Ｃｈａｐｔｅｒ２　２進数の計算と数値表現

２－１　２進数の足し算と引き算〔解答・解説〕

問１　イ

問２　ウ
〔解説〕($10101110)_2$
　　　　　　↓　反転させる
　　　($01010001)_2$
　　　　　　↓　１を加える
　　　($01010010)_2$

問３　エ
〔解説〕ＢＣＤ(Binary-coded decimal)は、４桁の２進数で１０進数の１桁を表現する方法。
　　　ｎを１から順に増やしていくと、ＢＣＤで表現できる最大値(ｂ)は、
　　　　•４×１ビット＝９
　　　　•４×２ビット＝９９≒10^{2}
　　　　•４×３ビット＝９９９≒10^{3}
　　　　•４×４ビット＝９９９９≒10^{4}
　　　　•４×ｎビット＝10^{n}
　　　というように、10^{n} で近似することができる（桁数がｎになるから)。
　　　一方、符号なし固定小数点表示法で表現できる最大値(ａ)は、
　　　　•４×１ビット＝１５
　　　　•４×２ビット＝２５５≒2^{8}
　　　　•４×３ビット＝４０９５≒2^{12}
　　　　•４×４ビット＝６５５３５≒2^{16}
　　　　•４×ｎビット＝2^{4n}
　　　というように 2^{4n} で近似することができる。
　　　したがって、"ａ／ｂ"には以下の関係があると言える。
　　　　　$24^{n}／10^{n}$
　　　　＝$16^{n}／10^{n}$　//2^{4n}＝$(2\times2\times2\times2)^{n}$
　　　　＝$(16／10)^{n}$　//指数法則を適用

　　　したがって「エ」が適切。

問４　イ
〔解説〕ア　$-(2^{n-1}-1)$となるのは、２の補数表現で"１０００…０１"の場合
　　　ウ　０となるのは、２の補数表現(または２進数)で"００００…００"の場合
　　　エ　2^{n-1}となるのは、２の補数表現で"０１１１…１１"の場合

問５　ア
〔解説〕その整数値が正の数の場合は、最下位２ビットが　１１　の場合、３となる。 その整数値を４で割った余りは、最下位２ビットですあるので、４で割った余りは３となる。
その整数値が負の数の場合は、最下位２ビットが　１１　の場合、補数表現なので　０　と　１　を逆転する。 よって、最下位２ビットは絶対値では　００、４で割った余りは　０　となる。

問６　ウ
〔解説〕例えば、$x_1=1$，$x_2=1$ として、
$x_1x_2=11(2)=3(10)$
$x_2x_1=11(2)=3(10)$
$\mathrm{int}(x/2)=1$

$3=2*3-a$
$a=3$
で「ウ」が正解となる。また、$x_1=1$，$x_2=0$ として、
$x_1x_2=10(2)=2(10)$
$x_2x_1=01(2)=1(10)$
$\mathrm{int}(x/2)=1$

$1=2*2-a$
$a=3$
とするなど簡単に計算できる値を代入して消去法で解く。

２－２　シフト演算と，２進数のかけ算わり算〔解答・解説〕

問１　ア
〔解説〕$(ABCD)_{16}=(1010\ 1011\ 1100\ 1101)_2$より
１０１０　１０１１　１１００　１１０１→００１０　１０１０　１１１１　００１１　となり，
$(0010\ 1010\ 1111\ 0011)_2=(2AF3)_{16}$

問２　ウ
〔解説〕$(0.FEDC)_{16}=(0.1111111011011100)_2$ より
０.１１１１１１１０１１０１１１００→１１.１１１１１０１１０１１１００　となり，
$(11.11111011011100)_2$
↓
$(0011.1111\ 1011\ 0111\ 0000)_2$
↓　↓　↓　↓　↓
$(3\ .\ F\ B\ 7\ 0)_{16}$

