情報領域演習第二　L 演習（第 1 回）

八巻隼人

2021 年 5 月 6 日（木曜 3 限）

練習問題解答

問 1．　以下の表の空欄を埋めよ．

【解答】

10 進数	2 進数	8 進数	16 進数
$113_{(10)}$	1110001	161	71
170	$10101010_{(2)}$	252	AA
501	111110101	$765_{(8)}$	1F5
10.875	1010.1110	12.7	$A.E_{(16)}$

【解説】

一行目：

（2 進数）

)113
)　56 … 1
)　28 … 0
)　14 … 0
)　　7 … 0
)　　3 … 1
)　　1 … 1
　　1

左下から右上に読んで

（答え）1110001

（8 進数）

2 進数を 3 桁ずつ区切る

1 | 110 | 001

各区切りを 8 進数に変換

1 | 6 | 1

（答え）161

（16 進数）

2 進数を 4 桁ずつ区切る

0111 | 0001

各区切りを 16 進数に変換

7 | 1

（答え）71

二行目：**2 進数→１０進数**

$$10101010 = 2^7 + 2^5 + 2^3 + 2^1$$
$$= 128 + 32 + 8 + 2$$
$$= 170$$（答え）

他の変換は一行目と同じ．

三行目：**8 進数→2 進数**

$765 = 7 \mid 6 \mid 5$

$= 111 \mid 110 \mid 101$

$= 111110101$（答え）

他の変換は一行目と同じ．

四行目：

（2 進数）	（8 進数）	（10 進数）
そのまま 2 進数に変換	2 進数を 3 桁ずつ区切る	1010.1110
A.E=1010.1110（答え）	001 | 010 . 111 | 000	$= 2^3 + 2^1$
	各区切りを 8 進数に変換	$+2^{-1} + 2^{-2} + 2^{-3}$
	（答え）12.7	$= 10.875$（答え）

問２．　以下の値に対して，10 進数⇔2 進数の変換をせよ．なお，答えが有限小数になるとは限らない．

【解答】

（１）　$1110.0111_{(2)}$ ＝　14.4375

（２）　$0.1_{(10)}$ ＝　0.00011001…

【解説】

（１）　$1110.0111_{(2)} = 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^{-2} + 2^{-3} + 2^{-4}$

$= 8 + 4 + 2 + 0.25 + 0.125 + 0.0625$

$= 14.4375$（答え）

（２）　ひたすら小数部を 2 倍して，その整数部を上から下に読む．

0．1

0．2

0．4

0．8

1．6　　（答え）0.0001100…

1．2

0．4

0．8

⋮

問３．　以下の 10 進数の演算を 2 進数に変換して行え．答えは筆算により求めること．ま

た，答えの 2 進数値を 10 進数に変換し，演算結果が正しいことを確かめよ．

【解答】

（1）　$123_{(10)}+456_{(10)}$ ＝ 1111011 + 111001000 ＝ 1001000011 ＝ 579

（2）　$654_{(10)}-321_{(10)}$ ＝ 1010001110 － 101000001 ＝ 101001101 = 333

（3）　$21_{(10)}\times 51_{(10)}$ = 10101 × 110011 = 10000101111 = 1071

（4）　$593_{(10)}\div 17_{(10)}$ = 1001010001 ÷ 10001 = 100010…1111 = 34…15

【解説】

（1）

```
      1 1 1 1 0 1 1
+ 1 1 1 0 0 1 0 0 0
-----------------
1 0 0 1 0 0 0 0 1 1
```

$= 2^9+2^6+2^1+2^0=579$

（2）

```
  1 0 1 0 0 0 1 1 1 0
-   1 0 1 0 0 0 0 0 1
-----------------
  0 1 0 1 0 0 1 1 0 1
```

$= 2^8+2^6+2^3+2^2+2^0=333$

（3）

```
          1 0 1 0 1
      ×   1 1 0 0 1 1
      -------------
          1 0 1 0 1
        1 0 1 0 1
    1 0 1 0 1
  1 0 1 0 1
  -----------------
1 0 0 0 0 1 0 1 1 1 1
```

$= 2^{10}+2^5+2^3+2^2+2^1+2^0=1071$

（4）

```
                  1 0 0 0 1 0   = 34
1 0 0 0 1 ) 1 0 0 1 0 1 0 0 0 1
            1 0 0 0 1
            -----------------
                  1 1 0 0 0
                  1 0 0 0 1
                  -----------
                      1 1 1 1   = 15
```

