

第2回 整数の2進表現と計算

2-1. 2進数の原理

桁(位取り)の原理

- a) 10進で書かれた $1234_{10}$ を、桁(1000、100、10、1の桁)に分解すると ( ) (式で書こう)
- b) 2進で書かれた $1011_2$ を、桁に分解すると ( )

n桁の2進数の表せる範囲

- a) 1桁の10進数の表せる範囲は ( ~ )、2桁の10進数の表せる範囲は ( ~ )  
5桁の10進数の表せる範囲は ( ~ )、N桁の10進数の表せる範囲は ( ~ )
- b) 1桁の2進数の表せる範囲は ( ~ )、2桁の2進数の表せる範囲は ( ~ )  
8桁の2進数の表せる範囲は ( ~ )、N桁の2進数の表せる範囲は ( ~ )  
16ビットの数(正の整数)の表せる範囲は ( ~ )

2進→10進の変換

- a)  $1011_2$ (2進で書かれていることを右下の2で表す)を10進に変換すると ( )  
上の「桁の原理」で分解した式をそのまま計算する。
- b)  $100011011011_2$  を10進に変換すると (計算手順を下記に書き残そう)

.....

.....

.....

.....

10進→2進の変換

- a)  $13_{10}$ を、2進に変換すると (変換の仕方はスライドを見てください) (計算手順を下記に書き残そう)
- b)  $1234_{10}$ を、2進に変換すると (計算手順を下記に書き残そう)

.....

.....

.....

.....

2-2. 16進数での表現 ~ 2進⇔10進の変換は桁が多いと大変で間違えます。16進を使って手抜きしよう。

まず16進数の表示

- a) 16進数の1桁は、(10進数で見るところの)0, 1, 2, ..., 9, 10, 11, ..., 15まであります。これを1桁で書くために、10~15の部分は1桁の記号で書きます。どんな記号ですか？

10=( )<sub>16</sub>、 11=( )<sub>16</sub>、 12=( )<sub>16</sub>、 13=( )<sub>16</sub>、 14=( )<sub>16</sub>、 15=( )<sub>16</sub>

b)  $12_{10} \times 16^3 + 15_{10} \times 16^2 + 7_{10} \times 16^1 + 13_{10} \times 16^0$  を 16 進表記で書くと ( )

### 2 進→16 進の変換

a)  $100011011011_2$  を 16 進に変換すると ( ) (やり方はスライドを見てください)

b)  $1110\ 0110\ 1001\ 1111\ 0000\ 1101\ 0001\ 0100_2$  を 16 進に変換すると ( )

### 16 進→2 進の変換

a)  $1234_{16}$  を、2 進に変換すると ( ) (手順を説明できますか?)

b)  $FDEC_{16}$  を、2 進に変換すると ( )

### 16 進→10 進の変換

a) 16 進で書かれた  $1234_{16}$  を、桁に分解すると ( ) 2 進を桁に分解したのと同じ

b)  $1234_{16}$  を 10 進に変換すると ( ) 上で桁に分解した式を、そのまま計算する。

### 10 進→16 進の変換 (これはそれなりに計算が大変だが、10 進→2 進よりは割り算の回数が少ないので楽)

a)  $1022_{10}$  を 16 進に変換すると (計算手順を下記に書き残そう)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### 2 進→10 進を、2 進→16 進→10 進のステップを踏んで変換

a)  $1110\ 0111_2$  を 10 進に変換せよ (計算手順を書き残そう)

(まず 2 進→16 進変換)

(16 進→10 進変換)

.....  
.....

b)  $1111\ 0110\ 1101\ 1110\ 0001\ 1001\ 0001\ 0100_2$  を 10 進に変換せよ (計算手順を書き残そう)

(まず 2 進→16 進変換)

(16 進→10 進変換)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### 逆に、10 進→2 進を、10 進→16 進→2 進のステップを踏んで変換

a)  $88_{10}$  を 2 進に変換せよ (計算手順を書き残そう)

(10 進→16 進変換)

.....  
.....

