補数とは

補数の定義

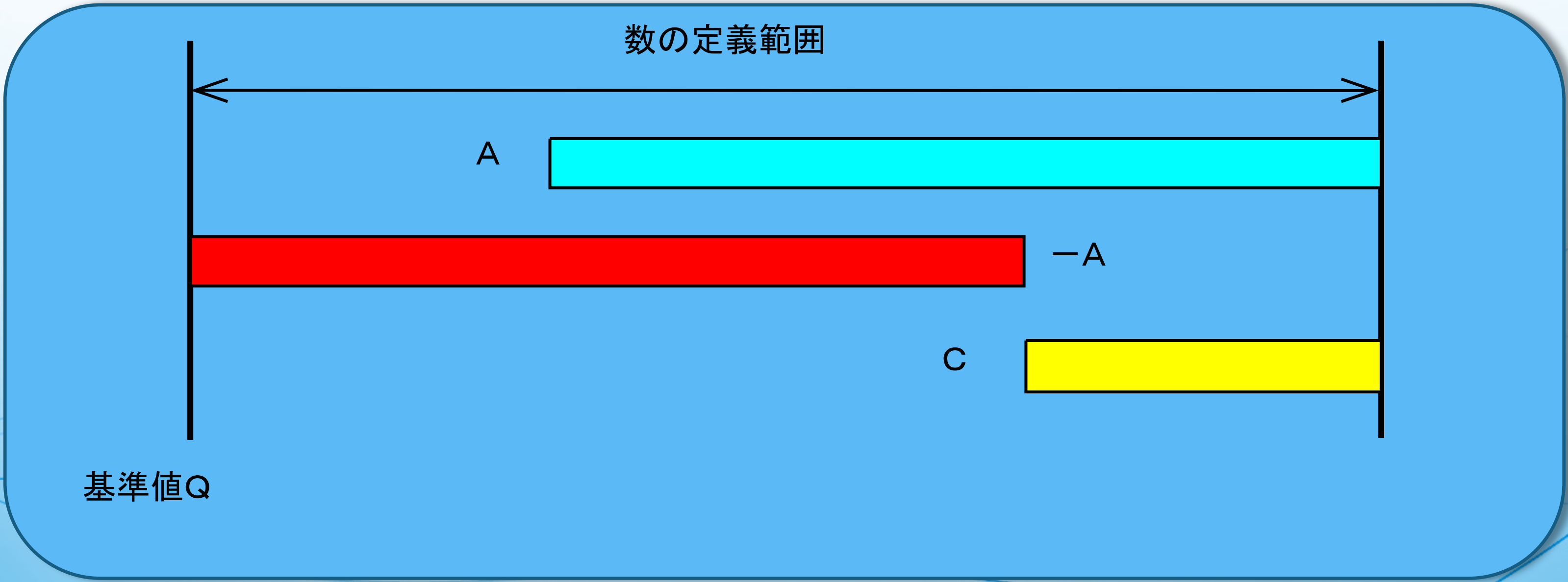
① ある基準となる数Ｑから、
真数Ａを引いた残りの数Ｃを補数という。

② 真数ＡのＱに対する補数Ｃは、
次のようにで表すことができる。

Ａ＋Ｃ＝Ｑ　あるいは　Ｃ＝Ｑ－Ａ

補数の定義の図解

Q:基準値　A:真数　C:補数



真数と基準値の関係

① 真数が１桁の１０進数の場合
基準値として１０を用いる。

② １桁のある数Aに対する補数Cは次のようになる。

Ｃ＝１０－Ａ

③ 真数の桁数が2、３，４、…、の場合
それぞれの基準値は、100、1000、10000，…、となる。

真数と基準値の関係の例

①　真数が１桁の場合

❶　基準値は10を使用する。
❷　真数が2の場合　補数　C＝10－2＝8
❸　真数が5の場合　補数　C＝10－5＝5
❹　真数が7の場合　補数　C＝10－7＝3

② 真数の最大が2桁の場合

❶ 基準値は100を使用する。
❷ 真数が2の場合　補数　C＝100－2＝98
❸ 真数が35の場合　補数　C＝100－35＝65
❹ 真数が67の場合　補数　C＝100－67＝33
❺ 真数が82の場合　補数　C＝100－82＝18