問４． 以下の 10 進数を，2 の補数表現を用いた 8bit の 2 進数で表せ．

【解答】

（１） $120_{(10)}$ ＝ 01111000

（２） $-120_{(10)}$ ＝ 10001000

（３） $17_{(10)}$ ＝ 00010001

（４） $-17_{(10)}$ ＝ 11101111

【解説】

（１） 正の数はそのまま 2 進数に変換し 8bit に．$120_{(10)}$ ＝ 01111000（答え）

（２） 負の数は，①正の数の各 bit の値を反転し，②１を足す（２の補数表現）．
01111000 →bit 反転→ 10000111 →１を足す→ 10001000（答え）

（３） 正の数はそのまま 2 進数に変換し 8bit に．$17_{(10)}$ ＝ 00010001（答え）

（４） 00010001 →bit 反転→ 11101110 →１を足す→ 11101111（答え）

問５． 以下の減算を 2 の補数表現により加算として求めよ．なお，全ての値は 2 の補数表現を用いた 6bit の 2 進数として考える．求められた答えを 10 進数に変換し，答えが正しいことを確かめよ．必ずしも答えが正しくなるとは限らない．

【解答】

（１） $25_{(10)}-8_{(10)}$ ＝ 011001 + 111000 = (1)010001 = 17

（２） $(-13_{(10)})-5_{(10)}$ = 110011 + 111011 = (1)101110 ⇔ 010010 = 18 ∴－18

（３） $(-20_{(10)})-17_{(10)}$ = 101100 + 101111 = (1)011011 = 27 なので間違っている

【解説】

（１） $25_{(10)}-8_{(10)}$ ＝ 25 + (-8)
ここで 8 は 6bit2 進数で 001000 となることから，
-8 は 2 の補数表現で 111000 と表現できる．
∴ 25 − 8 = 001000 + 111000
= (1)010001
= 17 （7bit 目は桁溢れとして無視される）

（２） $(-13_{(10)})-5_{(10)}$ ＝ (-13) + (-5)
ここで 13 と 5 は 6bit2 進数でそれぞれ 001101，000101 となることから，
-13 と-5 は 2 の補数表現でそれぞれ 110011，111011 と表現できる．
∴ (−13) − 5 = 110011 + 111011

$= (1)101110$

上記の答えは先頭 bit が 1 であることから，負数であることはわかるが，
マイナスいくつなのかはわからない．そこで，絶対値を求めるために，
答えを更に 2 の補数変換し，正数を求める．

101110 → 010010 ＝ 18

これより，101110 ＝ －18 と答えが確認できる．

（3） $(-20_{(10)})-17_{(10)} = (-20)+(-7)$

ここで 20 と 7 は 6bit2 進数でそれぞれ 010100，000111 となることから，
-20 と-7 は 2 の補数表現でそれぞれ 101100，111001 と表現できる．

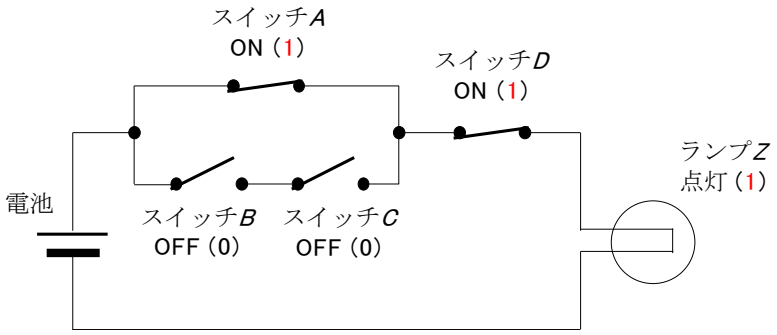
$\therefore\ (-20)-17 = 101100 + 111001$

$= (1)011011$

$= 27$

これは明らかに－37 とは異なる．6bit の 2 の補数表現で表せる数は－32～31 であり，－37 はこれを超えるため，6bit では表現できない．

問 6． 4 つのスイッチとランプで構成される以下の回路について考える．以下ではスイッチが ON の状態を 1，OFF の状態を 0，ランプが点灯した状態を 1，消灯した状態を 0 として扱う．



（1） 上記の回路の真理値表を作成せよ．

【解答】

入力				出力
A	*B*	*C*	*D*	*Z*
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0

0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

（2） 設問の電気回路の動作について考える．並列接続された下側の回路はスイッチ B が 1 **かつ**スイッチ C が 1 の場合に電流が流れる．また，並列接続された回路全体で見ると，スイッチ A が 1 **または**スイッチ B・C が 1 の場合に電流が流れる．これを参考に設問の電気回路の論理式を導け．

