

1. 次の2進数と16進数を10進数へ基数変換せよ (補数は考えない)。

①  $10110_{(2)}$ を10進数へ

5桁の位分けを考えると、 $2^4$   $2^3$   $2^2$   $2^1$   $2^0$  となる。

各位に基づいて計算式を組み立てると、次のようになる。

$$(1 \times 2^4) + (0 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (0 \times 2^0)$$

これを計算すると、 $16+0+4+2+0=22$

②  $11001_{(2)}$ を10進数へ

上記①と同様に考えると、 $16+8+0+0+1=25$

③  $110101_{(2)}$ を10進数へ

上記①と同様 (ただし6桁) に考えると、 $32+16+0+4+0+1=53$

④  $A5_{(16)}$ を10進数へ

2桁であるため、位分けは、 $16^1$   $16^0$  となる。

各位に基づいて計算式を組み立てると、次のようになる。

$$(A \times 16^1) + (5 \times 16^0)$$

10進数と16進数の関係から  $A=10$  であるため、 $(10 \times 16) + (5 \times 1) = 165$

⑤  $2D8_{(16)}$ を10進数へ

上記①と同様に考えると、 $(2 \times 16^2) + (D \times 16^1) + (8 \times 16^0)$

$D=13$  であるため、 $(2 \times 256) + (13 \times 16) + (8 \times 1) = 728$

2. 次の10進数を基数変換 (2進数または16進数へ) せよ (補数は考えない)。

① 6を2進数へ

Step 1  $6 \div 2 = 3$  余り 0

Step 2  $3 \div 2 = 1$  余り 1

最終的な商 (割り算の答え)、最後の余り、その前の余りの順に並べて、 $110_{(2)}$

② 21を2進数へ

Step 1  $21 \div 2 = 10$  余り 1

Step 2  $10 \div 2 = 5$  余り 0

Step 3  $5 \div 2 = 2$  余り 1

Step 4  $2 \div 2 = 1$  余り 0

上記①と同様の考えで並べると、 $10101_{(2)}$

③ 64 を 2 進数へ

Step 1  $64 \div 2 = 32$  余り 0

Step 2  $32 \div 2 = 16$  余り 0

Step 3  $16 \div 2 = 8$  余り 0

Step 4  $8 \div 2 = 4$  余り 0

Step 5  $4 \div 2 = 2$  余り 0

Step 6  $2 \div 2 = 1$  余り 0

上記①と同様の順番で並べると、 $1000000_{(2)}$

④ 55 を 16 進数へ

Step 1  $55 \div 16 = 3$  余り 7

上記①と同様の順番で並べると、 $37_{(16)}$

⑤ 350 を 16 進数へ

Step 1  $350 \div 16 = 21$  余り 14

Step 2  $21 \div 16 = 1$  余り 5

16 進数では、 $14 = E$  であるため、 $15E_{(16)}$

3. 次の基数変換を行え (補数は考えない)。

①  $56_{(7)}$  を 10 進数へ

7 進数であるため、位分けは、 $7^1$   $7^0$  である。

従って、 $(5 \times 7) + (6 \times 1) = 41$

②  $24_{(5)}$  を 10 進数へ

5 進数であること以外は、上記①と同様の考えで位を分ければ良い。

従って、 $(2 \times 5) + (4 \times 1) = 14$

③  $226_{(8)}$  を 10 進数へ

8 進数であること以外は、上記①と同様の考えで位を分ければ良い (ただし、3桁)。

従って、 $(2 \times 64) + (2 \times 8) + (6 \times 1) = 150$

④ 47 を 3 進数へ

Step 1  $47 \div 3 = 15$  余り 2

Step 2  $15 \div 3 = 5$  余り 0

Step 3  $5 \div 3 = 1$  余り 2

従って、 $1202_{(3)}$

⑤ 58 を 5 進数へ

Step 1  $58 \div 5 = 11$  余り 3

Step 2  $11 \div 5 = 2$  余り 1

従って、 $213_{(5)}$

⑥ 60を7進数へ

Step 1  $60 \div 7 = 8$  余り 4

Step 2  $8 \div 7 = 1$  余り 1

従って、114<sub>(7)</sub>

⑦ 335<sub>(7)</sub>を4進数へ

Step 1 335<sub>(7)</sub>を10進数へ変換すると、 $(3 \times 49) + (3 \times 7) + (5 \times 1) = 173$

Step 2  $173 \div 4 = 43$  余り 1

Step 3  $43 \div 4 = 10$  余り 3

Step 4  $10 \div 4 = 2$  余り 2

従って、2231<sub>(4)</sub>

⑧ 431<sub>(5)</sub>を6進数へ

Step 1 431<sub>(5)</sub>を10進数へ変換すると、 $(4 \times 25) + (3 \times 5) + (1 \times 1) = 116$

