右へのビットシフトに置き換えて考える。2進数で表した場合、0の数だけ、掛け算の場合は左に、割り算の場合は右にビットシフトすればよい。小数の割り算は、その逆数の掛け算に変わることを利用する。

0.0011を0.001( $= 1 / 1000$ )で割ることは、1000を掛けることに等しい。

従って、2進数0.0011を左に3ビットシフトすればよいことになり、答えは1.1となる。求める答えはエとなる。

### 問18 イ

基数と四則演算に関する問題である。

左辺の減算を解答群の基数に基づいて演算すると、次のようになる。

アの6進法  $131 - 45 = 42 \neq 53$

イの7進法  $131 - 45 = 53$ 、答えは7進数となり、求める答えはイとなる。

ウの8進法  $131 - 45 = 64 \neq 53$

エの9進法  $131 - 45 = 75 \neq 53$

### 問19 エ

論理シフトに関する問題である。

次の手順で考える。

- ① 現在のビットパターンの値をAと仮定する。
- ② 2ビット左に論理シフトした値とAの関係を求める。
- ③ 3ビット右に論理シフトした値とAの関係を求める。
- ④ ②と③で求めた結果の比を考える。

16ビットのレジスタの内容をAとすると、2ビット左へ論理シフトした値「0」は $2^2 \times A$ となる。また、右へ3ビット論理シフトした値「6」は $2^{-3} \times A$ である。

「0」／「6」 $= 2^2 \times A / 2^{-3} \times A = 2^2 \times 2^3 = 2^5 = 32$ となり、求める答えはエとなる。

### 問20 ア

右に算術シフトした場合の余りに関する問題である。

負数を2の補数で表す場合の2進数を10進数の4で割る場合であるから、右に2ビット算術シフトすることになる。

- ① 符号が正の場合、余りはオーバフローしたビットの値になる。オーバフローするのが11の場合であるから、符号が正の場合は余りは3になる。
- ② 符号が負の場合、nビットオーバフローすると、nビットの値から $2^n$ を引いた結果が余りとなる。オーバフローするのが11の場合であるから、2進数の11は10進数の3であり、その値から $2^2$ を引いた値が余りになる。符号が負の場合の余りは $3 - 2^2 = -1$ となる。

アは2進数の符号が正の場合で、余りは3となり、正しい。求める答えはアとなる。

イは負の場合で余りは $3 - 4 = -1$ となるため正しくない。

ウ、エは正の場合は3、負の場合は $-1$ であるから正しくない。

### 問21 ア

あふれに関する問題である。

整数の演算結果があふれを発生させるのは、次の場合である。

- ① 同符号の加算である。従って、aまたはdの場合である。
- ② 異符号の減算である。従って、fまたはgの場合である。
- ③ 加算結果の符号が変化する。

この表では加算結果の符号の変化については評価できない。従って、可能性のある①、②の場合が求める答えとなり、a、d、f、gの場合で、求める答えはアとなる。



## 問22 ウ

情報落ちに関する問題である。

アの打ち切り誤差は、無限回計算すれば正しい値が得られる計算を途中で打ち切ったために発生する誤差である。

イの桁落ちは、絶対値のほぼ等しい2つの数の絶対値の差を求めたときに、有効桁数が減じてアンダーフローの現象を起こすことである。

ウの情報落ちは、絶対値の大きな値と小さな値を加算するとき、指数部を揃えるときに小さな値が右に大きくシフトし、表現可能な範囲をはずれて無視されることにより、発生する誤差である。求める答えはウとなる。

エの絶対誤差は、真の値と実測値の差である。

## 問23 エ

計算機の誤差に関する問題である。

浮動小数点演算は指数部の値を合わせるとき、仮数部をビットシフトする。この場合、加算する2つの数値の指数部の値の差が大きいと、小さい方の数値が情報落ちになり誤差となる。絶対値の大きい数値から計算を進めると、小さい数値を加算する段階で情報落ちが生じる。従って、絶対値の小さいものから加算すると誤差が小さくなる。

絶対値の大きい範囲の加算では、オーバーフローが発生しやすく、絶対値の小さい範囲の加算ではアンダーフローが発生しやすい。アンダーフローよりオーバーフローの方が誤差が大きい。従って、絶対値の小さい方から計算する。絶対値の小さいものから大きいものへ計算し、加算、減算を組み合わせ計算する方式が最も誤差が小さくなる。従って、絶対値の昇順に並べ替えて計算する。

アは、正数の絶対値の大きいものから計算をはじめ、負数の絶対値の大きいものへと計算をしていく手順であり、正数の領域では情報落ちが発生し、更にアンダーフローやオーバーフローが発生しやすく誤差が生じやすい。

イは、負数の絶対値の大きいものから計算を初めて、正数の絶対値の大きいものへと計算をしていく手順であり、負数の領域で情報落ちが発生し、更にアンダーフローやオーバーフローが発生しやすく誤差が生じやすい。

ウは、正数負数に関係なく、絶対値の大きいものから順に正数は加算、負数は減算する方法であり、情報落ちやオーバーフローの誤差が生じやすい。

エは、正数負数の関係なく、絶対値の小さいものから順次大きいものへ、正数は加算し、負数は減算する計算法で誤差の発生が最も小さい。求める答えはエとなる。

## 問24 イ

丸め誤差に関する問題である。

10進数小数を2進数に変換すると

アの0.25は0.01となる。

イの0.45は0.0111001100……となり、循環小数となる。求める答えはイとなる。

ウの0.5は0.1となる。

エの0.75は0.11となる。



#### 問25 エ

桁落ちに関する問題である。

桁落ちは絶対値のほぼ等しい2つの値の差を求めたときに、有効桁数が減じてアンダーフローを起こすことである。検討対象は、指数部の値が最も等しく、減算が実行されているものである。

指数部の値が最も等しく、減算はエである。求める答えはエとなる。

ア、ウは加算である。イは指数部が異なる。ア、イ、ウは演算を行う場合に指数調整が必要であり、情報落ちが発生しやすい。

#### 問26 エ

計算機の誤差に関する問題である。

浮動小数点演算における誤差の発生は、情報落ち、桁あふれ、桁落ちがある。ここで問題になっているのは情報落ちと桁落ちである。

情報落ち：絶対値の大きな値と小さな値を加算すると、指数部を揃えるときに小さな値が無視される。

桁落ち：ほぼ等しい値を減算すると結果が小さい値になり表現不能になる。

桁あふれ：絶対値の大きい範囲の加算では、オーバフローが発生しやすく、絶対値の小さい範囲の加算ではアンダーフローが発生しやすい。

加算による誤差の発生は情報落ちであり、減算による誤差の発生は桁落ちである。計算の順序は加算、減算であるから、情報落ち、桁落ちになる。求める答えはエとなる。

#### 問27 ウ

計算機の誤差と正規化に関する問題である。

アの切り上げは、決められた桁より小さい桁の数値を無視し、決められた桁の1桁上の桁の数値に1を加算することである。

イの切り捨ては、アの場合の1桁上の1の加算をしない場合である。

ウの正規化は、浮動小数点数表示の仮数部分の決められた数値範囲内に全数値を収めるように修正することである。0以外の数値に対して仮数部の絶対値の最上位桁が0以外になるように桁合わせをする操作である。表現する実数の値は変わらないので、それに応じて指数部を調整する。求める答えはウとなる。

エの丸めは、10進数の小数を2進数の小数に変換する場合、2進数のビットを有限桁数にすると、有限桁以上の桁のビットは切り捨てられてしまうことによって生じる誤差である。

#### 問28 ウ

計算機誤差の情報落ちに関する問題である。

演算する2つの数を指数の大きい方に指数調整するため、仮数部のビットを右にシフトする必要がある。このシフト量が23ビット以上になると情報落ちが発生する。

アは2つの数値を $2^{-15}$ に合わせるため、前者の10.101を1ビット右にシフトする。

イは2つの数値を $2^{16}$ に合わせて演算するためシフトの必要がない。

ウは2つの数値を $2^{18}$ に合わせるため、後者の1.01を23ビット右にシフトする。01の桁が情報落ちになる。求める答えはウとなる。

エは2つの数値を $2^{21}$ に合わせるため、前者の1.001を1ビット右にシフトする。

#### 問29 ア

桁落ちに関する問題である。

桁落ちは、絶対値のほぼ等しい二つの数の差を求めたときに、有効桁が減じるために発生する誤差である。

アは桁落ち、イは桁あふれ、ウは丸め誤差、エは情報落ちである。求める答えはアとなる。

#### 問30 エ

丸め誤差に関する問題である。

10進数の小数0.1、0.2、…、0.4、0.5、…、0.9を2進数に変換した場合、循環小数になるかどうかを検討する。2進数を10進数に変換する場合は必ず有限桁で表現できる。

ア、イの2進数で有限桁の小数は10進数に変換すると有限桁である。ア、イは誤りである。

ウの10進数での有限桁の小数は2進数に変換すると有限桁で表現できる場合がある。従って、誤りである。

エの10進数で有限桁の小数は、2進数に変換すると有限桁とは限らない。正しい。(例)(0.5)<sub>10</sub>=(0.1)<sub>2</sub> 有限桁、(0.2)<sub>10</sub>=(0.00110011…) <sub>2</sub> 有限桁でない。求める答えはエとなる。

#### 問31 イ

丸め誤差に関する問題である。

丸め誤差とは、数表現のけた数を有限けたにする場合に、切り捨て、切り上げ、4捨5入等によって生じる誤差である。10進数の小数を2進数に変換する場合などに発生する。

アは桁あふれ、イは丸め誤差、ウはけた落ち、エは情報落ちである。求める答えはイとなる。

#### 問32 ウ

丸め誤差に関する問題である。

10進数の小数を8進数の小数に変換し、循環小数になるかどうかを確認する。10進数の小数を8進数に変換するには、小数部分を8倍し、2進数の小数の場合と同様の操作で計算する。

アの0.3を8進数に変換すると、0.2314631463146……となる。

イの0.4を8進数に変換すると、0.314631463146……となる。

ウの0.5を8進数に変換すると、0.4となる。求める答えはウである。

エの0.8を8進数に変換すると、0.6314631463146……となる。

#### 問33 エ

基数変換と誤差との関係に関する問題である。

10進数の小数を2進数に変換すると、無限小数になる場合と有限小数で表すことができる場合がある。無限小数になる場合、それを有限桁で表すと誤差が発生する。逆に、2進数を10進数に変換すると、すべて誤差なく変換し、有限桁で表すことができる。

アは、有限小数になる場合と無限小数になる場合がある。10進数の0.5は有限小数である

が、0.2や0.3などは無限小数になる。

イ、ウは、前者では無限小数になる場合があり、後者は必ず有限小数になる。両方とも誤りである。

エの前者は有限小数になることも無限小数になることもあり、後者は必ず有限小数になるの記述は正しい。求める答えはエとなる。

### 問34 イ

桁落ちに関する問題である。

符号部1ビット、指数部7ビット、仮数部8ビットの次の浮動小数点形式の2進数を計算すると、仮数部の有効桁数が減少する。

$$\begin{array}{r} 0011001111111111 - 0011001111111110 \\ = 0011001100000001 \end{array}$$

求める答えはイとなる。

### 問35 イ

四捨五入と計算精度の変化に関する問題である。

- ① 0、1、2、3、4の数値は切り捨てられる。切り捨てられる量は、0、1、2、3、4である。
- ② 5、6、7、8、9の数値が切り上げられる。切り上げられる量は、5、4、3、2、1である。

四捨五入で切り捨てられるのは、0～4でこの間の数値が同じ確率で発生すると、切り捨てられる期待値は $(0 + 1 + 2 + 3 + 4) / 5 = 2$ となる。切り上げられる数字は、5～9でその場合の切り上げられる期待値は、同様に計算すると、 $(5 + 4 + 3 + 2 + 1) / 5 = 3$ となる。

従って、全体の四捨五入による数値の増減の期待値は $3 - 2 = 1$ となり、四捨五入の結果、計算値は大きくなる。求める答えはイとなる。

### 問36 ア

基数変換に関する問題である。

アの2進数の有限小数を10進数に変換する場合、 $\dots, 2^2, 2^1, 2^0, 2^{-1}, 2^{-2}, \dots$ を2進数の各桁に乗じてその結果の和を求める。従って、結果は有限の値になる。求める答えはアとなる。

イの8進数の有限小数を2進数に変換するには、各桁の値を3ビットの2進数に置き換えればよい。従って、必ず2進数の有限小数になる。

ウの8進数を10進数に変換する場合、2進数に変換して10進数に変換することができる。2進数の有限小数を10進数に変換すると必ず有限小数になる。

エの10進数の有限小数は8進数に変換すると、循環小数になる場合もある。

### 問37 エ

情報落ちの誤差に関する問題である。

情報落ちは、浮動小数点演算において絶対値の大きな値に、絶対値の小さな値を加算する場合、

指数部を揃えて計算するため、絶対値の小さな値が無視され誤差が発生する。加算の場合、両者の指数部を合わせるとき、小さい方の仮数部が右に大きくシフトし、有効ビット範囲の下位の桁が欠落する。