③　真数の最大が3桁の場合

❶　基準値は1000を使用する。
❷　真数が2の場合
　　補数　C＝1000－2＝998
❸　真数が35の場合
　　補数　C＝1000－35＝965
❹　真数が367の場合
　　補数　C＝1000－367＝633
❺　真数が982の場合
　　補数　C＝1000－982＝18

減算を加算で求める

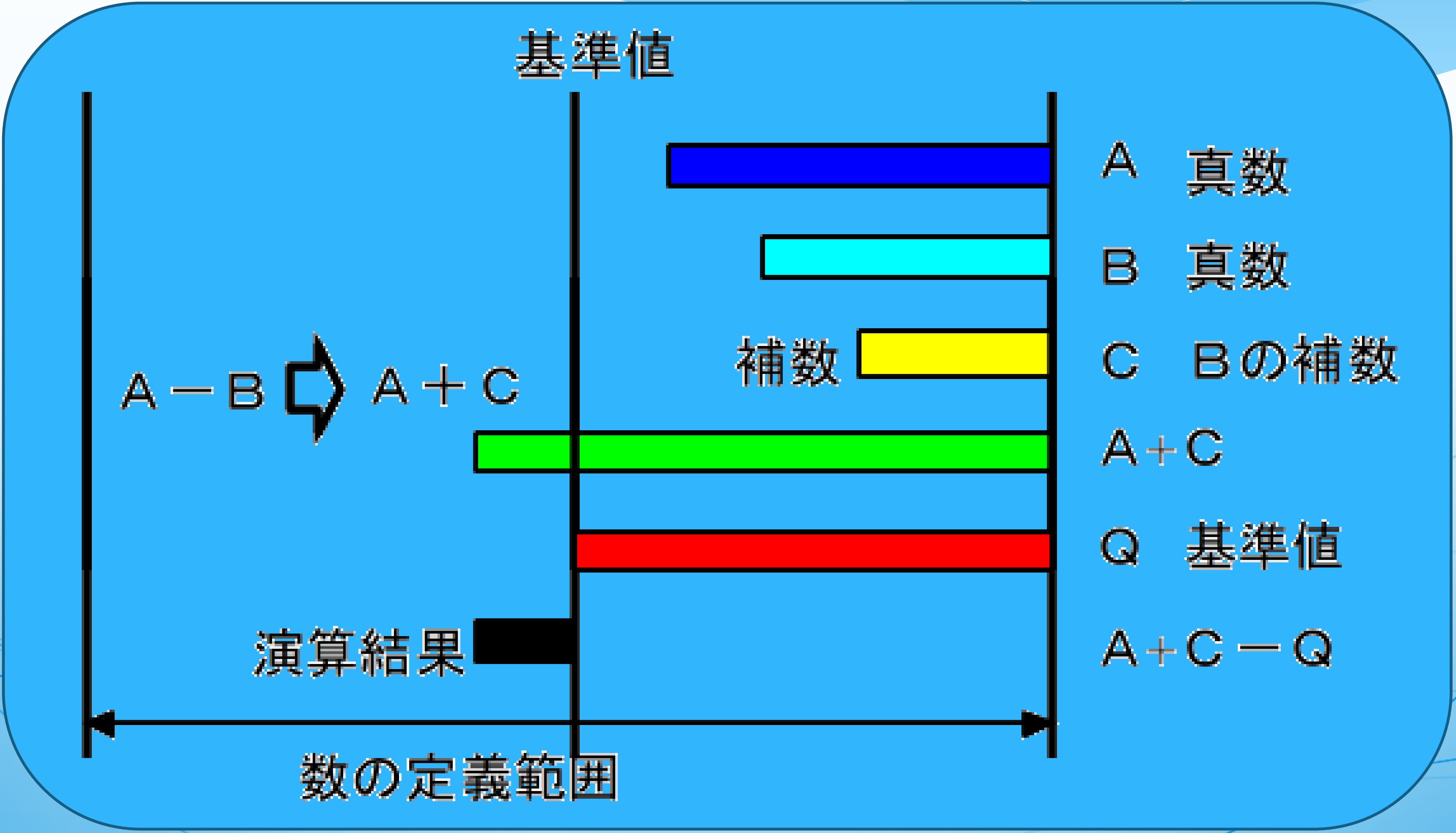
①　補数を用いて、減算を加算で求める。

②　真数X、Yを用いて　X－Y＝Z　を計算する場合、

❶　Yの補数はCであるから、
❷　X－Y　→　X＋Cを計算する。
❸　計算結果から基準値を引く。（基準値を無視する）

求める答え　＝　X＋C－基準値

減算を加算で求める図解



減算を加算で求める例

①　真数が1桁の　７－４＝３　の場合、

❶　４の補数は6であるから、
❷　７－４　→　７＋６＝１３
❸　❷の結果から基準値10を引き3となる。

７－４＝７＋６－１０＝３

② 真数の最大が2桁の　67－24＝43　の場合、

❶　24の補数は　100－24＝76　であるから、
❷　67－24　→　67＋76＝143
❸　❷の結果から基準値100を引く。

67－24＝67＋76－100＝43

③　真数の最大が3桁の

512－235＝277　の場合

❶　235の補数は

基準値1000－235＝765　となる。

❷　512－235　→　512＋765＝1277

❸　❷の結果から基準値1000を引く。

512－235＝512＋765－1000＝277

２進数の補数の定義

8ビットの２進数の２の補数を求める場合

① 9ビットの２進数100000000を基準値とする。

② 基準値から8ビットの２進数を引く。

③ ②の結果が求める補数である。

２進数の補数の例

4ビットの２進数１０１１の２の補数を求める

① ５ビットの２進数１００００を基準値とする。

② １００００から4ビットの２進数を引く。

１００００－１０１１＝０１０１

③ 求める補数は ０１０１ である。

8ビットの2進数01101011の2の補数を求める。

① 9ビットの2進数100000000を基準値とする。

② 100000000から8ビットの2進数を引く。

100000000－01101011＝10010101

③ 求める補数は 10010101 である。

r進数の補数

① r進数の場合、

