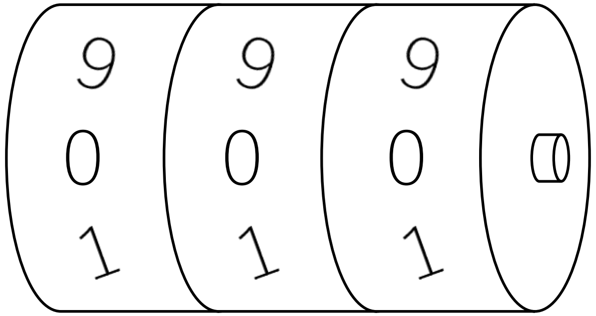
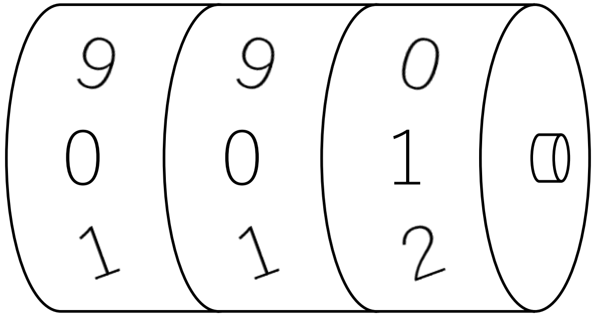
■１０進数で補数を考える