情報落ちを防ぐためには次の処置が必要である。

- ① 加算を行う場合に差の少ない数値の順に加算する。
- ② 絶対値の小さい値から加算する。

以上の内容から、絶対値の小さいものから計算するのは情報落ちの誤差の防止である。求める答えはエとなる。

アのアンダフロー、ウの桁落ちは、浮動小数点演算において非常に小さな指数表記の浮動小数点数同士の乗算を行うと、指数が指数部で表現できる範囲を下回ってしまうことであり、ほぼ等しい値の浮動小数点同士を減算すると、結果が非常に小さい値になるため表現できる範囲からもられたり、有効桁数が大幅に減ってしまうことである。

イの打ち切り誤差は、数値計算を途中で打ち切るために生じる誤差である。

### 問38 ウ

相対丸め誤差に関する問題である。

絶対誤差は、 $|\text{測定値} - \text{真の値}|$ の絶対値で与えられる。

相対誤差は、次の式で計算する。

$$\text{相対誤差} = \text{絶対誤差} \times 100 / \text{真の値}$$

真の値が不明の場合には、真の値の代わりに測定値を用いる場合がある。

2進数の  $.0001100110$  を10進数に変換すると、

$$2^{-4} + 2^{-5} + 2^{-8} + 2^{-9}$$

$$= 0.0625 + 0.03125 + 0.0039062 + 0.0019531$$

$$= 0.0996093$$

従って、相対誤差は

$$(0.1 - 0.0996093) / 0.1 = 0.003907 = 0.004$$

0.4 (%)となる。求める答えはウとなる。

### 問39 イ

桁落ちに関する問題である。

桁落ちは、絶対値のほぼ等しい二つの数の絶対値の差を求めたときに、非常に小さい値になり、表現できる範囲からもられたり、有効桁が大幅に減じるために発生する誤差である。

また、非常に小さな指数表記の浮動小数点数同士の乗算を行うと、指数が指数部で表現できる範囲を下回ってしまうことにより、発生する誤差である。

アの  $365.2422 + 0.002437831$  の計算は、一定の数値にそれよりも大幅に小さい同符号の値の加算であるため、桁あふれが発生しても桁落ちは発生しない。

イは  $365.2425 - 364.2422 = 0.0003$  の計算は、絶対値がほぼ等しい二つの数の減算であるため有効桁数が減少して桁落ちが発生する。有効桁数の減少は次のようにして確認できる。 $0.0003$  の逆数を考えると、 $1 \div 0.0003 = 3333.3\cdots$  となり、 $2048 = 2^{11} < 3333 < 2^{12} = 4096$  であるから、最初の1が現れるのは12ビット目となり、仮

数32ビットの場合、正規化の条件から有効桁数が32ビットから21ビットに減少し、誤差が発生することになる。求める答えはイとなる。

$$\begin{aligned}\text{ウの } 0.0001234567 \times 0.0001122448 \\ &= 1.234567 \times 10^{-3} \times 1.122448 \times 10^{-3} \\ &= 1.38573 \times 10^{-6}\end{aligned}$$

指数の表現範囲を超えないため桁落ちは発生しない。 $10^{-6}$ は $2^{-20} = 16^{-5}$ 程度であり、指数の表現範囲を超えない。

エの $1.414213 \times 10^{-40} + 2.645751 \times 10^{-50}$ の計算は、指数部を調整して加算するため情報落ちによる誤差は発生するが、桁落ちは発生しない。

#### 問40 エ

計算機の誤差と正規化に関する問題である。

アの切り上げは、決められた桁より小さい桁の数値を無視し、決められた桁の1桁上の桁の数値に1を加算することである。

イの切り捨ては、アの場合の1桁上の1の加算をしない場合である。

ウの桁上げは、ある桁での計算結果が、その桁で表すことのできる数を超えたときに、1つ上の桁へ加えられる数のことである。

エの正規化は、浮動小数点数表示の仮数部分の決められた数値範囲内に全数値を収めるように修正することである。0以外の数値に対して仮数部の絶対値の最上位桁が0以外になるように桁合わせをする操作である。求める答えはエとなる。

## 1.3 「集合とベン図」 解答解説

### 問1 イ

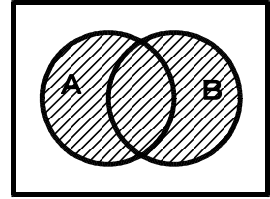
論理式の証明に関する問題である。

$A \vee (\overline{A} \wedge B)$  の論理式をベン図で表すと図のようになる。

$\overline{A} \wedge B$  が真となるのは、右の図の斜線の部分であり、 $A$  が真となるのは右の図の  $A$  の円の内部になる。論理式の演算結果は両者を合わせたものである。ベン図の真の部分は  $A \vee B$  で表すことができる。

$$A \vee (\overline{A} \wedge B) = A \vee B$$

求める答えはイとなる。



### 問2 ウ

論理式に関する問題である。

次のいずれかの方法で答えを求める。

- ① ベン図を利用する。
- ② ド・モルガンの公式を利用する。

ド・モルガン法則

$$\overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B} \quad \overline{A \cap B} = \overline{A} \cup \overline{B}$$

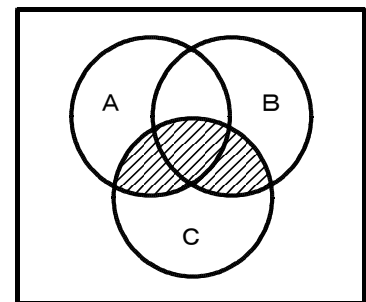
ベン図を利用する場合、論理式  $(A + B) \cdot \overline{C}$  が真となるベン図を作図すると図のようになる。

従って、斜線の部分以外の箇所が与えられた論理式  $\overline{(A + B) \cdot \overline{C}}$  に一致する。すなわち、円  $A$ 、 $B$  の外部の共通する ( $A$ 、 $B$  のそれぞれの否定の論理積) 部分と  $C$  の否定部分の論理和である。従って、論理式  $\overline{A} \cdot \overline{B} + \overline{C}$  で表される部分になる。

別解は、ド・モルガンの公式を利用すると論理式は次のように変形できる。

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

求める答えはウとなる。



### 問3 ウ

ベン図に関する問題である。

右の図に示すように、 $A$ 、 $B$  の共通の斜線の部分は、円  $A$ 、 $B$  の中にあり、円  $C$  の外にある。

従って

$$A \cap B \cap \overline{C}$$

となり、 $B$ 、 $C$  の共通の斜線の部分は

$$\overline{A} \cap B \cap C$$

となる。従って、斜線の部分は

$$(A \cap B \cap \overline{C}) \cup (\overline{A} \cap B \cap C)$$

となり、求める答えはウとなる。



ベン図から論理式を求める方法は次の通りになる。

- ① 3 論理変数  $A$ 、 $B$ 、 $C$  の場合、3 変数の論理積を作成する。  $A \cap B \cap C$
- ② 各論理変数について、斜線部分が円の内部にあれば肯定で何もしない、外部にあれば否定



に変更すると、2カ所の斜線部分について考えると、 $\overline{A} \cap B \cap C$ 、 $A \cap B \cap \overline{C}$ となる。

③ 斜線部分を論理和で結びつける。 $(\overline{A} \cap B \cap C) \cup (A \cap B \cap \overline{C})$

解答例の論理式を作成すると次のようになる。

アは斜線部分は3カ所であり、 $(\overline{A} \cap B \cap C) \cup (A \cap B \cap \overline{C}) \cup (\overline{A} \cap B \cap \overline{C})$ となる。

イは斜線部分は3カ所であり、 $(A \cap \overline{B} \cap \overline{C}) \cup (A \cap B \cap \overline{C}) \cup (\overline{A} \cap B \cap \overline{C})$ となる。

ウは斜線部分は2カ所であり、 $(\overline{A} \cap B \cap C) \cup (A \cap B \cap \overline{C})$ となる。

エは斜線部分は1カ所であり、 $\overline{A} \cap \overline{B} \cap \overline{C}$ となる。

#### 問4 ウ

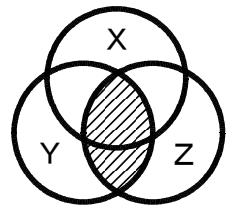
論理式に関する問題である。

$X \cdot Y \cdot Z + \overline{X} \cdot Y \cdot Z$ の論理式をベン図で表すと、図の青色の部分になる。

このベン図の青色の部分は論理変数Xに関しては、真偽共に存在するため、YとZの論理式で表すことができる。青色の部分は論理変数Y、Zの共通部分であるから

$$Y \cdot Z$$

となる。求める答えはウとなる。



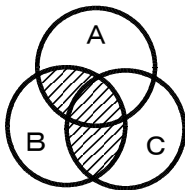
#### 問5 エ

ベン図に関する問題である。

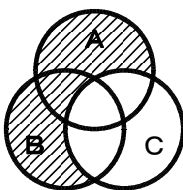
次のいずれかの方法で検討する。

- ① ア～エの各解答群の答えに対するベン図を作成する。
- ② 与えられたベン図の斜線の部分が真となる論理式を求める。

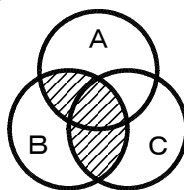
ア



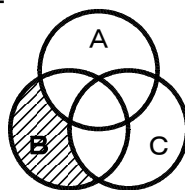
イ



ウ



エ



解答群に対するベン図を求めると図のようになる。与えられたベン図と一致するのはエである。求める答えはエとなる。

別解、与えられたベン図から論理式を作成する。斜線の部分は、円A、Cの外部の共通部分と円Bの共通部分である。円A、Cの外部の共通部分は $\overline{A} + \overline{C}$ であるから、求める斜線の部分の論理式は $(\overline{A} + \overline{C}) \cdot B$ となる。

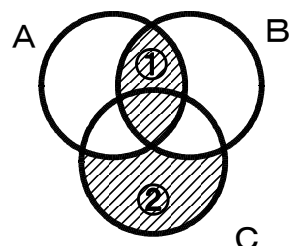
#### 問6 イ

ベン図に関する問題である。

ベン図の①の部分はAとBの論理積になる。即ち、 $A \cap B$ となる。

ベン図の②の部分は $\overline{A \cup B}$ とCの論理積になる。従って、ベン図の斜線の部分は次の論理式になる。

$$(A \cap B) \cup (\overline{A \cup B} \cap C)$$



求める答えはイとなる。

### 問7 エ

論理式に関する問題である。

論理公式を利用して式を展開すると求めることができる。

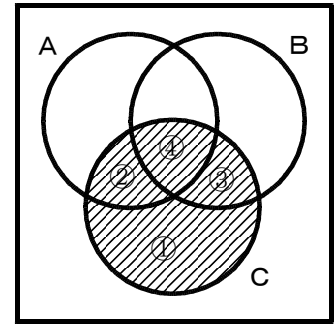
$$\begin{aligned} & \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + A \cdot \overline{B} \cdot C + \overline{A} \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot C \\ &= \overline{B} \cdot C (\overline{A} + A) + B \cdot C (\overline{A} + A) = (\overline{A} + A) (\overline{B} \cdot C + B \cdot C) \\ &= C (\overline{B} + B) = C \end{aligned}$$

求める答えはエとなる。

$(\overline{A} + A) = 1$ 、 $(\overline{B} + B) = 1$ となる。

ベン図において、 $\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C$ は①の部分、 $A \cdot \overline{B} \cdot C$ は②の部分、 $\overline{A} \cdot B \cdot C$ は③の部分、 $A \cdot B \cdot C$ は④であり、それらの論理和が与えられた論理式となる。

ベン図の斜線の部分であるからCとなる。



### 問8 ウ

ベン図に関する問題である。

右の図に示すように、A、Bの共通の斜線の部分は、円A、Bの中にあり、円Cの外にある。

従って

$$A \cap B \cap \overline{C}$$

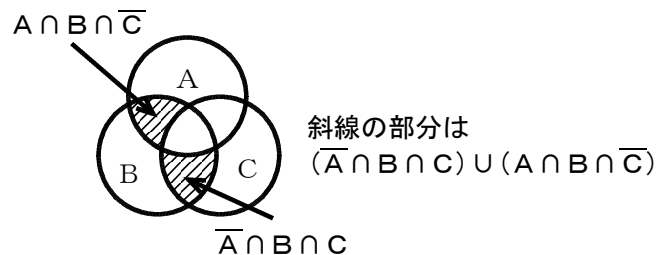
となり、B、Cの共通の斜線の部分は

$$\overline{A} \cap B \cap C$$

となる。従って、斜線の部分は

$$(\overline{A} \cap B \cap C) \cup (A \cap B \cap \overline{C})$$

となり、求める答えはウとなる。



### 問9 エ

論理式に関する問題である。

論理公式を利用して式を展開すると求めることができる。

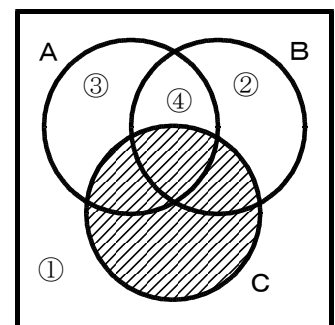
$$\begin{aligned} & \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot \overline{C} \\ &= \overline{A} \cdot \overline{C} (\overline{B} + B) + A \cdot \overline{C} (\overline{B} + B) = \overline{C} (\overline{A} + A) = \overline{C} \end{aligned}$$

