

## パソコンの基本の「き」 第2回

### (2進数でマイナスを表す)

パソコンでは「2進数」を使って計算すると『パソコンの基本の「き」 第1回』でお話ししました。

第1回では「2進数」はプラスだけでしたが、計算した結果としてマイナスになることが当然あります。この時コンピュータではマイナスの数字たとえば「-6」をどうあらわすのでしょうか。「-110」と表すのでしょうか。しかし、コンピュータには「0」か「1」しか表せないため「-」を表す手段がありません。そこで、コンピュータは「マイナスの数をプラスの数で表す」という何とも不思議な表現方法を使うのです。

「マイナスの数をプラスの数で表す」方法を「補数」といいます。以下「補数」の説明を「10進数」で行います。

5-3という引き算をしてみます。5-3は、5に(-3)を足す足し算と同じになります。-3を補数で表す、つまり1桁の-3を2桁の10に足すことでプラスの数にして表すと7になりますので、5-3を5+7(-3の補数)と読み替えて計算すると

$$5+7=12$$

答えは12になります。10を余分に足してしまっていたから10を外す、すなわち「桁上り」を無視する」というルールを定めると、

$$5+7=2$$

となります。これは、確かに5-3=2の答えと合っています。ちょっと不思議な計算ですが、マイナスの数-3をプラスの数7で置き換えることができたのです。

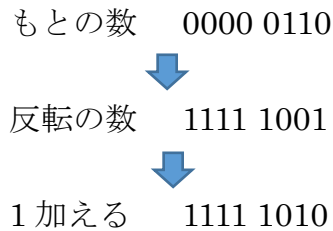
ここでのポイントは「桁上り」を無視する」というルールです。これが、コンピュータのしくみである「計算を固定した桁数でしかおこなえない」ことに上手くマッチします。例えば、8本のピン(8ビット=1バイト)で情報を取り扱うコンピュータなら、計算結果が8桁を超えたら(9桁目に桁上りがあったら)、桁上りした部分は取り扱えないため無視するしかありません。

改めて、7が-3の補数であることを5+7の計算をするときの手順から考えてみましょう。足す7から見るとあと3あれば10になれるので5を2+3とみて5から3を「引

き」この「引いた」3を足して7は10(桁上がり)になります。ここで5-3の計算が現れます。逆に見れば5-3の結果は5+7(-3の補数)の結果で「桁上りを無視した」ものと同じになるのです。

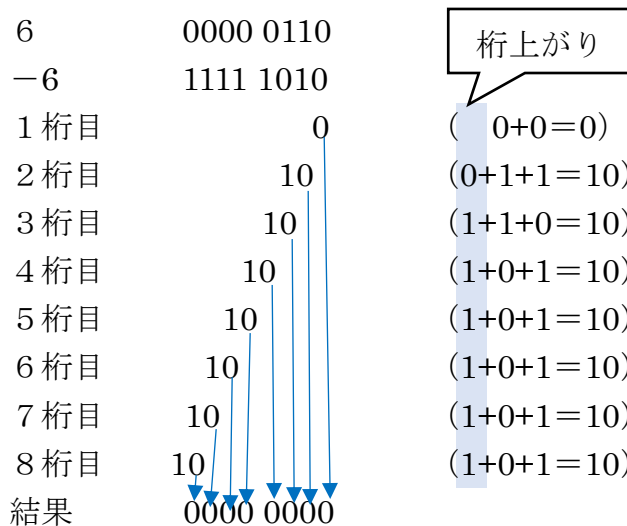
「2進数」でも「補数」の考え方は、「10進数」と同じです。「足すことによって桁上がりする数」が「補数」(2の補数)です。何桁目を桁上がりとするかを決めた上で、補数を求めることになります。ここでは、9桁目を桁上がりとする8桁(8ビット=1バイト)の2進数0000 0110(10進数で6)の補数を求めてみましょう。

まず、手順をお話しします。「2進数」の補数は、「2進数」の各桁を反転させ(0を1に、1を0にする)、その結果に1を加えることによって求められます。これを「反転して1」と覚えます。



0000 0110の補数が1111 1010であることがわかりました。0000 0110を10進数で表すと6ですから、補数である1111 1010は10進数の-6を表していることになります。

1111 1010は10進数の-6を表しているか確認してみましょう。



最後の10の1は桁上がりですので無視します。確かに0000 0110(6)の補数である1111 1010を足すと「0」になり1111 1010は-6を表しています。

10-6を8桁の「2進数」でやってみましょう。

10は「2進数」では0000 1010でした。また-6は1111 1010でした。

10	0000 1010
-6	1111 1010
足すと	1 0000 0100

結果の先頭の1は桁上がり分なので無視しますと 0000 0100 と「10進数」では4になり確かに引き算ができています。

コンピューターには、「0」と「1」だけの世界ですからマイナスの数というものはありません。例えば1111 1111という8桁の「2進数」は、「10進数」でいくつか?と聞かれたら、普通に255と答えます。ただ、「桁あふれを無視する」というルールを付け加えることで、1111 1111は「10進数」で-1だとみなすことができるのです。これは、「10進数」の7を、3を引く数とみなすことができるのと同じです。

8桁の「2進数」0000 0000~1111 1111は、補数で表現していないと見れば「10進数」の0~255を表していますし、補数で表現している見れば、1000 0000~1111 1111で-128~-1を0000 0000~0111 1111で0~127を表しています。補数で表現する場合は、最上位桁(8ビット目)が1であればマイナスの数を表し、0であればプラスの数を表すことが分かります。このことから、最上位桁を「符号ビット」と呼ぶことがあります。

マイナスの場合の「10進数」を求める場合は、マイナスのマイナスはプラスを使います。たとえば、1111 1011の場合、反転して0000 0100そして1を足して0000 0101となり、これは5ですから、1111 1011は「10進数」では-5となります。

「2進数」の場合、桁数がいくつでもすべての桁が1であれば「10進数」の-1となります。実際の「2進数」ですべての桁が1の数は1を足すと桁上りを除いてすべて0になりますので-1であることが確認できます。