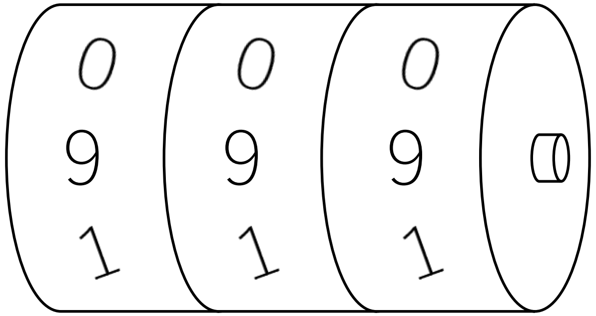
３ケタの１０進数のダイヤル
をイメージする

■１０進数で補数を考える



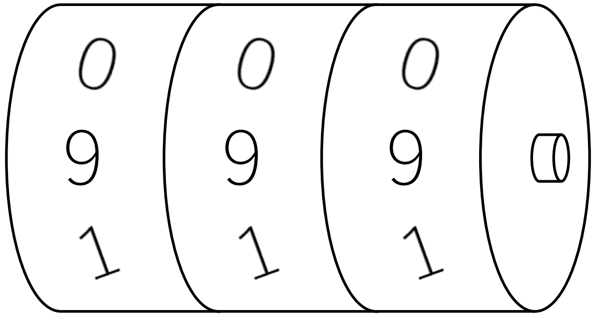
０００から１進めると
００１になる

■１０進数で補数を考える



０００から１戻すと
９９９になる
この９９９でー１を表す

■１０進数で補数を考える



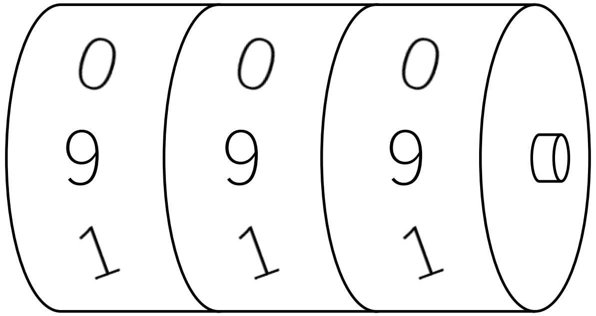
０００から１戻すと
９９９になる
この９９９を－１を
表すものとする

計算式で－１を表す
９９９を求めるには
１０００から１を引けばよいが

１０００－１＝９９９

この計算では桁借りが必ず起きてしまい、機械に計算させるのが難しくなる。

■１０進数で補数を考える



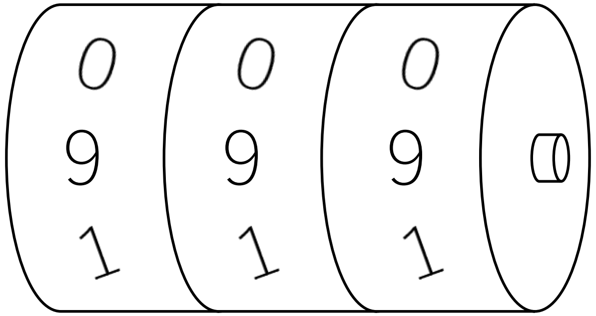
０００から１戻すと
９９９になる
この９９９を－１を
表すものとする

１０００－１＝９９９

１０００－１＝９９９
９９９－１＝９９８

そこで１０００より１小さい９９９を使い、引き算をしても桁借りが起きないようにする。ここでは９９９－１＝９９８になる

■１０進数で補数を考える



０００から１戻すと
９９９になる
この９９９を－１を
表すものとする

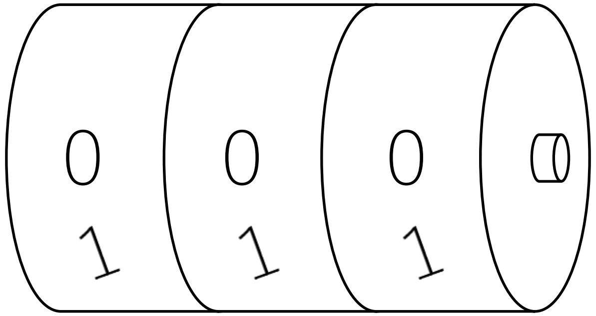
１０００－１＝９９９

１０００－１＝９９９
９９９－１＝９９８
９９８＋１＝９９９

９９８は１小さい値なので、つじつまを合わせるために、１を足して９９９にする。

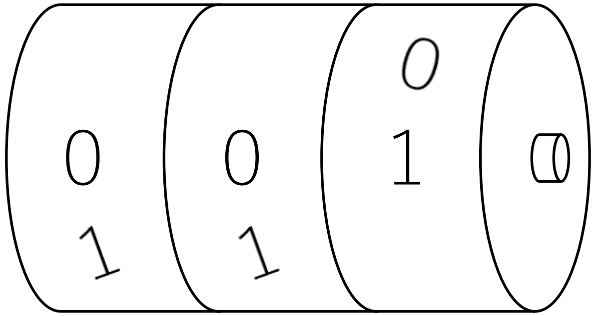
回りくどいことをしているように思えるが、
桁借りをする仕組みを作るよりも楽に計算できる