求める答えはエとなる。

$(\overline{B} + B) = 1$ 、 $(\overline{A} + A) = 1$ となる。

ベン図において、 $\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$ は①の部分、 $\overline{A} \cdot B \cdot \overline{C}$ は②の部分、 $A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$ は③の部分、 $A \cdot B \cdot \overline{C}$ は④であり、それらの論理和が与えられた論理式となる。

ベン図の斜線の部分の外部であるから $\overline{C}$ となる。



### 問10 ア

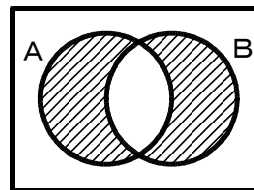
真理値表と論理式に関する問題である。

与えられたA、Bの真理値表の特徴を把握する。



A、Bの真理値表から、Cは論理積、Sは排他的論理和を表す。従って、Cは $A \cdot B$ であり、Sは $(A \cdot \overline{B}) + (\overline{A} \cdot B)$ となり、求める答えはアとなる。

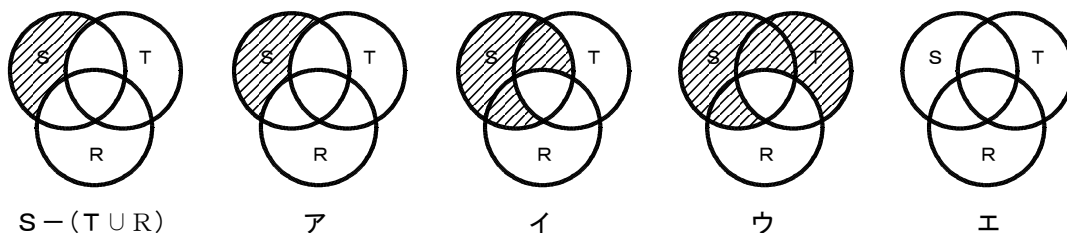
A、Bのビットが同じ場合に0になるためには、どちらか一方が否定された論理積を求めればよい。異なる場合に1となるためには、どちらか一方が否定された論理積の論理和を求めればよいことになる。従って、排他的論理和は $(A \cdot \overline{B}) + (\overline{A} \cdot B)$ で表すことができる。



### 問11 ア

集合に関する問題である。

次に与えられた集合と4つの解答のベン図を求めると図のようになる。エの場合は満足する領域が存在しない。S - (T ∪ R)と一致するのはアのベン図である。求める答えはアとなる。



### 問12 エ

集合に関する問題である。

S - Tのベン図を描くと、右図のようになる。

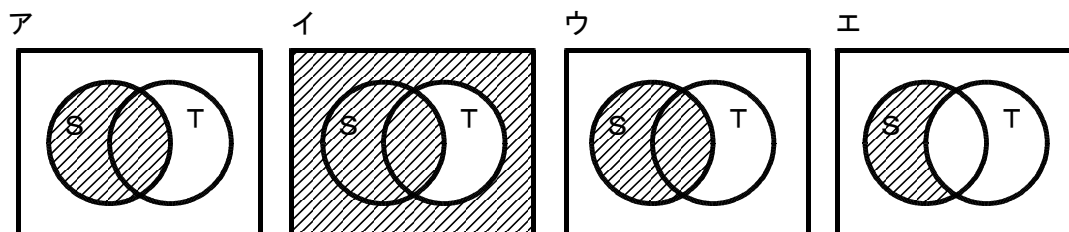
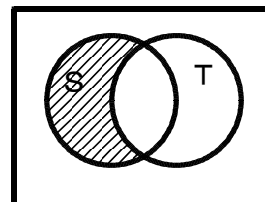
ア～エのベン図を描くと、図のようになる。

アは、S、Tの共通部分とSの和であるから、Sとなる。

イは、SとTの否定の和であるから、イの図になる。

ウは、SとTの和とSの共通部分であるから、ウの図となり、S - Tの図と一致する。

エは、SとTの否定の共通部分で、S - Tの図と一致する。求める答えはエとなる。



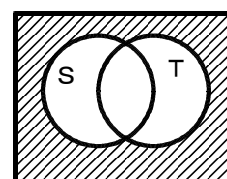
### 問13 ウ

集合に関する問題である。

$\overline{A} \cap \overline{B}$ のベン図を描くと、右図のようになる。

ア～エのベン図を描くと、次の図のようになる。

アの $(\overline{A} \cup \overline{B}) - (A \cap B)$ は、 $\overline{A}$ 、 $\overline{B}$ の和の領域から、A、Bの共通部分の領域を除いた部

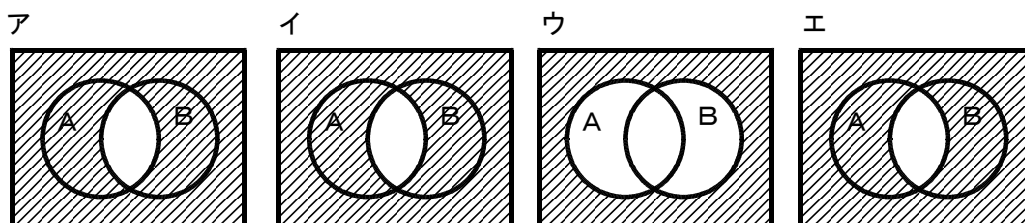


分になる。 $\overline{A \cup B}$ はA、Bの共通部分の領域が除かれているため、 $\overline{A} \cap \overline{B}$ となる。

イの $(S - A) \cup (S - B)$ は、全体からAを除いた領域と全体からBを除いた領域の和の領域であるからイの図になる。

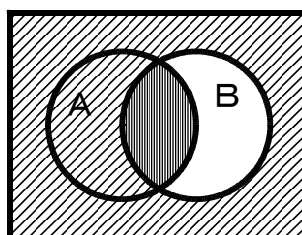
ウの $\overline{A} - B$ は、Aの否定の領域からBを除いた領域であるからウの図となり、 $\overline{A} \cap \overline{B}$ の図と一致する。求める答えはウとなる。

エの $S - (A \cap B)$ は、全体からAとBの共通部分の領域を除いた領域であるからエの図になる。



#### 問14 ウ

集合に関する問題である。



アの場合、AとBの共通部分が $A \cap \overline{B}$ の外部となり、Aは部分集合とならない。

イの場合、 $A \cup B$ は $\overline{A} \cup \overline{B}$ の外部となり、部分集合とならない。

ウの場合、 $A \cap B$ は $A \cup \overline{B}$ の部分集合となる。右のベン図で $A \cap B$ は縦線の部分、 $A \cup \overline{B}$ は斜線と縦線の部分を表す。求める答はウとなる。

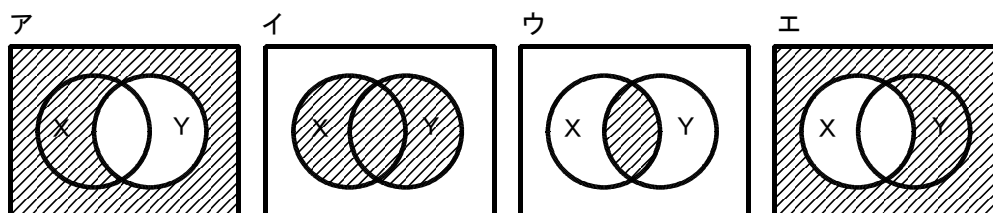
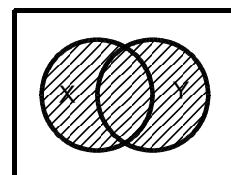
エの場合、 $\overline{A \cap B}$ には $A \cap B$ の共通部分が含まれないため部分集合にならない。

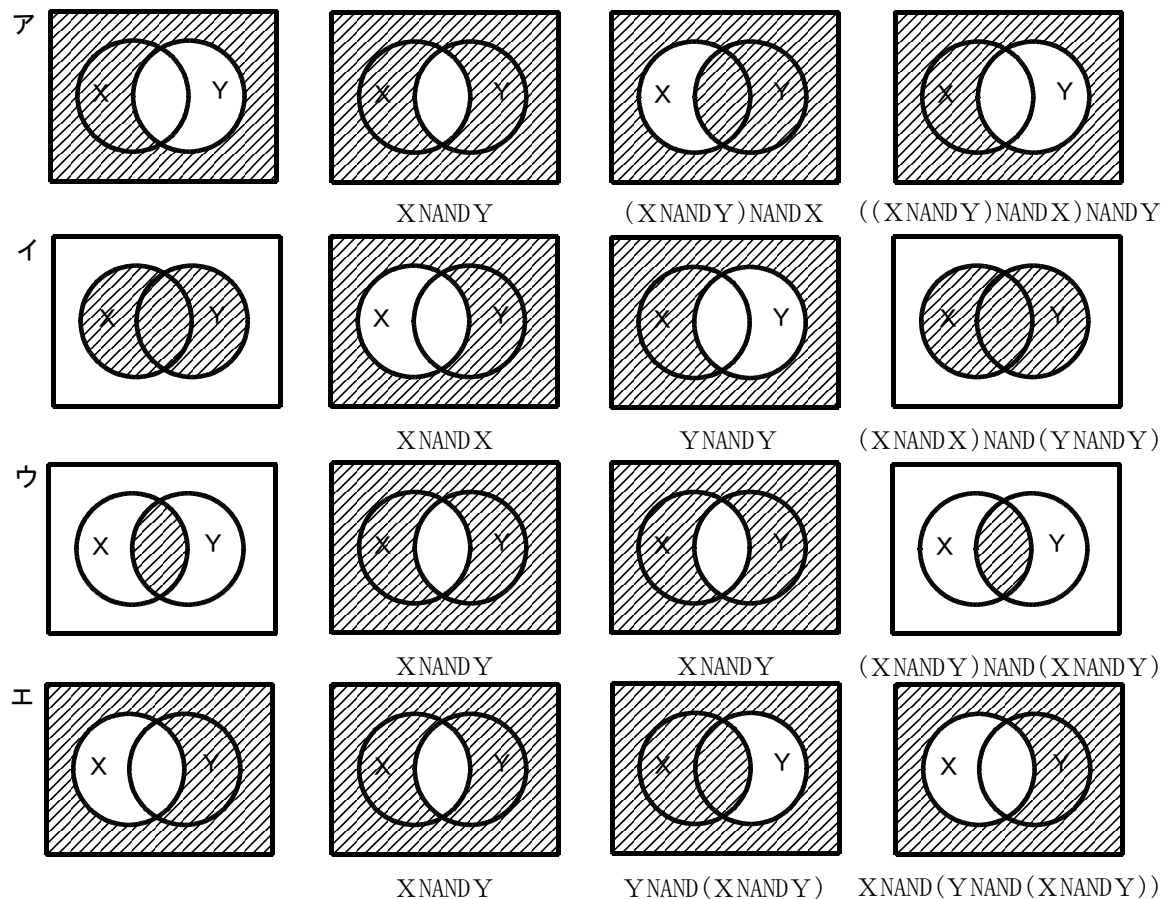
#### 問15 イ

論理演算に関する問題である。

$X \text{ OR } Y$ のベン図は右の図のようになる。

ア～エの論理式をベン図で表すと次のようになる。





#### 問16 ア

論理演算に関する問題である。

差集合演算は二つの表のうち、一方に属していて、他方に属さないものを取り出す演算である。 $R - S$ は、 $R$ に属していて、 $S$ に属していないものを $R$ から取り出す演算である。 $R$ 、 $S$ に共通なものを $R$ から取り除いたものが演算結果になる。

従って、 $R - (R - S)$ は、関係 $R$ の中から、 $(R - S)$ は関係 $R$ の中の $R$ だけに含まれているものを除くことになり、関係 $R$ の中の $S$ と共通のものが残ることになる。 $R$ と $S$ の共通部分になる。すなわち、 $R - (R - S) = R \cap S$ となる。求める答えはアとなる。

