

マイナスの数をどう表す？



2進数でマイナスの数？

5_{10} なら $1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$
で 101_2 ですが？

$$-5_{10} = -101_2 \quad ?$$



と言いたいところですが

「一記号」プラス「数字」って
結構, 不便

なぜ（どう）不便かは、もう少し先で

2



で、^{ほすう}「2の補数」を使うぞ

3



ほすう 2の補数はこうやって作る！

用意するものは

4

元の（正の）数 $5_{10} = 101_2$

5

結果を入れる桁数 8桁とか16桁とか

そんなもの、何にするの？

6

後でわかります！ とにかく8桁ね

7

$5_{10} = 101_2$ を8桁に入れました

0 0 0 0 0 1 0 1₂

8

$5_{10} = 101_2$ を8桁に入れました
では、0 と 1 とを反転させます

0は1へ
1は0へ

0 0 0 0 0 1 0 1₂

1 1 1 1 1 0 1 0₂

9

$5_{10} = 101_2$ を8桁に入れました
では、0と1とを反転させます
最後に1を足して、完成

0は1へ
1は0へ

0 0 0 0 0 1 0 1₂

1 1 1 1 1 0 1 0₂
+1

1を足す

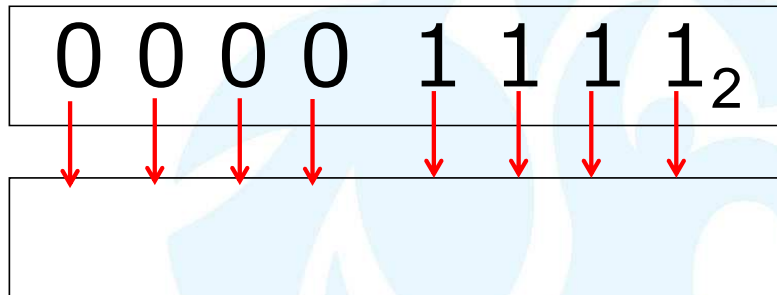
完成!

1 1 1 1 1 0 1 1₂

じゃ、練習してみましよう

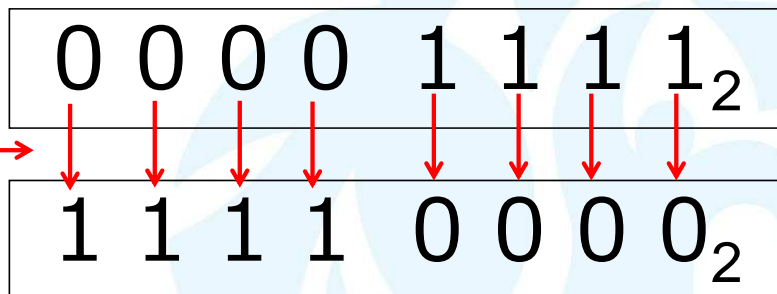
$15_{10} = 0000 1111_2$ を、
マイナスにしてみましよう

さて、どうしますか？



0と1を反転

0は1へ
1は0へ



0と1を反転 \Rightarrow 1を足す、ですね

0は1へ
1は0へ

0 0 0 0 1 1 1 1₂

1 1 1 1 0 0 0 0₂

+1

1を足す

完成!

1 1 1 1 0 0 0 1₂

もう1つ練習

0 0 0 0 1 0 0 0₂

0と1を反転

0は1へ
1は0へ

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | $_2$ |
| ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | $_2$ |

| | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

0と1を反転 ⇒ 1を足す!

0は1へ
1は0へ

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | $_2$ |
| ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | $_2$ |
| | | | | | | | | +1 |

足算の
繰上り
に注意

1を足す

完成!

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | $_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|------|

いいでしょう。念のためもう1つ！

0 0 0 0 0 0 0 0₂

反転までは無事できました

0 0 0 0 0 0 0 0₂

1 1 1 1 1 1 1 1₂

これに 1 を足す、と…

$$\begin{array}{r} 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0_2 \\ \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1_2 \\ + 1 \\ \hline 0 \end{array}$$

1 繰り
上がって

その上の桁は…

$$\begin{array}{r} 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0_2 \\ \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1_2 \\ + 1 \\ \hline 0\ 0 \end{array}$$

また
1 繰り
上がって

桁数分を繰り返すと…

はみ出て
しまった

$$\begin{array}{r} 00000000_2 \\ \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \\ 11111111_2 \\ + 1 \\ \hline 10000000 \end{array}$$

8桁しかないとするとはみ出た分は無視して…

$$\begin{array}{r} 00000000_2 \\ \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \\ 11111111_2 \\ + 1 \\ \hline 00000000 \end{array}$$

負の数を表現するには

○○○○を使う

○○○○を作るには

○と○をひっくり返す

その結果に○○○○

0 の○○○○は

○になる

負の数を表現するには

2の補数を使う

2の補数を作るには

0と**1**をひっくり返す

その結果に**1**を足す

0 の**2の補数**は

0になる

確認です

$$-3_{10} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline & & & & & & & \\ \hline \end{array} {}_2$$

$$-30_{10} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline & & & & & & & \\ \hline \end{array} {}_2$$

確認です

$$-3_{10} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array} {}_2$$

$$-30_{10} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \hline \end{array} {}_2$$

できましたね

コンピュータでの負数の表現が
わかりましたか

2の補数が作れますか

↓
 次へ

→ やり直し