Step 2  $116 \div 6 = 19$  余り 2

Step 3  $19 \div 6 = 3$  余り 1

従って、312<sub>(6)</sub>

⑨ 3EF<sub>(16)</sub>を2進数へ

Step 1 3EF<sub>(16)</sub>を区切ると、3 E Fとなる。

Step 2 16進数の一桁は2進数の4桁に対応することを考えると、次のようになる

3 : 0011 E : 1110 F : 1111

※ Eは14、Fは15に対応していることに注意する

従って、001111101111<sub>(2)</sub>

⑩ 11010010<sub>(2)</sub>を16進数へ

Step 1 2進数と16進数の関係から、1101と0010に区切ることが可能。

Step 2 各値を10進数へ変換すると、1101=13 0010=2 である。

※ 13は16進数ではDであることに注意する

従って、D2<sub>(16)</sub>

4. 次の計算を行え（補数は考えない）。

① 1110<sub>(2)</sub> + 1111<sub>(2)</sub>

	(1)	(1)	(1)		
		1	1	1	0
+		1	1	1	1
	1	1	1	0	1

※ ( ) 内の数値は繰り上がりの値

②  $1101_{(2)} + 0111_{(2)}$

		(1)	(1)	(1)	(1)	
		1	1	0	1	
+		0	1	1	1	
	1	0	1	0	0	

※ ( ) 内の数値は繰り上がりの値

③  $110_{(2)} - 011_{(2)}$

Step 1 隣の位から2を借りて計算

				(2)	
		1	<del>1</del>	0	
-		0	1	1	
				1	

Step 2 さらに隣の位から2を借りて計算

			(2)	(2)	
		<del>1</del>	<del>1</del>	0	
-		0	1	1	
			1	1	

※ ( ) 内の数値は借りてきた値

④  $1010_{(2)} - 0111_{(2)}$

Step 1 隣の位から2を借りて計算

				(2)	
		1	0	<del>1</del>	0
-		0	1	1	1
					1

Step 2 さらに隣の位から2を借りたいが、値が0であるため、さらに隣から2を借りる。

			(2)	(2)	
		<del>1</del>	0	<del>1</del>	0
-		0	1	1	1
					1

Step 3 Step 2 で借りた値から2を借りて計算

			[1]		
		<del>1</del>	(2)	(2)	(2)
		0	0	<del>1</del>	0
-		0	1	1	1
			0	1	1

※ ( ) 内の数値は借りてきた値、[ ] 内の数値は残った値

※ また、最も大きい位の計算結果が0の場合は、記入せずとも良い。

⑤  $221_{(3)} + 111_{(3)}$

		(1)	(1)		
			2	2	1
+			1	1	1
		1	1	0	2

※ ( ) 内の数値は繰り上がりの値

※ また、3進数であるため、3で繰り上がることに注意

⑥  $343_{(5)} + 142_{(5)}$

		(1)	(1)	(1)	
			3	4	3
+			1	4	2
		1	0	4	0

※ ( ) 内の数値は繰り上がりの値

※ また、5進数であるため、5で繰り上がることに注意

⑦  $450_{(7)} - 266_{(7)}$

Step 1 隣の位から7を借りて計算

			[4]	(7)
		4	<del>5</del>	0
-		2	6	6
				1

Step 2 2桁目は、残りの数で減算ができないため、さらに隣から7を借りる。

			(7)	
		[3]	[4]	(7)
		<del>4</del>	<del>5</del>	0
-		2	6	6
			5	1

Step 3 残りを計算

			(7)	
		[3]	[4]	(7)
		<del>4</del>	<del>5</del>	0
-		2	6	6
		1	5	1

※ ( ) 内の数値は借りてきた値、[ ] 内の数値は残った値

※ 7進数であるため、借りてくる値は7

⑧  $673_{(8)} - 577_{(8)}$

Step 1 隣の位から8を借りて計算

			[6]	(8)
		6	<del>7</del>	3
-		5	7	7
				4

Step 2 2桁目は、残りの数で減算ができないため、さらに隣から8を借りて計算

			(8)	
		[5]	[6]	(8)
		<del>6</del>	<del>7</del>	3
-		5	7	7
		0	7	4

※ ( ) 内の数値は借りてきた値、[ ] 内の数値は残った値

※ 8進数であるため、借りてくる値は8

5. 補数に関する設問に答えよ。

① -5の1の補数表現と2の補数表現を示せ(2進数 4bitで)

Step 1 -5の絶対値(5)を4bitで2進数へ変換すると、0101

Step 2 これを反転すると、1010 (0101の1の補数表現)