#### 問17 エ

集合に関する問題である。

解答群の等式左右の集合演算結果の①～⑦の論理式についてベン図で求め、求めたベン図を解答群の論理式に適合させて比較すればよい。

解答群の集合演算をベン図で求めると次の図ようになる。

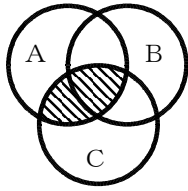
アは①と②の論理式で不一致

イは③と④の論理式で不一致

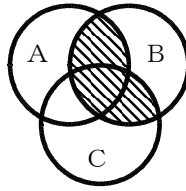
ウは⑤と⑦の論理式で不一致

エは⑥と③の論理式で一致、求める答えはエとなる。

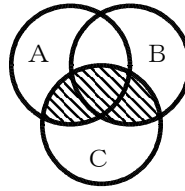
①  $(A \cup B) \cap (A \cap C)$



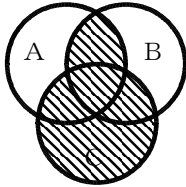
②  $B \cap (A \cup C)$



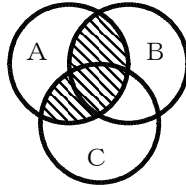
③  $(A \cup B) \cap C$



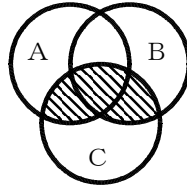
④  $(A \cup C) \cap (B \cup C)$



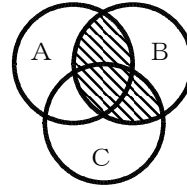
⑤  $(A \cap C) \cup (B \cap A)$



⑥  $(A \cap C) \cup (B \cap C)$



⑦  $(A \cap B) \cup (B \cap C)$



## 1.4 「論理演算の基礎」 解答解説

### 問1 イ

論理式と真理値表に関する問題である。

論理式  $Z = X \cdot \overline{Y} + \overline{X} \cdot Y$  を真理値表で表すと次のようになる。

| X | Y | $\overline{X}$ | $\overline{Y}$ | $X \cdot \overline{Y}$ | $\overline{X} \cdot Y$ | Z |
|---|---|----------------|----------------|------------------------|------------------------|---|
| 0 | 0 | 1              | 1              | 0                      | 0                      | 0 |
| 0 | 1 | 1              | 0              | 0                      | 1                      | 1 |
| 1 | 0 | 0              | 1              | 1                      | 0                      | 1 |
| 1 | 1 | 0              | 0              | 0                      | 0                      | 0 |

求める答えはイとなる。

### 問2 ウ

論理式と真理値表に関する問題である。

| X | Y | $\overline{X}$ | $\overline{Y}$ | ア | イ | ウ | エ |
|---|---|----------------|----------------|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1              | 1              | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1              | 0              | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0              | 1              | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0              | 0              | 1 | 1 | 0 | 0 |

演算結果と一致するのはウである。求める答えはウである。

### 問3 ウ

排他的論理和に関する問題である。

次の2つの考え方のいずれかで答えを求めることができる。

- ① Aのビットパターンと解答群のア～エのビットパターンの桁別排他的論理和を実行して、Cのビットパターンになるかどうかを検討する。
- ② 排他的論理和の演算結果は、同じビットの場合は0、異なるビットの場合は1となるため、AのビットとCのビットからBのビットを求めることができる。

①で考えると、ア～エの結果とAの排他的論理和を求め、Cに一致するものが答えとなる。

アは  $10110010 \vee 00110000 = 10000010$

イは  $10110010 \vee 01110000 = 11000010$

ウは、 $10110010 \vee 10001111 = 00111101$

エは、 $10110010 \vee 10111111 = 00001101$

Cに一致するのは、ウとの排他的論理和の結果である。求める答えはウである。

②で考えると、 $A = 10110010$ であり、 $C = 00111101$ であるから、それぞれの

対応するビットが、Bのビットパターンを求めると、左の最初のビットはAが1、Cが0であるから、Bは1となる。Aの左から3番目のビットは1、対応するCのビットは1であるから、Bのビットは0となる。同様にして、 $B=10001111$ となる。

#### 問4 ウ

析別論理演算に関する問題である。

任意のビットパターンとア～エの解答群の析別論理演算を実行した結果が、最上位ビットが0となり、他のビットが変化しないものを求めればよい。任意の対象ビットを10101011と仮定し、ビット演算結果が00101011となる答えを求めればよい。

ア～エについて、ビット演算を実行すると、次のようになる。

ア  $10101011 \text{ AND } 00001111 = 00001011$

イ  $10101011 \text{ OR } 00001111 = 10101111$

ウ  $10101011 \text{ AND } 01111111 = 00101011$

エ  $10101011 \text{ XOR } 11111111 = 01010100$

求める答えはウとなる。

#### 問5 ウ

析別論理演算に関する問題である。

任意のビットパターン01101010を使用して、ア～エの論理演算を実行すると次のようになる。

アの場合  $01101010 \vee 00000011 = 01101001$

イの場合  $01101010 \cup 00000011 = 01101011$

ウの場合  $01101010 \vee 11111100 = 10010110$

エの場合  $01101010 \cup 11111100 = 11101110$

求める答えはウとなる。

#### 問6 ア

析別論理演算に関する問題である。

8ビットの2進数を10111101として、ア～エの演算を行うと次のようになる。

アの場合、10111101と00001111の論理積は、00001101となり、下位4ビットは変化しない。求める答えはアとなる。

イの場合、10111101と00001111の論理和は、10111101となる。

ウの場合、10111101と00001111の排他的論理和は、10110000となる。

エの場合、10111101と00001111の否定論理積は、11110010となる。

#### 問7 ウ

析別ビット演算に関する問題である。

任意のビットパターンを11011010とすると、ア～エの演算結果は次のようになる。

アは  $11011010 \text{ AND } 11011010 = 11011010 \neq 00000000$

イは  $11011010 \text{ OR } 11011010 = 11011010 \neq 11111111$

ウは  $11011010 \text{ XOR } 11011010 = 00000000$

エは  $11011010 \text{ XOR } 11011010 = 00000000 \neq 11111111$

a bのビットパターンが同じ場合、演算結果がすべて0になるのは、a bの排他的論理和の演算結果である。求める答えはウとなる。

#### 問8 エ

析別論理演算に関する問題である。

ビット列 x、y についてア～エの解答群の析別論理演算を実行し、結果が1011となるものを求めればよい。

$\overline{x} \rightarrow 0011$ 、 $\overline{y} \rightarrow 0101$ であるから、ア～エの論理演算を実行すると次のようになる。

アの場合、 $(1100) \text{ AND } (0101) \rightarrow 0100$ となる。

イの場合、 $(0011) \text{ AND } (1010) \rightarrow 0010$ となる。

ウの場合、 $(1100) \text{ OR } (0101) \rightarrow 1101$ となる。

エの場合、 $(0011) \text{ OR } (1010) \rightarrow 1011$ となる。

求める答えはエとなる。

別解として、x、yの論理和、論理積は1110、1000となり、論理積では1のビットが結果の反転以外ない。論理和は1のビットが3個あり、可能性がある。2番目のビットと4番目のビットが入れ替わるためには、 $\overline{x} = 0011$ とyの論理和を求めればよいことになる。

#### 問9 ウ

NORの2項論理演算の問題である。

ビット列 x、y の析別論理和を求め、その結果の否定を求める。

論理和を実行すると、 $0011 + 0101 = 0111$ となり、0111の否定は1000となる。求める答えはウとなる。

#### 問10 エ

排他的論理和に関する問題である。

2つの2進数の析別排他的論理和を求め、その結果を16進数に変換する。

$11010110 \text{ V } 01101100 = 10111010$

16進数に変換すると、BAとなる。求める答えはエとなる。

#### 問11 ア

析別論理演算に関する問題である。

任意のビット列10101101を与え析別論理演算を行い、全てのビットが0になるものを求める。ア～エに関して論理演算を実行すると次のようになる。

|   |                 |   |                 |
|---|-----------------|---|-----------------|
| ア | 10101101        | イ | 10101101        |
|   | <u>01010010</u> |   | <u>10101101</u> |
|   | 00000000        |   | 00000000        |
|   |                 |   | <u>01010010</u> |
|   |                 |   | 01010010        |



|   |                 |   |                 |
|---|-----------------|---|-----------------|
| ウ | 1 0 1 0 1 1 0 1 | エ | 1 0 1 0 1 1 0 1 |
|   | 0 1 0 1 0 0 1 0 |   | 0 1 0 1 0 0 1 0 |
|   | 1 1 1 1 1 1 1 1 |   | 1 1 1 1 1 1 1 1 |

求める答えはアとなる。

#### 問12 ア

析別論理演算に関する問題である。

任意のビット列を与え、析別論理演算の結果、全てのビットが1になるものを求める。4ビットの任意のビットを1101とする。

アの $X + \overline{X}$ は $1101 + 0010 = 1111$ となる。求める答えはアとなる。

イの $X \cdot \overline{X}$ はビット列がオール0となる。

ウの排他的論理和はビット列がオール0になる。

エは、 $X \vee X$ で全て0となり、次の排他的論理和で元のビット列になる。

#### 問13 エ

NANDの2項論理演算の問題である。

ビット列 $x$ 、 $y$ の析別論理積を求め、その結果の否定を求める。

二つの論理変数の論理積を求めると、

$$(0011) \cdot (0101) = 0001$$

0001の否定を求めると、1110となる。求める答えはエとなる。

#### 問14 イ

ビットごとの論理演算に関する問題である。

4ビットの2つの2進数の析別論理演算の結果と元の2進数の間には次の特徴がある。

- ① 論理積が1のところは、両者の2進数は共に1のビットである。
- ② 論理和が0のところは、両者の2進数は共に0のビットになる。
- ③ それ以外の桁のビットは異なるビットで1または0となる。

論理積の結果、下位から2桁目が1、論理和の結果、下位から3桁目が0であるから、2つの4進数のビットパターンは、次の組み合わせのいずれかになる。

$$(0010, 1011), (1010, 0011)$$

この2つのビットパターンの加算結果を解答群の中から求めるとよい。

$$0010 + 1011 = 1101$$

$$1010 + 0011 = 1101$$

従って、答えは1101で、求める答えはイとなる。

#### 問15 ア

論理式に関する問題である。

ド・モルガンの法則を利用して、論理式を変形する。

$$\begin{aligned} \neg((\overline{A} + B) \cdot (A + \overline{C})) &= \neg(\overline{A} + B) + \neg(A + \overline{C}) \\ &= (A \cdot \overline{B}) + (\overline{A} \cdot C) = A \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot C \end{aligned}$$

となり、求める答えはアとなる。

#### 問16 エ

論理式に関する問題である。

解答群のア～エについて論理式を実行する。

ア～エの条件で、 $x$ 、 $y$ 、 $z$ の論理変数に値を与えて演算すると次のようになる。

アは $(0+0) \cdot 1 = 0$

イは $(0+1) \cdot 0 = 0$

ウは $(1+0) \cdot 0 = 0$

エは $(1+0) \cdot 1 = 1$

求める答えはエとなる。

#### 問17 エ

論理式に関する問題である。

$P$ が真であり、 $(\text{not } P) \text{ or } Q$ が真であるためには $Q$ は真でなければならない。

$Q$ が真であり、 $(\text{not } Q) \text{ or } R$ が真であるためには $R$ は真でなければならない。

従って、 $PQR$ は共に真となる。求める答はエとなる。

#### 問18 ウ

論理式に関する問題である。

解答群のア～エの論理演算子を★に当てはめて論理式が成り立つかどうかを検討すればよい。

論理公式の各種法則の適用についても検討することができる。

ア、イは論理演算公式の結合の法則から成り立つ。

$(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$ 、

$(A + B) + C = A + (B + C)$

ウは $A = (00001111)$ 、 $B = (00110011)$ 、 $C = (01010101)$ とすると、

$(A \text{ NAND } B) \text{ NAND } C = (10101011)$

$A \text{ NAND } (B \text{ NAND } C) = (11110001)$

となり、一致しない。求める答えはウである。

エは $A = (00001111)$ 、 $B = (00110011)$ 、 $C = (01010101)$ とすると、

$(A \text{ NEOR } B) \text{ NEOR } C = (01101001)$

$A \text{ NEOR } (B \text{ NEOR } C) = (01101001)$

となり、一致する。

#### 問19 ア

マスキングに関する問題である。

8ビットの2進数であるから、16の倍数は $00010000 \sim 11110000$ の範囲の数値になる。 $00010000$ の場合で考えると

アの場合  $00010000 \text{ AND } 00001111 = 00000000$

イの場合  $00010000 \text{ OR } 00001111 = 00011111$

ウの場合 00010000 AND 11110000=00010000

エの場合 00010000 OR 11110000=11110000

従って、結果が0になるのは、xと2進数00001111のビットごとの論理積をとった場合である。求める答えはアとなる。

#### 問20 ウ

論理式に関する問題である。

| X | Y | Z | 1項 | 2項 | 3項 | F |
|---|---|---|----|----|----|---|
| 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1  | 0  | 0  | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0  | 0  | 1  | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0  | 1  | 1  | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0  | 1  | 0  | 1 |