【解答】

$Z = (A + B \cdot C) \cdot D$

【解説】

問題文にある通り，設問の電気回路の論理的な関係を定式化すると，

Zが 1 $= \left(A\text{が } 1 \quad \text{または} \quad \left(B\text{が } 1 \quad \text{かつ} \quad C\text{が } 1\right)\right) \quad \text{かつ} \quad D\text{が } 1$

$\rightarrow\ Z = \left(\mathrm{A}\ \text{または}\left(\mathrm{B}\ \text{かつ}\ \mathrm{C}\right)\right)\text{かつ}D$

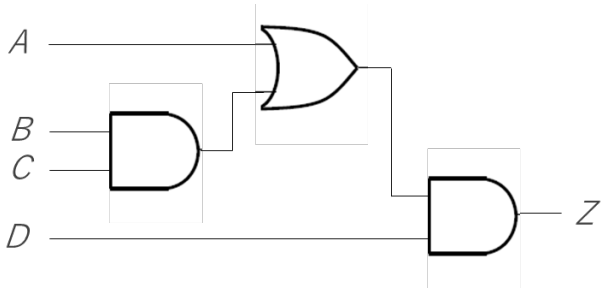
“または“を論理和 or で，”かつ“を論理積 and で置き換える．

$\rightarrow\ Z = \left(\mathrm{A} + (\mathrm{B} \cdot \mathrm{C})\right) \cdot D$

$\rightarrow\ Z = (A + B \cdot C) \cdot \mathrm{D}$ （答え）

（3） 前問で導いた論理式を基に，設問の電気回路図を論理回路図に変換せよ．なお，入力は各スイッチの ON/OFF を表す A, B, C, D とし，出力はランプの点灯状態を表す Z とした 4 入力 1 出力の回路とする．

【解答】

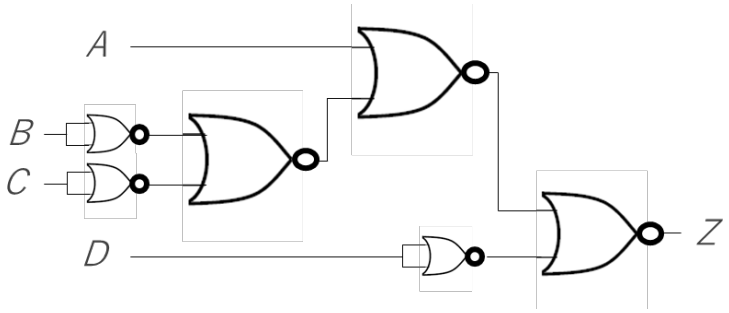


【解説】

前問の論理積を and ゲート，論理和を or ゲートとし，回路で繋げる．

（4） 任意の論理回路は，NOR または NAND だけで構成可能である(完全系)．上記に基いて，前問で得られた論理回路図を NOR だけを用いた回路に変換せよ．

【解答】

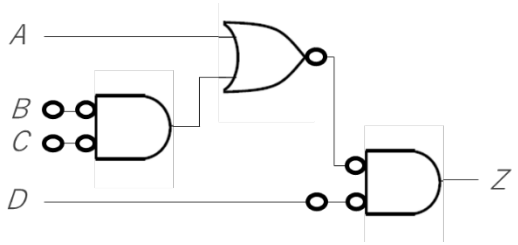


【解説】

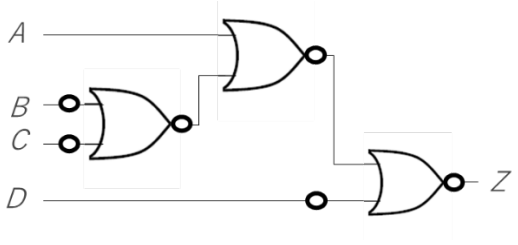
解き方.

1．前問の論理回路の AND ゲートの入力に NOT を 2 つずつ追加.

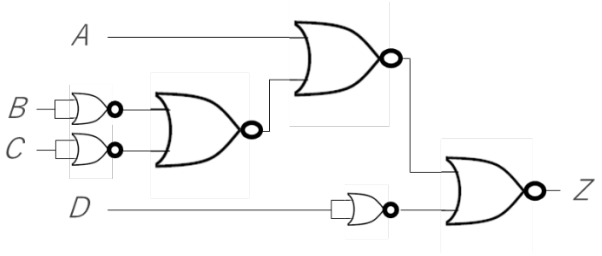
（否定の否定なので値は変わらない．これで一つ nor になる.）



2．両方の入力が否定になった AND ゲートを NOR ゲートに変換できる.



3．余っている NOT を NOR ゲートに変換.



（答え）

以上