❶ 基準値として次の値を使用する。
（基数rの桁数のべき乗倍）＋１

❷ ３桁のr進数の場合、
基準値として次の式を用いる。
（rrr＋１）＝1000

❸ 真数Aに対する補数Cは次の式から計算する。
Ｃ＝1000－Ａ

② n桁のr進数の場合

❶ 基準値として rr…r （rのn乗倍）＋１ を用いて、

rr…r （rのn乗倍）＋１＝100…0 （0がn個）

❷ 真数Aに対する補数Cは次式で計算する。

C＝（100 …0）－A

③ 具体例

❶ ４桁の４進数２３０１の補数Ｃは次のようになる。

基準値＝４４４４＋１＝１００００
Ｃ＝１００００－２３０１＝１０３３

❷ ５桁の８進数６３０４７の補数Ｃは次のようになる。

基準値＝８８８８８＋１＝１０００００
Ｃ＝１０００００－６３０４７＝１４７３１

❸　8桁の8進数25630471の補数Cは次のようになる。

基準値＝88888888＋1＝100000000
C＝100000000－62560471＝15217307

❹　8桁の16進数95A32874の補数Cは次のようになる。

基準値＝FFFFFFFF＋1＝100000000
C＝100000000－95A32874＝6A5CD78C

２進数補数の具体例

① 1ビットの2進数１の２の補数

C＝10－01＝01で、1となる。

② 2ビットの2進数10の２の補数

C＝100－10＝10で、10となる。

③ 2ビットの2進数11の２の補数

C＝100－11＝01で、01となる。

同様にして、

④　3ビットの2進数101の2の補数

C＝1000－101＝011、となる。

⑤　4ビットの2進数1010の2の補数

C＝10000－1010＝0110、となる。

⑥　4ビットの2進数1001の2の補数

C＝10000－1001＝0111、となる。

４進数補数の具体例

① 4ビットの４進数2031の補数

C＝10000－2031＝1303

② 6ビットの４進数310213の補数

C＝1000000－310213＝023121

$$\begin{array}{r} 10000 \\ -\quad 2031 \\ \hline 1303 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1000000 \\ -\quad 310213 \\ \hline 023121 \end{array}$$