アの場合、 $X=0$ 、 $Y=0$ 、 $Z=1$ 、 $F=0 \neq 1$

イの場合、 $X=0$ 、 $Y=0$ 、 $Z=1$ 、 $F=0 \neq 1$

エの場合、 $X=0$ 、 $Y=0$ 、 $Z=1$ 、 $F=0 \neq 1$

ウの場合は、第1項 $=\overline{X} \cdot \overline{Y} \cdot Z$ 、第2項 $=X \cdot Y$ 、第3項 $=Y \cdot \overline{Z}$

とすると、Fは表のようになる。これは与えられた真理値表と一致する。求める答えはウとなる。

#### 問21 ウ

否定論理積に関する問題である。

PとQの論理積を求めると、

$$01010101 + 00101011 = 00000001$$

00000001の否定であるから、11111110、16進数に変換するとFEとなる。

求める答えはウとなる。

#### 問22 イ

真理値表に関する問題である。

ア～エの関数を評価すると次のようになる。

アの場合、 $x=T$ 、 $y=F$ 、 $z=T$ のとき、 $f(x, y, z)=F$ となり、Tとならない。

ウの場合、 $x=F$ 、 $y=F$ 、 $z=T$ のとき、 $f(x, y, z)=F$ となり、Tとならない。

エの場合、 $x=T$ 、 $y=T$ 、 $z=T$ のとき、 $f(x, y, z)=F$ となり、Tとならない。

求める答えはイとなる。

### 問23 イ

マスキングとビットシフトに関する問題である。

スタックに格納する手順は次のようになる。

①  $n$  と  $000F$  の論理積結果を  $x$  に代入する。16進数の下位の桁を取り出す。

②  $x$  をスタックにプッシュする。

③  $n$  を右に4ビット論理シフトする。次の桁取り出しの準備。

求める答えはイとなる。

### 問24 ウ

真理値表と論理式に関する問題である。

解答群の論理式に対する真理値表を作成すると次のようになる。

| x | y | z | 演算結果 | ア | イ | ウ | エ |
|---|---|---|------|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0    | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0    | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0    | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1    | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 | 1 |

ビットパターンが一致するのはウの場合である。求める答えはウとなる。

### 問25 ウ

真理値表と論理演算に関する問題である。

$X \text{ AND } Y = 0001$ 、 $X \text{ OR } Y = 0111$ であるから、解答群の答えの  $X \square Y$  との論理積、論理和の結果が問題の表に一致するものを求めればよい。

アは論理積は問題ないが、論理和の  $(00)$  が1にならない。

イは論理積は問題ないが、論理和の  $(00)$  が1にならない。

ウは論理積、論理和共に問題ない。求める答えはウとなる。

エは論理和は問題ないが、論理積の  $(11)$  が1にならない。

### 問26 ア

関数に関する問題である。

アの場合、 $(A=B \text{ かつ } B=C)$  で、 $\text{eq}(A, B)=1$ 、 $\text{eq}(B, C)=1$  となり、 $\text{eq}(1, 1)=1$

$(A \neq B \text{ かつ } B \neq C)$  で、 $\text{eq}(A, B)=0$ 、 $\text{eq}(B, C)=0$  となり、 $\text{eq}(0, 0)=1$

となり、1が返ってくるための必要十分条件になる。求める答えはアとなる。

イの場合、 $(A=B \text{ かつ } B=C)$  で、 $\text{eq}(A, B)=1$ 、 $\text{eq}(B, C)=1$  となり、 $\text{eq}(1, 1)=1$

$(A \neq B \text{ 又は } B \neq C)$  で、 $\text{eq}(A, B)=0$ 、 $\text{eq}(B, C)=0$  となり、 $\text{eq}(0, 0)=1$ 、

$eq(0, 1) = 0$ 、 $eq(1, 0) = 0$ 、 $eq(0, 0) = 1$  となるため、1 が返ってくるための必要十分条件にならない。

ウの場合、 $(A = B \text{ かつ } B = C)$  で、 $eq(A, B) = 1$ 、 $eq(B, C) = 1$  となり、 $eq(1, 1) = 1$  ( $A = C$ ) で、 $eq(A, B) = 0$ 、 $eq(A, B) = 1$ 、 $eq(B, C) = 0$ 、 $eq(B, C) = 1$  となり、 $eq(0, 0) = 1$ 、 $eq(0, 1) = 0$ 、 $eq(1, 0) = 0$ 、 $eq(0, 0) = 1$  となるため、1 が返ってくるための必要十分条件にならない。

エの場合、 $(A = B \text{ 又は } B = C)$  で、 $eq(A, B) = 1$ 、又は  $eq(B, C) = 1$  となり、 $eq(0, 0) = 1$ 、 $eq(0, 1) = 0$ 、 $eq(1, 0) = 0$ 、 $eq(0, 0) = 1$  となり、1 又は 0 となる。  
 $(A = C)$  で、 $eq(A, B) = 0$ 、 $eq(A, B) = 1$ 、 $eq(B, C) = 0$ 、 $eq(B, C) = 1$  となり、 $eq(0, 0) = 1$ 、 $eq(0, 1) = 0$ 、 $eq(1, 0) = 0$ 、 $eq(0, 0) = 1$  となるため、共に、1 が返ってくるための必要十分条件にならない。

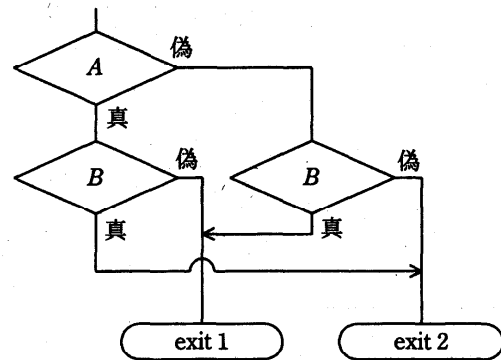
## 問27 イ

流れ図に関する問題である。

右の流れ図は、変数 A、B の値が、共に真、または共に偽の時は exit 2 となり、変数 A、B の値が異なる場合は exit 1 となる内容である。

真理値表で表すと次のようになる。

| A | B | A XOR B |
|---|---|---------|
| 0 | 0 | 0       |
| 0 | 1 | 1       |
| 1 | 0 | 1       |
| 1 | 1 | 0       |



真理値表の内容は排他的論理和を示している。求める答えはイとなる。

## 1.5 「論理回路」 解答解説

### 問1 エ

論理式に関する問題である。

2つのスイッチA、Bのどちらか一方を操作すると、状態が変化する論理である。

- ① 両者が1の状態であつた状態から、Aを操作すると(A 0、B 1)で真となり、再びAを操作すると(A 1、B 1)で偽となる。
- ② 両者が1の状態であつたものから、Aを操作すると(A 0、B 1)で真となり、次にBを操作すると(A 0、B 0)で偽となる。
- ③ 両者の状態が同じならば真(または偽)で、両者の状態が異なれば偽(または真)となる論理を利用する。

AのANDは、両者が1の場合のみ1であるから実現できない。

IのNANDは、両者が0の場合のみ1であるから実現できない。

UのNORは、両者が0の場合のみ1となるから実現できない。

EのXORは、両者の条件が異なると1となり、両者の条件が一致すると0となるため実現可能である。求める答えはEである。

### 問2 エ

全加算器に関する問題である。

桁上げの数Tは、入力の1のビットが2個以上あると桁上げが生じて1となり、桁上げなしの和Rは1ビットが奇数個あると1となる論理回路である。

出力R、Tのビットパターンは、入力D、E、Fのビットパターンの次の条件で求めることができる。

- ① DEFのビットパターンのうち、1のビットの個数が奇数ならばRは1になる。偶数ならばRは0になる。
- ② DEFのビットパターン中に、1のビットの個数が2個以上あればTは1になり、それ以外は0になる。

入力表のDEFのパターンを利用して、RTを求めると次のようになる。

R 0 1 1 0 1 0 0 1      T 0 0 0 1 0 1 1 1

求める答えはEとなる。

### 問3 エ

半加算器に関する問題である。

真理値表のビットパターンを検討し、論理回路との特徴を明確にする。

桁内の演算結果の数が排他的論理和で求まり、桁上げ数が論理積の演算で求まるから、半加算器である。求める答えはEとなる。

### 問4 エ

半加算器、全加算器に関する問題である。

半加算器は、排他的論理和と論理積で構成される論理回路である。

半加算器は、2つのビットの和を計算し、その桁の値と上位の桁への繰り上げを出力する。半加算器のSは1桁内の加算の結果で、排他的論理和の結果となる。

Cは桁上がりで、論理積の結果となる。

全加算器は、2つの半加算器とOR回路を組み合わせる。

Sは1のビットが奇数個あれば1、0または奇数個ならば0となる。

Cは1のビットが2個以上あれば1、2個未満では0となる。

桁内の演算結果の出力1が排他的論理和で、桁上げ数の出力2が論理積の演算であるから、半加算器である。求める答えはエとなる。

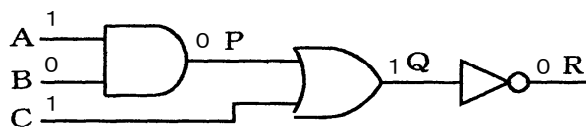
#### 問5 ア

MIL記号で示された論理回路に入力条件を適用して論理展開すればよい。

Pは $A = 1$ 、 $B = 0$ の論理積で、 $P = 0$ 、Qは $P = 0$ と $C = 1$ の論理和で、 $Q = 1$ 、RはQの否定であるから、 $R = 0$ となる。

従って、 $P = 0$ 、 $Q = 1$ 、 $R = 0$ となり、求める答えはアとなる。

MIL記号を利用して演算結果を示すと次のようになる。



#### 問6 イ

MIL記号に関する問題である。

MIL記号から論理式を導くことが可能である。

論理積の入力は一方が否定されているため、入力A、Bが異なるビットの場合に論理積のどちらかの出力が1となり、二つの論理積の出力の論理和も1になる。入力A、Bが同じビットの場合、論理積の出力は共に0となり、論理和の出力は0になる。与えられた論理回路は排他的論理和を示している。

論理回路から、Aの否定とBの論理積であるから $\overline{A} \cdot B$ 、もう一つの論理積は、 $A \cdot \overline{B}$ となり、この二つの論理積の論理和が求める答えになる。従って、 $\overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$  となる。この論理式は排他的論理和を表している。

#### 問7 エ

処理装置の論理回路に関する用語に関する問題である。

アのANDゲートは、論理積演算を行う回路で、二つの条件がともに真の時だけ結果の出力が真となる。入力がすべて1のときのみ出力が1となり、入力のうち一つでも0があると、出力は0となる。

イの加算器は、半加算器と全加算器で構成された2進数データの和を求める回路である。半加算器は下位からのけた上りを考慮しない回路で、最下位ビットの加算に使用され、全加算器は下位からのけた上りを考慮した回路で、最下位ビット以外のビットの加算に使用される。

ウの乗算器は、乗算を実現する回路で構成される。左シフトと加算によって実現する。



エのフリップフロップは、1ビットの情報を記憶できる回路で、順序回路を構成する基本的な素子として用いられ、CPU内のレジスタ、カウンタなどの構成要素となる。SRAMの記憶セルに使用する。求める答えはエとなる。

### 問8 イ

論理回路に関する問題である。

AとBの論理和とCの否定の論理積がDとなる。従って、次の論理式になる。

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

求める答えはイとなる。

### 問9 エ

MIL記号に関する問題である。

1の数が偶数個、奇数個によって出力が1または0になる問題であるから、1の数が2つの偶数個について検討し、出力が1になる回路について1の個数が奇数の場合について出力が0になることを検討すればよい。

入力のビットパターンとしては、(1100)、(1010)の2通りと、(1000)について考える。

アの場合、(1100)→(00)→0となり、1にはならない。

イの場合、(1100)→(00)→0→1となり、1となる。

(1010)→(11)→1→0となり、1にはならない。

ウの場合、(1100)→(10)→1となり、1となる。

(1010)→(11)→0となり、1とならない。

エの場合、(1100)→(00)→0→1となり、1となる。

(1010)→(11)→0→1となり、1となる。

(0000)→(00)→0→1となり、1となる。

(1111)→(00)→0→1となり、1となる。

(1000)→(10)→1→0となり、0となる。

(1110)→(01)→1→0となり、0となる。

求める答えはエとなる。

### 問10 ウ

全加算器のビットパターンに関する問題である。

|        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 入<br>力 | A | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
|        | B | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
|        | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 出<br>力 | S | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
|        | C | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