問３　ウ
〔解説〕１１０１００００を右に２ビット算術シフトすると，１１１１０１００
２の補数表現では，$(11110100)_2=-12$
$(00010100)_2=20$なので，
$20-(-12)=20+12=32=(00100000)_2$　（ウ）

問４　エ
〔解説〕ｍを３ビット左シフトすると８倍になるから，これにｍを加えると９倍となる。

問５　イ
〔解説〕ｍを３ビット左にシフトすると８倍になるので，これにｍを加えればよい。

問６　ア
〔解説〕2 進数のビット列は、左に n ビットシフトすると元の値と比べて「2^n倍」、右に n ビットシフトすると「1／2^n倍（2^{-n}倍)」になるという性質がある。
ア　[x を 2 ビット左シフト]
$x \times 2^2 = x \times 4 = 4x$ … ①
[①に x を加算]
$4x + x = 5x$ … ②
[②を 1 ビット左シフト]
$5x \times 2^1 = 5x \times 2 = 10x$
結果は x を 10 倍した値になるので、正解。

問７　エ
〔解説〕３２ビットで表現できるビットパターンは2^{32}種類、２４ビットで表現できるビットパターンは2^{24}種類なので、
$2^{32} \div 2^{24} = 2^8 = 256$(倍)

問８　ア
〔解説〕乗数（Ｙ）を右シフトして，ビット１が見つかれば被乗数（Ｘ）を加算する。その後，被乗数を左シフトして次の加算に利用する。これを繰り返すことで乗算が実現できる。

問９　ウ
〔解説〕レジスタに格納された 2 進数(x)を 2 ビット左にシフト
x を 2^2倍、つまり 4 倍する
x を加える
x を 4 倍した数値に x を足す
という組合せなので、操作後のレジスタの値は元の x の値の 5 倍になる。

２－３　小数点を含む数のあらわし方〔解答・解説〕

問１　ウ
〔解説〕－５.６２５＝－６＋０.３７５であるから,
$-6 = (1010)_2$
$0.375 = (0.011)_2$
より，１０１００１１０ となる。

問２　イ
〔解説〕アは３２７６７，イは－３２７６８，ウは－３２７６７，エは－１

問３　イ
〔解説〕浮動小数点数の演算で、「絶対値がほぼ等しく，同符号である数値の減算」では、数値の有効けた数が大きく減少する。

問４　エ

問５　エ

〔解説〕正規化とは，数値の最上位のけたが小数点のすぐ右に来るように調整し，有効数字のけた数を最大限に確保することをいう。

問６　ウ

〔解説〕０.２５＝$(０.０１)_2$＝$(０.１)_2 \times 2^{-1}$であるから，符号は０，指数部は１１１１となる。

問７　イ

〔解説〕ア　オーバフローの説明です。
ウ　情報落ちの説明です。
エ　けた落ちの説明です。

２－４　誤差〔解答・解説〕

問１　イ

問２　エ

〔解説〕情報落ちとは，絶対値の大きな数と絶対値の小さな数の加減算を行ったとき，絶対値の小さな数が無視されてしまう現象をいう。

問３　ア

〔解説〕イ　桁あふれ誤差の説明。
ウ　丸め誤差の説明。
エ　情報落ちの説明。

問４　ウ

〔解説〕情報落ちとは，絶対値の非常に大きな数と小さな数の足し算や引き算を行ったとき，小さい数が計算結果に反映されないために発生する誤差である。

問５　エ

〔解説〕相対誤差とは，真の値に対する誤差の割合で，誤差の絶対値を真の値で割ったものである。
それぞれの相対誤差は
Ｘ ：｜１.０２－１｜÷１.０２＝０.０２÷１.０２≒０.０１９
Ｙ ：｜１.９７－２｜÷１.９７＝０.０３÷１.９７≒０.０１５
Ｚ ：｜５.０５－５｜÷５.０５＝０.０５÷５.０５≒０.００９９