

## 【解答】

- 〔設問 1〕 エ  
 〔設問 2〕 イ  
 〔設問 3〕 aーア, bーエ, cーア

## 【解説】

送信データの誤りを検出する CRC に関する問題である。CRC では、送信データを基にして計算した符号を、送信データに付加して送信する。受信側でも、受信データを基に同じ計算をして符号を求め、付加された符号と突き合わせてデータ誤りの有無を検出する。

設問 2 にあるような符号を求める計算手順や誤りの有無の検査手順は、難しく感じられる。しかし、図に示された具体例を使って考えると、理解しやすくなる。この問題に限らず、具体例を使って考えることは、試験対策として重要なノウハウである。難易度は一見高く見えるが、前述のように具体例を使って考えれば、標準的といえるだろう。

## 〔設問 1〕

再送されたパケットも含めて、実際に受信したパケットを  $x$  個とする。受信した  $x$  個のパケットのうち、20%のパケットが誤りなので、正しいパケットは 80%である。そして、この正しい 80%のパケットは、100 個である。このことから、

$$x \times 0.8 = 100$$

$$x = 100 \div 0.8$$

$$x = 125$$

となる。したがって、(エ) が正解である。

## 〔設問 2〕

$n$  ビットの符号を求める計算手順は、図の具体例を使って考えれば理解しやすくなる。図の例の計算手順は、次のようになる。

- (1) 左端及び右端のビットが 1 である 3 ビットの 101 をマスクとする。
- (2) 符号計算対象のビット列を、01000110 の 8 ビットとする。マスクは 101 の 3 ビットなので、2 ビットの 0 をビット列 01000110 の右端に付加した 10 ビットのビット列 0100011000 を作る。
- (3) (2) で作ったビット列 0100011000 の最も左側の 1 の位置に、マスクの左端を位置付け、3 ビットの部分ビット列に対し、マスクで排他的論理和 (XOR) を取る。その結果、ビット列の最も左側の 1 は、マスクの左端が 1 なので、1 から 0 になる。ビット列の右端 2 ビット以外がすべて 0 になるまで、この XOR 演算を繰り返す。
- (4) (3) の操作で得られたビット列 0000000010 の右端 2 ビット 10 が符号となる。