■２進数で補数を考える



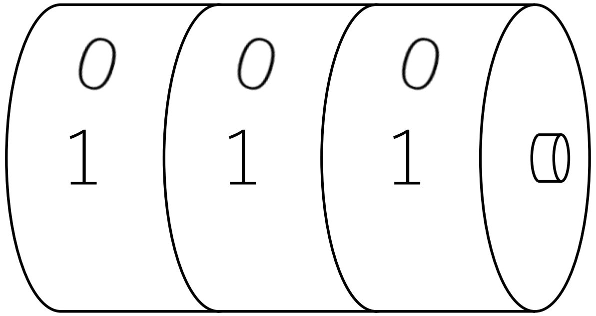
３ケタの２進数のダイヤルを
イメージする

■２進数で補数を考える



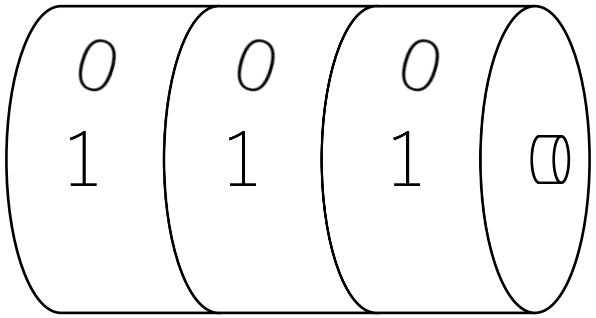
０ ０ ０から１進めると
０ ０ １になる

■２進数で補数を考える



０００から１戻すと
１１１になる
この１１１で－１を
表す

■２進数で補数を考える

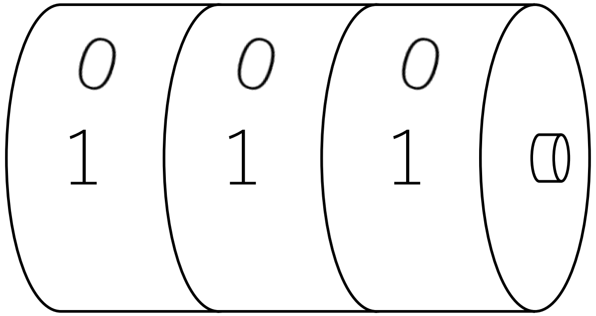


計算式でー１を表す
１１１を求めるには
１０００から１を引けばよいが

１０００ー１＝１１１

この計算では桁借りが必ず起きてしまい、機械や電子回路などで計算させるのが難しくなる。

■２進数で補数を考える

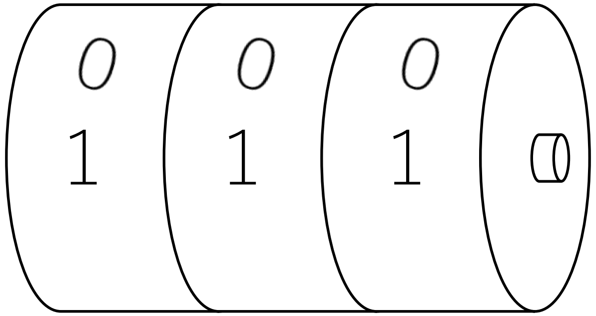


１０００−１＝１１１

１０００−１＝１１１
１１１−１＝１１０

１０００より１小さい１１１を使って引き算をして桁借りが起きないようにする。ここでは１１１−１＝１１０となる。

■２進数で補数を考える



１０００－１＝１１１

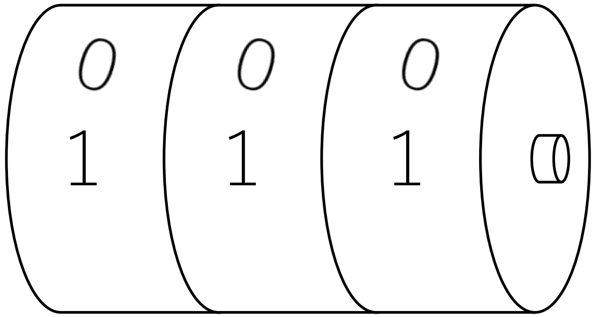
１０００－１＝１１１
１１１－１＝１１０
１１０＋１＝１１１

１１０は１小さい値なので、つじつまを合わせるために、１を足して、１１１とする。

回りくどいことをしているように思えるが、
桁借りをする仕組みを作るよりも楽に計算できる

■２進数で補数を考える

１１１ − １ ＝ １１０
の過程で、引く値と引いた後の
結果に注目する

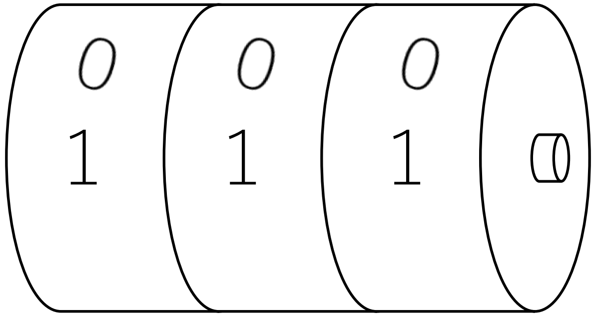


１０００−１＝１１１

１０００−１＝１１１
１１１−１＝１１０
１１０＋１＝１１１

$$
\begin{array}{r}
111 \\
-\,001 \\
\hline
110
\end{array}
$$

■２進数で補数を考える



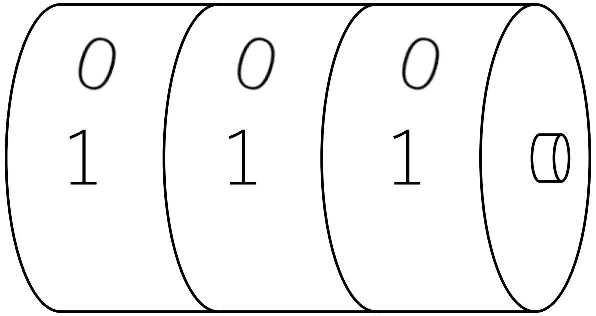
１０００－１＝１１１

１０００－１＝１１１
１１１－１＝１１０
１１０＋１＝１１１

$$\begin{array}{r} 1\,1\,1 \\ -\ 0\,0\,1 \\ \hline 1\,1\,0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{c} 0\,0\,1 \\ \downarrow\downarrow\downarrow \\ 1\,1\,0 \end{array}$$

１１１から何か引くと、その結果が、引く値の各桁を反転させたものになる

■２進数で補数を考える



１０００－１＝１１１

１０００－１＝１１１
１１１－１＝１１０
１１０＋１＝１１１

００１を反転させて１１０