③　8ビットの4進数10132013の補数

C＝100000000－10112013＝23221321

$$
\begin{array}{r}
100000000 \\
-\quad \underline{10112013} \\
23221321
\end{array}
$$

８進数補数の具体例

① 4ビットの8進数6201の補数

Ｃ＝10000－6201＝1577

② 6ビットの8進数231015の補数

Ｃ＝1000000－231015＝546763

$$\begin{array}{r} 10000 \\ -\ 6201 \\ \hline 1577 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1000000 \\ -\ 231015 \\ \hline 546763 \end{array}$$

③ 8ビットの4進数40112013の補数

C＝100000000－40112013

＝37665765

$$
\begin{array}{r}
100000000 \\
-\ 40112013 \\
\hline
37665765
\end{array}
$$

２進数整数の２の補数の求め方

① ２進数の各桁のビットを反転する。

１のビットは0に反転　　０ → １

０のビットは1に反転　　１ → ０

② ①で求めた２進数の最下位のビットに1を加算する。

２進数整数の２の補数の求め方の図

８ビットの２進数１０１１０１０１の例

２進数の１の補数

２進数の各桁のビットを反転した２進数を１の補数という。

１の補数は2進数の各桁において、１から各桁のビットを減じた値が各桁の値となる。

$$
\begin{array}{r}
1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \\
-\quad 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1 \\
\hline
1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0
\end{array}
$$