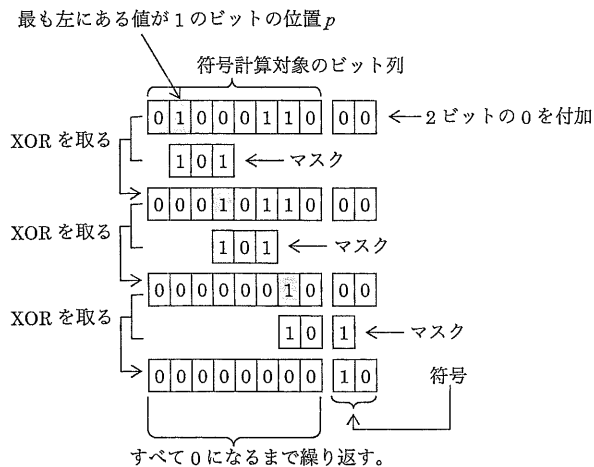


図 マスクが 101 のときの符号 (2 ビット) を計算する例

この計算手順に従い、次の図 A のように、設問のビット列 0010 0110 から符号を求める。

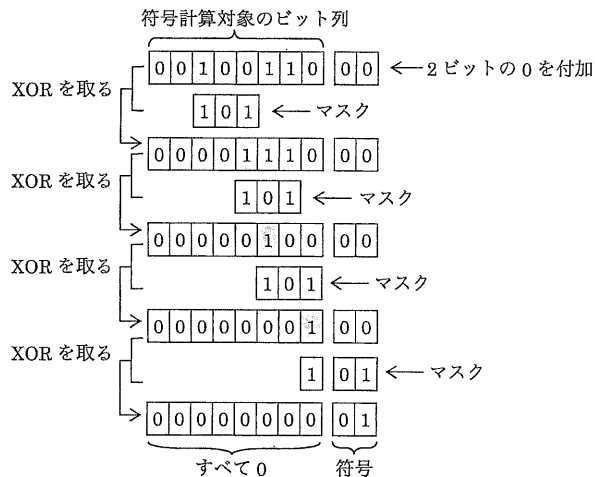


図 A ビット列 0010 0110 から符号を求める計算

したがって、(イ) が正解である。

## 〔設問 3〕

・空欄 a, b: 受信したデータの誤りの有無を、受信側で検査する手順に関する設問である。ここでも、設問 2 の図の具体例を使って手順を考える。

- (1) 符号計算対象のビット列 01000110 を一つの数値  $D$  と見ると、符号  $C$  の 10 は、式①で表せる。

$$\text{式① } (D \times 2^2) \oplus d_1 \oplus d_2 \oplus d_3 = C$$

$(D \times 2^2)$  は、 $D$  を 2 ビット左シフトすることで、 $D$  の右端に 2 ビットの 0 を付加することを示す。 $d_1 = 0101000000$  は、XOR を取る際のマスク 101 の位置に合わせ、前後に 0 を付加して 10 ビットで表したものである。0 と XOR を取っても元の値は変わらないため、 $(D \times 2^2)$  のうちマスク 101 に対応する 3 ビットの部分ビット列と XOR を取ると、 $(D \times 2^2)$  の 10 ビット全体に対し  $d_1$  と XOR を取るのとは、同じ結果になる。 $d_2$  と  $d_3$  についても、同様である。なお、この  $D$  は受信データの左側 8 ビットを表すので、ここの  $C$  は受信データを基に計算した符号を示す。

- (2) 〔誤りの有無の検査手順〕で得られた結果の右端 2 ビットの値  $T$  は、式②で表せる。この  $T$  の値が、空欄 a の解答になる。

$$\text{式② } (D \times 2^2) \oplus C \oplus d_1 \oplus d_2 \oplus d_3 = T$$

この  $C$  は、受信データを基に計算した符号ではなく、受信データに付加された右端 2 ビットの符号を示す。

- (3) 式②を変形して、 $C$  を左辺の右端に移すと式③となる。

$$\text{式③ } (D \times 2^2) \oplus d_1 \oplus d_2 \oplus d_3 \oplus C = T$$

- (4) 式③の下線部は、式①の左辺と同じである。この下線部を式①の右辺に置き換えると、式④になる。

$$\text{式④ } C \oplus C = T$$

したがって、空欄 b は (エ) が正解である。なお、式④の左側の  $C$  は受信データから計算した符号を、右側の  $C$  は受信データに付加された符号を示す。受信したビット列に誤りがなければ、左側の  $C$  と右側の  $C$  は同じビット列になるため、 $T$  のすべてのビットが 0 になる。したがって、空欄 a は (ア) が正解である。

・空欄 c: 空欄 c において、受信したビット列は 1001001101 の 10 ビットである。このうち左側 8 ビットの 10010011 が符号計算対象のビット列で、右側 2 ビットの 01 が符号である。そこで、10010011 の右端に 2 ビットの 0 を付加した 1001001100 に対し、次の図 B のように、設問 2 と同じ計算手順で符号を求める。

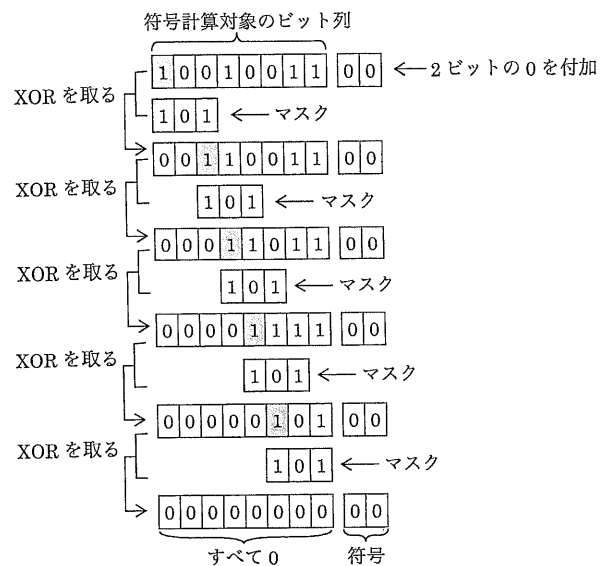


図 B 受信したビット列から符号を求める計算

この計算結果の符号 00 を式④に当てはめると、 $(00) \oplus (01) = (01)$  となり、 $T$  に 0 でないビットがあるため、誤りが含まれることが分かる。したがって、空欄 c は (ア) が正解である。