S : 入力ABCの1の数が奇数個の場合は1、偶数の場合は0

C : 入力ABCの1が2個以上の場合は1、1個の場合は0

桁上げの数のcは、入力の1のビットが2個以上あると桁上げが生じて1となり、桁上げなし

の和  $s$  は 1 ビットが奇数個あると 1 となる論理回路である。

全加算器のビットパターンは表に示すようになる。

$x$ 、 $y$ 、 $z$  の入力、1 のビットの数は 2 で偶数であるから、 $c$  は 1、 $s$  は 0 となる。求める答えはウとなる。

#### 問11 ウ

論理回路に関する問題である。

M I L 記号で示された論理回路に入力条件を適用して論理展開すればよい。

二つの論理積の結果を求めると、上部の論理積は  $(0011, 0101) \rightarrow (0001)$  となり、下部の論理積は  $(1100, 1010) \rightarrow (1000)$  となる。

二つの論理積の結果の論理和を求めると、 $(0001, 1000) \rightarrow (1001)$  となり、求める答えはウとなる。

#### 問12 イ

論理回路に関する問題である。

2 つの論理変数  $A$ 、 $B$  と論理演算の結果の間には次の真理値表の関係が成立する。

表中、1 は真、0 は偽、 $\vee$  は論理和、 $\wedge$  は論理積、 $\nabla$  は排他的論理和を表す。

| $A$ | $B$ | $A \vee B$ | $A \wedge B$ | $A \nabla B$ | $\overline{A \vee B}$ | $\overline{A \wedge B}$ | $\overline{A \nabla B}$ |
|-----|-----|------------|--------------|--------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0   | 0   | 0          | 0            | 0            | 1                     | 1                       | 1                       |
| 0   | 1   | 1          | 0            | 1            | 0                     | 1                       | 0                       |
| 1   | 0   | 1          | 0            | 1            | 0                     | 1                       | 0                       |
| 1   | 1   | 1          | 1            | 0            | 0                     | 0                       | 1                       |

真理値表において、2 つの入力  $A$ 、 $B$  が共に 1 のときだけ、出力が 0 になるのは  $\overline{A \wedge B}$  の場合で、NAND である。求める答えはイとなる。

#### 問13 イ

論理回路に関する問題である。

与えられた論理回路の真理値表と解答群の論理回路の真理値表を作成すると次のようになる。

| $A$ | $B$ | $X$ | ア | イ | ウ | エ |
|-----|-----|-----|---|---|---|---|
| 0   | 0   | 1   | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0   | 1   | 0   | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1   | 0   | 1   | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1   | 1   | 1   | 0 | 1 | 1 | 1 |

$X$  のビットパターン 1 0 1 1 と一致するのは、イのビットパターンである。求める答えはイとなる。

#### 問14 ウ

フリップフロップ回路の問題である。

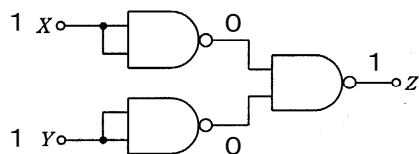
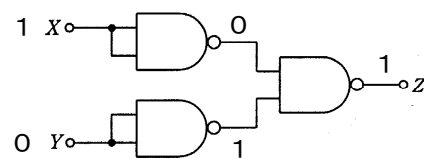
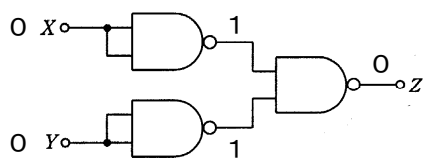
S、Rの値を変化させてシミュレーションを実行すれば答えを得ることができる。

S、R、X、Yは表のように変化する。最後の状態はX = 1、Y = 0となる。求める答えはウとなる。

| S | R | X | Y |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

#### 問15 イ

論理回路の問題である。



| X | Y | Z | $X \cdot Y$ | $X + Y$ | $\overline{X + Y}$ | $\overline{X \cdot Y}$ |
|---|---|---|-------------|---------|--------------------|------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0           | 0       | 1                  | 1                      |
| 1 | 0 | 1 | 0           | 1       | 0                  | 1                      |
| 0 | 1 | 1 | 0           | 1       | 0                  | 1                      |
| 1 | 1 | 1 | 1           | 1       | 0                  | 0                      |

与えられた回路、解答群の真理値表を作成すると図及び表のようになる。

真理値表の中で、Zのビットパターンと一致するのは、 $X + Y$ であり、求める答えはイとなる。

#### 問16 イ

論理回路に関する問題である。

論理公式を使用して変形すると、次のようになる。

$$\begin{aligned}
 X &= \overline{A} \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B} + A \cdot B \\
 &= \overline{A} (\overline{B} + B) + B (A + \overline{A}) = \overline{A} + B = \overline{A \cdot B}
 \end{aligned}$$

論理積の否定でNANDである。求める答えはイとなる。

ア～エおよび論理式の真理値表を求めると次のようになる。

| A | B | ア | イ | ウ | エ | 論理式 |
|---|---|---|---|---|---|-----|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1   |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1   |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1   |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0   |

論理式のビットパターンと一致するのはイとなる。求める答えはイとなる。

### 問17 ウ

論理回路の問題である。

アは、(1, 1)の時、Zの出力は0となり、1とならない。

イは、(1, 0)の時、Zの出力は1となる。

ウは、(1, 1)の時、Zの出力は1、(0, 0)の時、Zの出力は1、(1, 0)の時、Zの出力は0となる。求める答えはウとなる。

エは、(1, 1)の時、Zの出力は0となる。

### 問18 ウ

デジタル回路と論理式に関する問題である。

論理変数A、Bに対して次の真理値表が成り立つ。

| A | B | $\overline{A}$ | $\overline{B}$ | $A \cdot B$ | $\overline{A \cdot B}$ | $\overline{A} \cdot \overline{B}$ | $\overline{A} \cdot B$ | $A \cdot \overline{B}$ | $\overline{A+B}$ | $A+\overline{B}$ |
|---|---|----------------|----------------|-------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------|------------------|
| 0 | 0 | 1              | 1              | 0           | 1                      | 1                                 | 0                      | 0                      | 1                | 1                |
| 0 | 1 | 1              | 0              | 0           | 1                      | 0                                 | 1                      | 0                      | 1                | 0                |
| 1 | 0 | 0              | 1              | 0           | 1                      | 0                                 | 0                      | 1                      | 0                | 1                |
| 1 | 1 | 0              | 0              | 1           | 0                      | 0                                 | 0                      | 0                      | 1                | 1                |

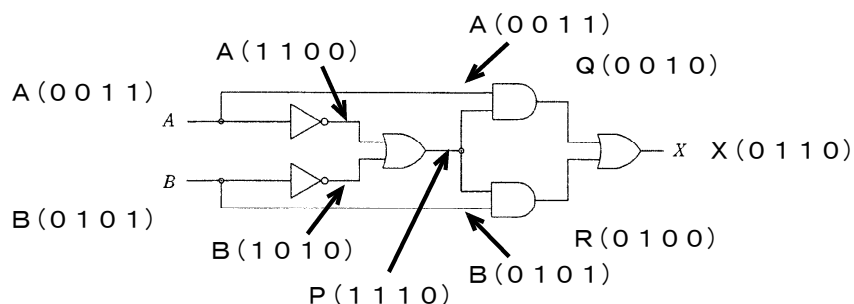
真理値表を使用して、ア～エの論理式のビットパターンを求める。

アの論理式  $X = A \cdot B + \overline{A} \cdot \overline{B} = (0001) + (1110) = (1111)$

イの論理式  $X = A \cdot B + \overline{A} \cdot \overline{B} = (0001) + (1000) = (1001)$

ウの論理式  $X = A \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot B = (0010) + (0100) = (0110)$

エの論理式  $X = (\overline{A+B}) \cdot (A+\overline{B}) = (1101) \cdot (1011) = (1001)$



論理回路から求まるビットパターンは(0 1 1 0)であり、論理式の $X = A \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot B$ のビットパターンと一致する。求める答えはウとなる。

#### 問19 ア

半加算器に関する問題である。

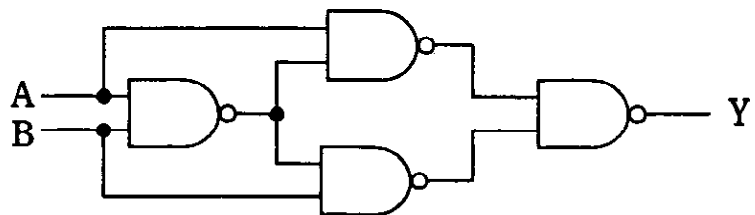
和の1桁目の結果 $z$ は、 $x$ 、 $y$ の2つのビットが異なる場合に1、同じ場合に0となるから、 $A$ の素子は排他的論理和である。桁上がりの結果 $c$ は、 $x$ 、 $y$ が共に1の時は1、その他の場合は0であるから論理積になる。 $A$ は排他的論理和、 $B$ は論理積となり、求める答えはアとなる。

#### 問20 ウ

論理回路に関する問題である。

入力 出力

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |



ア～エおよび論理回路の真理値表を求めると次のようになる。

| A | B | ア | イ | ウ | エ | Y |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

論理回路の出力 $Y$ のビットパターンと一致するのはウとなる。求める答えはウとなる。

#### 問21 ア

3入力多数決回路に関する問題である。

8入力に対して一つでも真偽が反対になる回路は適切でないことを立証すればよい。

アの場合、

すべての入力が0の場合、最初の論理積は0となり、その後の論理和はすべて0となる。

すべての入力が1の場合、最初の論理積は1となり、その後の論理和はすべて1となる。

1の入力が1個の場合、最初の論理積は0となり、その後の論理和はすべて0となる。

1の入力が2個の場合、最初の論理積は1個が1となり、最後の論理和 $Y$ は1となる。

従って、多数決論理が成り立つ。求める答えはアとなる。

イの場合、すべての入力が1の場合、排他的論理和の出力は0となり、最後の論理和 $Y$ は0となり、多数決論理が成立しない。

ウの場合、すべての入力が1の場合、すべての論理和の出力は1となり、論理積は1、最後の論理積の否定 $Y$ は0となり、多数決論理が成立しない。

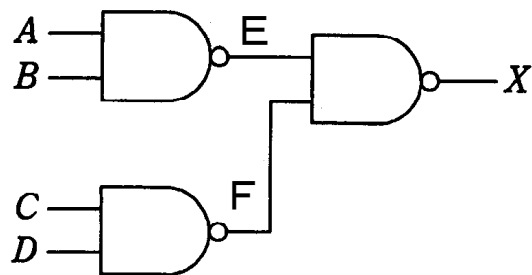
エの場合、すべての入力が0の場合、排他的論理和の出力は0となり、論理積は0、最後の論理積の否定Yは1となり、多数決論理が成立しない。

## 問22 ウ

論理回路に関する問題である。

論理回路の入力A、B、C、Dに0, 1のビットを与え、論理回路での演算結果Xのビットパターンと解答のア、イ、ウ、エの論理式から求めたビットパターンを比較して一致する論理式が求める答えになる。 真理値表、論理回路を次に示す。

| A | B | C | D | E | F | X | アイウエ    |
|---|---|---|---|---|---|---|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 0 0 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 1 0 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 1 0 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 1 1 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 1 0 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 1 1 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 1 1 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 1 1 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 1 0 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 1 1 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 1 1 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 1 1 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 1 1 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 1 1 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 1 1 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 1 1 1 |



EはA BのNAND、FはC DのNANDの結果を示す。Xのビットパターンと解答ウのビットパターンが一致する。求める答えはウとなる。

参考：真理値の中の(A、B)=(0、1)の4ケースと(A、B)=(1、0)の4ケースは論理回路が対象であり、演算結果は一致するため、どちらか一方を検討すればよい。

## 1.6 「論理演算応用」 解答解説

### 問1 ア

再帰関数に関する問題である。

定義に従って計算を実行すればよい。

$$F(50) = F(F(56)) = F(51) = 51 - 5 = 46$$

求める答えはアとなる。

### 問2 イ

再帰関数に関する問題である。

$$\begin{aligned} F(n) &= n \times (n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times \cdots \times 3 \times 2 \times 1 \\ &= n \times F(n-1) \end{aligned}$$

具体的な  $n=3$  の値を利用して矛盾することを証明する。

アの場合、 $F(n) = F(n) \times F(n-1)$  とすると、 $F(3) = F(3) \times F(2)$ 、 $F(2) = F(2) \times F(1)$ 、 $F(1) = F(1) \times F(0) = F(1)$ 、従って、 $F(3) = F(3) \times F(2) \times F(1) \neq 3 \times 2 \times 1$  となり、矛盾する

イの場合、 $F(3) = 3 \times F(2) = 3 \times 2 \times F(1) = 3 \times 2 \times 1 \times F(0) = 3 \times 2 \times 1 = 3!$  となり、正しい。求める答えはイとなる。

ウの場合、 $F(n) = (n-1) \times F(n)$  とすると、 $F(3) = 2 \times F(3) = 2 \times 2 \times F(3) = 2 \times 2 \times \cdots \times F(3) \neq 3 \times 2 \times 1$  となり、矛盾する