.....  
.....  
(16進→2進変換)

b)  $65531_{10}$ を2進に変換せよ (計算手順を書き残そう)

(10進→16進変換)  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(16進→2進変換)  
.....  
.....

### 2-3. マイナスの数の表現

コンピュータでは、(負の整数は)「2の補数」という表し方をします。

2の補数を作る (符号をひっくりかえす)

a) 2進の桁数が8桁であるとするとき、10進数 $5_{10}$ の2の補数、つまり $-5_{10}$ を計算せよ

( $5_{10}$ を2進8桁で表すと) .....

(8桁で $5_{10}$ の2の補数を取ると) .....

b)  $-30_{10}$ を2進8桁で表せ ( aと同じで、 $30_{10}$ の2の補数を計算します)  
.....  
.....  
.....  
.....

c) 2進の桁数が多いとどうなるか?  $-5_{10}$ を2進16桁で表せ。更に $-5_{10}$ を2進32桁で表せ。(よく使うPCのCPUは、整数を32ビット=2進32桁で表しています。)  
.....  
.....  
.....  
.....

d) 2進8桁(もうここからは8ビットと呼ぼう)のとき、 $-1_{10}$ はいくつか。16ビットだとどうか?  
.....  
.....

e) (暇な人用の選択問題) a)で求めた、2進8桁で表した $-5_{10}$ の結果を、「2の補数」ではなくて、ただの2進数(符号なんて知らないときの2進数)の読み方をすると、(10進で)いくつですか? ( )

この、(符号なしの2進数で読んだ数)と、 $5_{10}$ とを足すと、いくつですか？ ( )

実は、元の数(ここでは5)を $x$ とします。2の補数を作るときの1ステップ目の「各桁を 0/1 反転」だけをした結果を $y$ とすると、 $x+y$ は何になるでしょうか？ 0/1 のパターン具合を考えてみてください。( )

その $x+y$ に、1を足す(2の補数の2ステップ目)と、どうなりますか？ ( )

ここから、何がわかりますか？ .....

#### 2-4. マイナスの数—おまけ

a) (2の補数で2進→10進) 8ビット(2進8桁)で、負数を2の補数で表現しているとき、 $1111\ 0111_2$ は10進数でいくつに当たるか？

( $1111\ 0111$ は正か負か？ (なぜか)) .....

( $1111\ 0111$ の2の補数を計算する) .....

(2の補数を取ったら=符号を逆にしたら、こうなったのだから、元の数) .....

b) 8ビットで2の補数表現をしているとする。次の2進数を10進に変換せよ

$$1111\ 1101_2 = ( \quad )_{10}$$

$$1110\ 0010_2 = ( \quad )_{10}$$

$$0011\ 1001_2 = ( \quad )_{10}$$

$$0100\ 0100_2 = ( \quad )_{10}$$

$$1\ 1111_2 = ( \quad )_{10}$$

一般に、一番左のビットが1か0かで符号が分かります。一番左というのは、8ビット表現なら8ビット目、16ビット表現なら16ビット目です。上記5番目の例は、5ビットしか書いてありませんが、問題では8ビットの枠があると言っているので、6・7・8ビット目は0なのを書いていないだけ(つまり  $0001\ 1111$ です。つまり一番左のビットは0だと見なします。ここは間違えないでください。

c) (暇な人用の選択問題) 我々の使うコンピュータ上で、8ビット表現を16ビットや32ビットに(伸ばして)変換しなければならないことがあります。このとき、正の数は

$$3_{10} = 0000\ 0011_2 = 0000\ 0000\ 0000\ 0011_2$$

のように、上位に0を追加すれば済みます。(10進で考えたら当然でしょう。  $23_{10} = 023_{10} = 0023_{10}$ です。)

では、負の数はどうでしょうか？

$$-3_{10} = (8\text{ビット})( \quad )_2 = (16\text{ビット})( \quad )_2$$

ついでに、こちらはどうでしょうか？

$$-1_{10} = (8\text{ビット})( \quad )_2 = (16\text{ビット})( \quad )_2$$