１１０＋１＝１１１

なので、左の計算をせずに、引く値の各桁を反転させた値に１を足して求められ、回路で用意に実現できる。

■どこまで負の数を表すか

１１１１ 15

～

００００ 0

１６パターン

４ビットなので、表現できる数は最大
１６パターン。
正の数だけ表すと、００００から１１
１１の０から１５まで表現できる。

■どこまで負の数を表すか

１１１１ — 15

〜

００００ — 0

負の数を考える

まず、１１１１を－１とする

１６パターンの半分くらい負の数が扱えればバランスがいい。１～３桁目を０にした１０００の－８を最小値とする

００００
１１１１ — －１

〜

１０００ — －８

■どこまで負の数を表すか

1 1 1 1 → 15

～

0 0 0 0 → 0

0 1 1 1 → 7

～

0 0 0 0

1 1 1 1 → －1

～

1 0 0 0 → －8

よって、最大値は４ビット目が０の最大値、１～３桁目を１にした０１１１の７となる。
（１０００～１１１１は負の値で使っているので使えない）

■どこまで負の数を表すか

正の数だけの時も、負の数を扱うときも、扱える数は１６パターンであることには変わらない。

1 1 1 1 → 15

〜

0 0 0 0 → 0

0 1 1 1 → 7

〜

0 0 0 0

1 1 1 1 → －1

〜

1 0 0 0 → －8

１６パターン

■補数を使って減算をする

「５－３」を２進数４ケタで補数を使って計算する

５－３は５＋（ー３）とする

ー３を求める

３を２進数にした００１１を反転させて１１００
それに１を足して
１１００＋１＝１１０１
これがー３になる

５は０１０１なので、
　５　＋（ー３）を２進数の計算式で表現すると
０１０１＋１１０１となる。

■補数を使って減算をする

５－３は５＋（ー３）
５→０１０１
３→００１１
ー３→１１００＋１＝１１０１

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

「５－３」を２進数４ケタで補数を使って計算する

５－３は５＋（ー３）とする

ー３を求める

３を２進数にした００１１を反転させて１１００
それに１を足して
１１００＋１＝１１０１
これがー３になる

５は０１０１なので、
５　＋（ー３）を２進数の計算式で表現すると
０１０１＋１１０１となる。

■補数を使って減算をする

５－３は５＋（－３）
５→０１０１
３→００１１
－３→１１００＋１＝１１０１

４桁のダイヤルを回転させるように数を扱っているので、５桁目の値は無視する。よって００１０となり、１０進数にすると２となる。

$$
\begin{array}{r}
0\,1\,0\,1 \\
+\ 1\,1\,0\,1 \\
\hline
\cancel{1}\,0\,0\,1\,0
\end{array}
$$