エの場合、 $F(n) = (n-2) \times F(n-1)$  とすると、 $F(3) = 1 \times F(2) = 1 \times 0 \times F(1) = 0 \neq 3 \times 2 \times 1$  となり、矛盾する。

### 問3 イ

定義された関数値を求める問題である。

この問題の特徴は次の通りである。

- ① 与えられた関数関係は再帰の特徴を表している。
- ② 求める関数からはじめて関数の定義内容を展開していくと、最後に既知の関数値にたどり着き、それを利用して逆に辿れば各関数値を求めることが可能になる。

$$F(5) = 5 \times G(4) = 5 \times 13 = 65$$

$$G(4) = 4 + F(3) = 4 + 9 = 13$$

$$F(3) = 3 \times G(2) = 3 \times 3 = 9$$

$$G(2) = 2 + F(1) = 2 + 1 = 3$$

$$F(1) = 1$$

となる。従って、 $F(5) = 65$  となるため、求める答えはイとなる。

### 問4 イ

再帰関数に関する問題である。

この問題の特徴は次の通りである。

- ① 与えられた関数関係は再帰の特徴を表している。
- ② 求める関数からはじめて関数の定義内容を展開していくと、最後に既知の関数値にたどり着き、それを利用して逆に辿れば各関数値を求めることが可能になる。
- ③ 加算した回数を求める。

$$g(4) = g(3) + g(2)$$

$$g(3) = g(2) + g(1)$$

$$g(2) = g(1) + g(0)$$

$$g(3) = g(2) + g(1) = g(1) + g(0) + g(1)$$

$$g(4) = g(3) + g(2) = g(1) + g(0) + g(1) + g(1) + g(0)$$

加算結果は4回で、求める答えはイとなる。

#### 問5 ウ

再帰関数の値を求める問題である。

関数は  $n \leq 1$  ならば1、そうでないならば  $n + f(n-1)$  であるから、次のようになる。

$$\begin{aligned} f(5) &= 5 + f(4) = 5 + 4 + f(3) = 5 + 4 + 3 + f(2) = 5 + 4 + 3 + 2 + f(1) \\ &= 5 + 4 + 3 + 2 + 1 = 15 \end{aligned}$$

答えは15で、求める答えはウとなる。

#### 問6 イ

関数の定義に関する問題である。

$$\begin{aligned} f(775, 527) &= f(527, 248) = f(248, 279) = f(279, 248) \\ &= f(248, 31) = f(31, 0) \end{aligned}$$

return x は31となる。求める答えはイとなる。

#### 問7 イ

論理演算に関する問題である。

1ビット目、3ビット目、5ビット目に1のビットを与えた10101000のビットパターンと特定のビットパターンAとについて解答群のア～エを実行した結果が11111111となるビットパターンAを求め、条件を満たす可否を検討する。

アの場合、 $(01010111) \cdot (10101000) \rightarrow 00000000$  となり、この否定は11111111となる。01010111は該当しない人が選択される結果になる。

イの場合は、アでなければ選択するから、1、3、5の少なくとも一つが1になると、11111111は成立しなくなるため、野球、バスケットボール、テニスの少なくとも一つが1になると成立しなくなり、正しい選択が行われることになる。求める答えはイとなる。

$$\text{ウの場合、}(11010111) + (10101000) \rightarrow 11111111$$

この否定であるから00000000となり、11111111でないから選択されないことになる。しかし、野球に興味のある人が選択されない。

$$\text{エの場合、}(01010111) + (10101000) \rightarrow 11111111$$

この否定であるから00000000となり、11111111でないから選択される。しかし、該当するスポーツに興味のない人が選択されることになる。



### 問8 ウ

定義された関数の演算結果を求める問題である。

$x$ 、 $y$ の間には次の特徴がある。

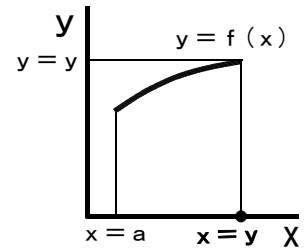
- ①  $x$ の増加に伴って $y$ が増加する関数関係にある。
- ②  $x$ がある値に達するとそれ以降、 $x$ 、 $y$ 共に変化しない一定の値になる。

$x = 0$ で、 $y = \sqrt{2}$ 、 $x = 1$ で、 $y = \sqrt{3}$ 、 $x$ の増加とともに $y$ も次第に増加し、 $x = 2$ になると、 $y = \sqrt{4} = 2$ となり、それ以降は $x = 2$ 、 $y = 2$ で一定の値になる。求める答えはウとなる。

### 問9 エ

関数関係の問題である。

$x = a$ からスタートして、 $y = f(x)$ の演算結果を $x$ に代入して繰り返し実行したところ、 $y$ の値が変化しなくなった。演算結果の $y$ の値を代入するのであるから、 $y$ が変化しなくなると、代入する $x$ の値も一定になり、その結果の $y$ も変化しない。即ち、 $x$ と $y$ の間の関数関係は、 $y = f(x) = f(y)$ となる。求める答えはエとなる。



### 問10 エ

論理演算に関する問題である。

与えられた暗号装置では次の演算が実行されている。 $\vee$ は排他的論理和を表す。

$$(1\ 1\ 0\ 1) \vee (0\ 0\ 0\ 1) \rightarrow (1\ 1\ 0\ 0) \vee (0\ 1\ 0\ 1) \\ \rightarrow (1\ 0\ 0\ 1) \vee (1\ 1\ 0\ 1) \rightarrow 0\ 1\ 0\ 0$$

出力ビット列1 1 1 1を与えるユニットBの内部キーは次のようにして求める。

- ① 内部キー1 1 0 1と排他的論理和を実行して1 1 1 1となる入力のビットパターンを求める。
- ② 入力ビットパターン1 1 0 0と内部キーの排他的論理和の実行結果が①の結果になるような内部キーを求める。

内部キー1 1 0 1と排他的論理和を実行して結果が1 1 1 1となる入力のビットパターンは0 0 1 0である。従って、入力1 1 0 0と内部キーとの排他的論理和の結果が0 0 1 0となる内部キーは1 1 1 0となる。求める答えはエとなる。

### 問11 エ

排他的論理和に関する問題である。

8ビットのビットパターン1 0 0 1 1 0 0 0について考える。奇数パリティの場合は $p = 0$ となる。このビットパターンを利用して、解答群ア～エを検証すると次のようになる。

- ア  $0 \vee 1 \vee 0 \vee 0 \vee 1 \vee 1 \vee 0 \vee 0 \vee 0 = 1 \neq p$   
イ  $1 \vee 0 \vee 0 \vee 1 \vee 1 \vee 0 \vee 0 \vee 0 = 1 \neq p$   
ウ  $1 \vee 0 \vee 0 \vee 1 \vee 1 \vee 0 \vee 0 \vee 0 \vee 0 = 1 \neq 0$   
エ  $1 \vee 0 \vee 0 \vee 1 \vee 1 \vee 0 \vee 0 \vee 0 \vee 0 = 1$

求める答えはエとなる。

## 問12 ウ

論理演算に関する問題である。

このアルゴリズムは次の手順で行われる。

- ① 手順1で与えられたビットパターンAから1を引くと、最も右にある1のビットを含めてそれよりも右側のビットが全て反転する。
- ② AとBの排他的論理和を求めると、Aで最も右にあった1を含めてそれより右は全て1となり、それより左は全て0となる。
- ③ 従って、AとCの論理積を求めると、Aで最も右にある1のところのみがAもCも1であって、他のビットは互いに異なるビットになる。従って、AとCの論理積が最も右にある1を抽出できることになる。

A=01011000とすると、Aから1を引くと、B=01010111となる。AとBの排他的論理和を求めると、C=00001111となる。

AとCの論理積を求めると、00001000となる。求める答えはウとなる。

## 問13 イ

ビットパターンの関数処理に関する問題である。

この関数は次の特徴がある。

- ① 1が連続して5個並ぶとその次に0を挿入する。従って、ビットの数は1が5個連続して並ぶグループの数だけ増加していく。
- ② ①の現象が発生しない場合、xのビットパターンと関数処理されたビットパターンとは同じである。

この特徴を利用して、解答群のア～エの論理の展開を検討すればよい。

アの場合、x=01111000の場合、 $f(x)=x$ となる。正しくない。

イの場合、2つの任意のビットパターンは5個連続した1のビットを含むビットパターンとして処理されるかそうでないかのいずれかである。ビットパターンx、yに対して、 $f(x)=x$ 、 $f(y)=y$ ならば、 $f(x)=f(y)$ ならば、 $x=y$ となる。1のビットパターンが連続して5以上ある場合は同じ処理が行われるため、処理した結果が同じならば元のビットパターンも同じである。正しい。求める答えはイとなる。

ウの場合、x=01111110について考えると次のようになる。

$$\begin{aligned} f(f(01111110)) &= f(011111010) \\ &= 0111110010 \end{aligned}$$

となり、011111010と0111110010とは一致しない。

エの場合、任意のビット列yに対して、そのビットパターンに一致するように関数処理されるビット列xが必ず存在するかどうかの問題である。yのビットパターンは任意であるからy=01111110は存在する。しかし、ビットパターンxは1が5個連続すると必ずその後には0が入るため関数処理された結果では1のビットが6個連続する場合は発生しないことになる。従って、正しくない。

#### 問14 エ

論理演算に関する問題である。

2つの論理変数A、Bと論理演算の結果の間には次の真理値表の関係が成立する。

表中、1は真、0は偽、 $\vee$ は論理和、 $\wedge$ は論理積、 $\veebar$ は排他的論理和、 $\overline{A}$ はAの否定を表す。

与えられた条件式は、 $A = 1 \text{ AND } B = 0$ 、または、 $A = 0 \text{ AND } B = 1$ の真となる条件であるから、真理値表から $A \vee B$ の排他的論理和の場合である。求める答えはエとなる。

| A | B | $\overline{A}$ | $A \vee B$ | $A \wedge B$ | $A \veebar B$ |
|---|---|----------------|------------|--------------|---------------|
| 0 | 0 | 1              | 0          | 0            | 0             |
| 0 | 1 | 1              | 1          | 0            | 1             |
| 1 | 0 | 0              | 1          | 0            | 1             |
| 1 | 1 | 0              | 1          | 1            | 0             |

#### 問15 エ

状態遷移図に関する問題である。

状態遷移図を使用して、開始状態Sから、ア～エについてシミュレーションを実行すればよい。Fで完了すると受理されることになる。

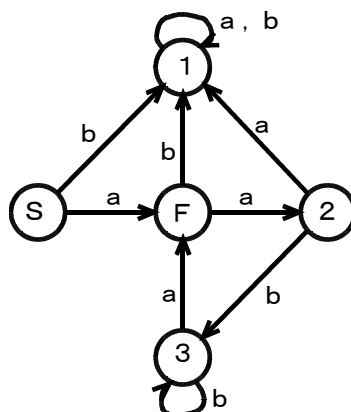
ア～エの遷移は次のようになる。

アの場合、 $S \rightarrow F \rightarrow 1 \rightarrow 1 \rightarrow 1 \rightarrow 1$  受理されない。

イの場合、 $S \rightarrow 1 \rightarrow 1 \rightarrow 1 \rightarrow 1 \rightarrow 1$  受理されない。

ウの場合、 $S \rightarrow F \rightarrow 1 \rightarrow 1 \rightarrow 1 \rightarrow 1$  受理されない。

エの場合、 $S \rightarrow F \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 3 \rightarrow 3 \rightarrow F$  受理される。求める答えはエとなる。



#### 問16 イ

状態遷移図に関する問題である。

4つの解答の遷移をシミュレートし、受理状態になるかどうかを確認すればよい。ただし、求める答えは受理されない場合である。

ア～エの遷移は次のようになる。

アは、 $q_0 \rightarrow q_1 \rightarrow q_1 \rightarrow q_0 \rightarrow q_2$  で受理される。

イは、 $q_0 \rightarrow q_1 \rightarrow q_2 \rightarrow q_2 \rightarrow q_1$  で受理されない。

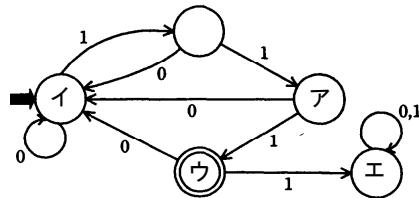
ウは、 $q_0 \rightarrow q_1 \rightarrow q_2 \rightarrow q_2 \rightarrow q_2$ で受理される。

エは、 $q_0 \rightarrow q_2 \rightarrow q_1 \rightarrow q_1 \rightarrow q_2$ で受理される。