小数を含む2進数2の補数の求め方

① 小数点位置に関係なく
絶対値の最下位の位置から順に、
次の②～④によって2の補数の各桁を求める。

② 最下位からの0の連なり(連続する0)は
そのまま0にしておく。

③ 最初の1の桁はそのまま1にする。

④ その次の上位桁からは、1を0に、0を1に反転する。

２進数２の補数の求め方のまとめ

① 絶対値のLSBから順に
２の補数の各ビットを②～④によって求める。

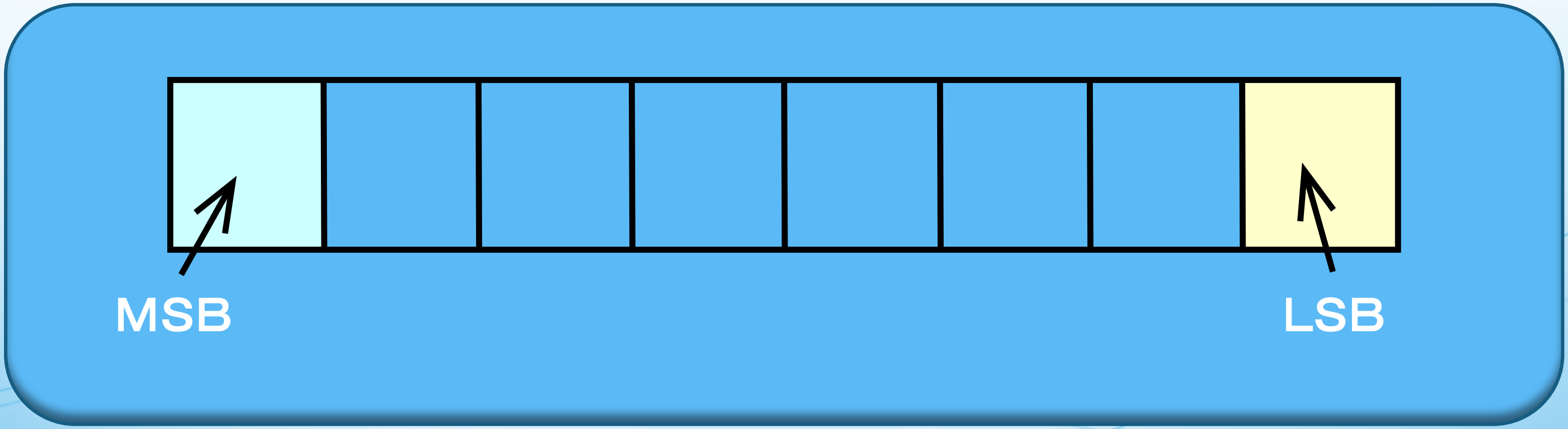
② LSBから連続する0をそのままにしておく。

③ 最初に出現する1もそのままにしておく。

④ その次のビットからは各ビットを反転させる。

LSBとMSB

２進数の最も左のビットをMSB、最も右のビットをLSBという。



2進数2の補数の求め方の例

8ビットの整数

およびび小数を含む2進数の補数の求め方を次に示す。

① 01110100の2の補数を求める。

01110<u>100</u>

↓

10001<u>100</u>

LSBから連続する0はそのまま最初の1もそのままにする

② 0110. 1001 の2の補数を求める。

0110. 1001

↓　↓

1001. 0111

r進数の補数を求める手順

① 小数点位置に無関係に、
　　絶対値の最下位位置から順に、
　　　　次の②～④によってrの補数の各桁を得る。

② 最下位からの0の連なりはそのままにしておく。

③ 最初の0でない最下位桁をrから減算し、
　　rの補数のその桁を得る。

④ その次の上位桁からは、
　　(r－1)から各桁を減算し、補数の各桁を得る。

r進数の(r－１)の補数

① r進数の(r－１)の補数表現は
次のいずれかの方法で求める。

❶ rの補数表現の最下位桁から1を減算ずる
❷ 各桁の(r－１)の値から
元のr進数の各桁の値を
減算すれば得られる。

② 次ページに2進数の具体例1、具体例2を示す。

具体例1

① ８ビットの２進数１０１１０１０１の
２の補数は次のようになる。

０１００１０１１

② １の補数は最下位桁から１を減じて、次のようになる。

０１００１０１０

具体例2

①　8ビットの2進数11111111から
　　　　　　　2進数10110101を減算する

11111111－10110101＝01001010

②　8ビットの1の補数は　01001010　となる。

10進数の補数を求める手順

① 小数点位置に無関係に、
　絶対値の最下位位置から順に、
　　次の②～④によって10の補数の各桁を得る。

② 最下位からの0の連なりはそのままにしておく。

③ 最初の0でない最下位桁を10から減算し、
　10の補数のその桁を得る。

④ その次の上位桁からは、
　9から各桁を減算し、補数の各桁を得る。

具体例

① 10進数の642の9の補数は、
999－642＝357となる。

9の補数	999	10の補数	1000
	−642		−642
	357		358

② 10進数の642の10の補数は、
1000－642＝358となる。

③　１０進数６４２００の１０の補数は、次のようになる。

１０００００－６４２００＝３５８００

④　１０進数６４２００の９の補数は、次のようになる。

９９９９９－６４２００＝３５７９９

ある数Nの絶対値が同じで、符号が異なる補数

①　符号が異なるr－１の補数は、

❶　各桁のr－１の補数を求め
❷　最上位の左に(r－１)の数値を付加する
（負数の符号）

②　符号が異なるrの補数は

❶　r－１の補数の最下位の桁に1を加えて
❷　最上位の左に(r－１)の数値を付加する
（負数の符号）

具体例1

10進数の－312.14の9の補数、
10の補数は次のようになる。

① 999.99－312.14＝687.85

② 先頭に9を付加して 9687.85 （9の補数）

③ 9687.85＋0.01＝9687.86

具体例2

負数の補数を求める基準値は、
正数の補数を求めた基準値よりも1桁大きい
基準値を使用して求めればよいことになる。

① 10進数234の補数は次のようになる。

1000－234＝766

② 10進数－234の補数は次のようになる。

10000－234＝9766