Step 3 さらにこれに1を加えると2の補数表現である。

従って、 1の補数表現 : 1010      2の補数表現 : 1011

② -7の1の補数表現と2の補数表現を示せ(2進数 4bitで)

Step 1 -7の絶対値(7)を4bitで2進数へ変換すると、0111

Step 2 これを反転すると、1000 (0111の1の補数表現)

Step 3 さらにこれに1を加えると2の補数表現である。

従って、 1の補数表現 : 1000      2の補数表現 : 1001

③ 上記問題②の条件を利用して1の補数の特性を具体的に説明せよ。

7を2進数(4bit)へ変換すると、0111、1の補数表現は、これを反転させた値であるため、1000となる。ここで、2つを足し合わせると次のようになる。

$$0111 + 1000 = 1111$$

つまり、対象の数(2進数)と1の補数表現の値を加えた場合、必ず全てが1となる。全てが1(4bitの例における最大の値)となるように補う値であるため、1の補数と呼ばれる。

- ④ 同じく上記問題②の条件を利用して2の補数の特性を具体的に説明せよ。  
 -7の2の補数表現は、上記②より、1001である。ここで元の値(0111)と足し合わせると次のようになる。

$$0111 + 1001 = 10000$$

4桁の2進法で、対象の数と2の補数表現の値を加えた場合、必ず2の4乗の値となる。つまり、2の4乗の位の部分が1となりそれ以外は0となる。これは、桁数を増やした場合も同様であり、n桁ならば2のn乗の値となる。これを実現するために補う値であるため、2の補数と呼ばれる。

★ちなみに・・・

マイナスの値を表現するための値、さらに引き算を足し算として実現するための値という説明は、不十分です。なぜなら、それは補数の特性ではなくて役割だから。

- ⑤ コンピュータにおいて、3bitのメモリを考える。次の設問に答えよ。  
 ・何通りの情報を表現することが可能か。  
 前提条件として、2進数を見ると、1つのbitで表現可能な情報は0と1の2通り。従って、3bitならば2通りの3乗であるため、8通りの表現が可能である。

・補数表現を利用する場合と利用しない場合では、表現可能なパターンは変化しない。しかし、表現可能な値の範囲は変化する。どのように変化するのか具体的に説明せよ。

次の表のように変化する。

2進数 表現パターン	000	001	010	011	100	101	110	111
補数無しの値	0	1	2	3	4	5	6	7
補数有りの値	0	1	2	3	-4	-3	-2	-1

この部分が、負数を示す(先頭bitが「1」であるため!)

従って、補数を考えない場合は 0～7の範囲であり、補数を考える場合は、-4～3の範囲のように変化する。

★ 最後のページは、補数に関するコラムです。

補数について理解を深めたい者は目を通すと良いでしょう。

※一度授業内にて、説明済です。

## コラム 補数について

- ※ 読む、読まないは、各人の自由です。
- ※ コラム部分については三沢の試験では問うこともありません。
- ※ 興味がある人は、色々と調べてみると良いかもしれません。

補数表現とは、ある値に対して補う値である。この考えが負数の表現にマイナス表現を利用しない考え方として利用されている。従って、10進数においても10の補数、9の補数という考え方が存在する。

例) 10進数の数値(4桁) 5555 を考える。

5555の9の補数は、 $9999 - 5555 = 4444$ として得られる。

また、10の補数は、 $10000 - 5555 = 4445$ として得られる。

つまり、10の補数は9の補数+1としても求めることが可能(手順としては容易)である。

上記の10の補数(4445)は、4桁の10進数という前提では、 $-5555$ と同義となる。

例えば、10進数の値 6300 から 5555 を減算したい場合は、次の計算式を考える。

$$6300 + 4445 = 10745$$

計算結果の下4桁の値は、「 $6300 - 5555$ 」の計算結果と同じ値になっていることが分かる。

$6300 + 4445 = 10745$ の5桁目の値は、上記の前提条件(下線部)からオーバーフロー扱い。

(桁数とオーバーフローの関係については、講義で解説済)

話を2進数へ置き換える。

2進数の値 0111 (4桁) を考える。

0111の1の補数は、 $1111 - 0111 = 1000$ として得られる。

または、対象の値を反転させることで得られる。

※ 1と0の関係( $1 - 1 = 0$ と $1 - 0 = 1$ )から反転させることで同値になるため。

0111の2の補数は、 $10000 - 0111 = 1001$ として得られる。

または、1の補数+1で得られる。

※ 10進数の例で示したように簡易手順としては+1を加えればよい。

だから、補数を利用した加算処理で減算処理が可能となる。