求める答えはイとなる。

### 問17 ウ

状態遷移図に関する問題である。



ア～エの解答群に従ってシミュレーションを実行すると、それぞれの終了状態は右の図に示すようになる。受理状態で終了するのはウの場合である。求める答えはウとなる。

### 問18 ウ

オートマトンに関する問題である。

アの場合、偶→奇となり、受理しない

イの場合、偶→奇→奇となり、受理しない

ウの場合、偶→奇→偶となり、受理する。求める答えはウとなる。

エの場合、偶→奇→奇、偶→奇→偶で不安定となり、必ずしも受理しない。

### 問19 ア

状態遷移表に関する問題である。

入力信号  $t_1, t_2, t_3, t_4, t_1, t_2, t_3, t_4$  に対応する状態の遷移を求めると次のようになる。

$s_1 \rightarrow s_1 \rightarrow s_3 \rightarrow s_4 \rightarrow s_2 \rightarrow s_3 \rightarrow s_2 \rightarrow s_2 \rightarrow s_1$

最後の状態は  $s_1$  となる。求める答えはアとなる。

### 問20 ウ

状態遷移表に関する問題である。

状態遷移表の活用要領は次の通りである。

- ① 現在の状態から、次の状態への遷移はイベント(入力文字)によって決定される。例えば、現在  $a$  の状態にあって、入力文字が数字ならば、状態  $b$  に遷移する。
- ② 初期状態が存在する。この問題では  $a$  の状態である。
- ③ 終了状態が存在する。この問題では  $e$  の状態である。
- ④ 解答群のイベントに従って状態遷移表を使用して遷移させる。

ア～エの遷移は次のようになる。

アの場合は、 $a \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow b \rightarrow b \rightarrow b$  となる。

イの場合は、 $a \rightarrow c \rightarrow b$  となる。

ウの場合は、 $a \rightarrow b \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow e$ となる。求める答えはウとなる。

エの場合は、 $a \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow a$ となる。

#### 問21 エ

状態遷移図に関する問題である。

切符の自動販売機の状態遷移図は、硬貨の投入をイベントとして状態が遷移し、投入された硬貨の合計が70円以上になると、切符の発行、必要に応じて釣銭の処理を行う仕組みである。なお、投入される硬貨の種類は、10円、50円、100円の3種類である。

問題では、Q0から4回遷移して、Q4になった状態では、切符の発行は行われていない。従って、これまでに投入された硬貨は10円4個で、合計40円となる。次にQ4の状態硬貨を投入してEに遷移し、切符が発行されているから、この時点で合計金額が70円以上になっている。

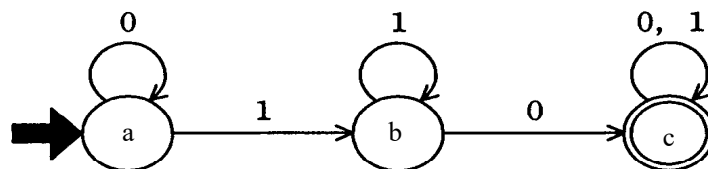
Q4の状態、10円硬貨を投入しても、合計40円で切符は発行されない。

Q4の状態、50円硬貨、または、100円硬貨を投入すると、合計金額が90円、または、140円となり切符が発行されることになる。従って、Q4の状態、50円または100円硬貨が投入されたことになる。求める答えはエとなる。

#### 問22 ウ

状態遷移図に関する問題である。

3状態を図のようにa、b、cとし、ア～エの遷移を実行する。



アの0000は $a \rightarrow a \rightarrow a \rightarrow a \rightarrow a$ と遷移し、状態aに止まったままとなり、受理されない。

イの0111は、 $a \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow b \rightarrow b$ と遷移し、状態bに止まる。受理されない。

ウの1010は、 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow c \rightarrow c$ と遷移し、状態cに止まる。受理される。求める答えはウとなる。

エの1111は、 $a \rightarrow b \rightarrow b \rightarrow b \rightarrow b$ と遷移し、状態bに止まる。受理されない。

#### 問23 ア

状態遷移図に関する問題である。

ア～エの状態遷移図を分析すると次のようになる。

アは、100円の投入で、状態 $S_0$ から $S_1$ に遷移し、更に100円の投入で状態 $S_2$ に遷移、次の100円の投入で、計300円となり、商品を出力して状態が最初の $S_0$ に戻る。100円以外の硬貨を投入するとそのときの状態に止まり遷移しない。100円以外の硬貨は返却される。求める答えはアとなる。

イは、最初の $S_0$ 状態で100円を投入すると300円の商品を出力し、状態 $S_2$ に遷移し、そ

の後は遷移しないため商品販売が不能になる。

ウは、100円の2回の投入で、S0からS1、S1からS2に遷移し、計200円で300円の商品を出力し、その後100円を投入すると初期状態に遷移する。従って、連続して商品が販売されると、200円で販売する場合、300円で販売する場合が交互に発生することになる。

エは、100円硬貨を投入しても商品は販売されない。100円以外の硬貨を2回投入し、その後100円硬貨を投入すると300円の商品を得ることができるが、初期状態に戻らないため販売を継続することができない。ただし、100以外の硬貨を3回投入すると100円で300円の商品を購入することができる。

#### 問24 エ

決定表に関する問題である。

この決定表から次のことが言える。

- ① 30歳未満、独身、男性は帳票3を出力する。
- ② 30歳未満、既婚者、女性は帳票1を出力する。
- ③ 30歳以上、既婚者、男性は帳票4を出力する。
- ④ 30歳以上、独身、女性は帳票2を出力する。

アの帳票1は女性、帳票4は男性であるから、男性を除いても女性にはならない。

イの帳票2は女性の出力であり、男性は出力されない。

ウの帳票3は男性、帳票2は女性である。

エの帳票4は30歳以上、既婚者、男性であり、帳票1、帳票2は女性の出力、帳票3は独身、男性の出力であるから、帳票4に出力される人は出力されない。求める答えはエとなる。

#### 問25 ウ

決定表(判断表)に関する問題である。

改善提案1は、改善額20万円、期間短縮3日であるから、決定表から、改善額10万円未満がN、期間短縮1週間未満Yの場合で賞金1000円、改善提案2は、改善額5万円、期間短縮2週間であるから、決定表から、改善額10万円未満がY、期間短縮1週間未満Nの場合で賞金1000円となり、両者合わせて2000円となる。求める答えはウとなる。

#### 問26 イ

論理式に関する問題である。

男性をM、女性をW、成年をA、未成年をCとすると、与えられた図は次の論理式になる。

$$\neg((\overline{M \wedge A}) \wedge (\overline{W \wedge C})) = \neg((M \wedge C \vee W) \wedge (M \vee W \wedge A)) = M \wedge A \vee W \wedge C$$

となる。即ち、成年男性または未成年女性となる。求める答えはイとなる。

#### 問27 ウ

ガウス関数に関する問題である。

整数をb、正の小数をcとして、 $a = -(b + c)$ で表す。

$a > 0$ ならば、 $b < 0$ であり

$$\text{int}(a) = \text{int}(-(b + c)) = -(b + 1) = -b - 1$$

$$a - \text{int}(a) = -(b + c) - (-b - 1) = 1 - c$$

$a < 0$  ならば、 $b > 0$  であり

$$\text{int}(a) = \text{int}(-(b + c)) = -b - 1$$

$$a - \text{int}(a) = -(b + c) - (-b - 1) = 1 - c$$

従って、 $a$  の正負に関係なく、 $a - \text{int}(a) = 1 - c$  となる。求める答えはウとなる。

$a = -(b + c)$ 、 $c$  は正数の小数の定義から、 $b$  の正負によって  $c$  の意味合いが変化してくる。

### 問28 ウ

余りを求める関数  $\text{mod}(A, B)$  に関する問題である。

次の点に注意して処理を検討する必要がある。

- ① 余りは除数  $B$  と同じ符号である。
- ② 余りの絶対値は除数  $B$  の絶対値より小さい。
- ③  $A$ 、 $B$ 、余りの間には次の関係が成立する。

$$A = B \times N + \text{mod}(A, B) \quad \text{但し、} N \text{ は整数である}$$

この条件を利用して、解答群のア～エについて検討する。

アは  $11 \div 5$  の余りを求める問題で、 $\text{mod}(11, 5) = 1$  であるから正しくない。

イは  $11 \div (-5)$  の余りを求める問題で、①、②の条件から商は 3、余りは  $-4$  となる。正しくない。

ウは  $12 \div (-5)$  の余りで、商は 3、余りは  $-3$  となる。正しい。求める答えはウとなる。

エは  $(-12) \div 5$  の余りを求める問題である。①、②の条件から商は 3 で、余りは 3 となる。

$A = 5 \times (-3) + 3 = -12$ 。正しくない。

### 問29 ア

小数点以下切り上げに関する問題である。

次の特徴を把握して考える。

- ①  $S > 0$  の場合、 $[S/N]$  は小数以下切り捨てた整数になる。
- ② 値を負数にして取り扱おうと、 $[-S/N]$  は除算結果を越えない最も大きい整数であるから、絶対値は 1 だけ大きい値になる。
- ③ 求めた数値の符号を反転すれば、小数以下を切り上げた整数を求めることができる。

アは値を負数にして小数点以下を切り捨てているから切り上げになる。求める答えはアとなる。

イは  $[(S + 1)/N]$  と  $[S/N]$  の結果を比較して前者が 1 大きくなるとは必ずしも言えない。

同じ場合がある。

ウの場合も  $S/N$  に 0.5 を加算しても 1 切り上げる結果にはならない、小数以下が 0.49 以下の場合には 1 を越えないため。

エの場合、 $S/N$  が割り切れる場合も切り上げてしまうため、正しくない。

### 問30 ウ

四捨五入に関する問題である。

小数 1 桁の四捨五入は、小数 1 桁の値が 0.5 ～ 0.9 の場合に 1 が加算され、0 ～ 0.4 の場合は切り捨てられる。従って、小数 1 桁に 0.5 加算して、小数以下を切り捨てればよい。



平均値の四捨五入の問題であるから、平均値の計算結果について実行すればよい。

アの場合、観測値に対して $+0.5$ しているため、平均値が $0.5$ 大きくなってしまう。

イの場合、観測値から $1$ 減じて平均値を求め、 $1$ だけ小さい平均値を求めて小数以下を切り捨て、その結果に $1$ を加算しても四捨五入にはならない。例えば、平均値が $15.5$ の場合、平均値 $14.5$ を求め、切り捨てで $14$ となり、 $1$ 加算して $15$ となる。正しい平均値は $16$ である。

ウの場合、観測値から平均値を求め、その結果に $0.5$ を加算して小数以下を切り捨てている。四捨五入が可能である。求める答えはウとなる。

エの場合、平均値を求め、小数以下を切り捨て、それに $1$ を加算している。平均値が $15.4$ の場合、切り捨てで $15$ となり、これに $1$ 加算すると $16$ となる。正しい平均値は $15$ である。

### 問31 ウ

四捨五入、切り上げに関する問題である。

小数 $1$ 桁の四捨五入、切り上げは次の考え方で行う。

- ① 四捨五入では、小数 $1$ 桁の値が $0.5 \sim 0.9$ の場合に $1$ が加算され、 $0 \sim 0.4$ の場合は切り捨てられる。従って、小数 $1$ 桁に $0.5$ 加算して、小数以下を切り捨てればよい。
- ② 切り上げの場合は、小数 $1$ 桁の値が $0.1 \sim 0.9$ の範囲の場合に切り上げるため、 $0.9$ を加算して小数以下を切り捨てればよい。

アの場合、小数 $1$ 桁の値が $0.5$ の場合、 $0.4$ 加算しても $0.9$ で、切り捨てられて四捨五入にはならない。従って、正しくない。

イ、エの場合、小数 $1$ 桁の値が $0$ の場合、 $1.0$ が加算されると関数処理で切り上がってしまう。正しくない。

ウの場合、四捨五入では小数 $1$ 桁に $0.5$ 加算して小数以下を切り捨て、切り上げでは $0.9$ を加算して小数以下を切り捨てている。求める答えはウとなる。

### 問32 エ

四捨五入に関する問題である。

小数 $1$ 桁の四捨五入は、小数 $1$ 桁の値が $0.5 \sim 0.9$ の場合に $1$ が加算され、 $0 \sim 0.4$ の場合は切り捨てられる。従って、小数 $1$ 桁に $0.5$ 加算して、小数以下を切り捨てればよい。

平均値の四捨五入の問題であるから、平均値の計算結果について実行すればよい。

アの場合、平均値に対して $-0.5$ しているため、全ての値が正しくない。

イの場合、平均値に対して $-0.4$ しているため、小数値が $0.4$ 以外は正しくない。

ウの場合、平均値に対して $+0.4$ しているため、小数値が $0.5$ の値が正しくない。

エの場合、平均値に対して $+0.5$ しているため、 $0.5 \sim 0.9$ の整数値が $+1$ となり、小数以下を切り捨てると四捨五入した値になる。求める答えはエとなる。