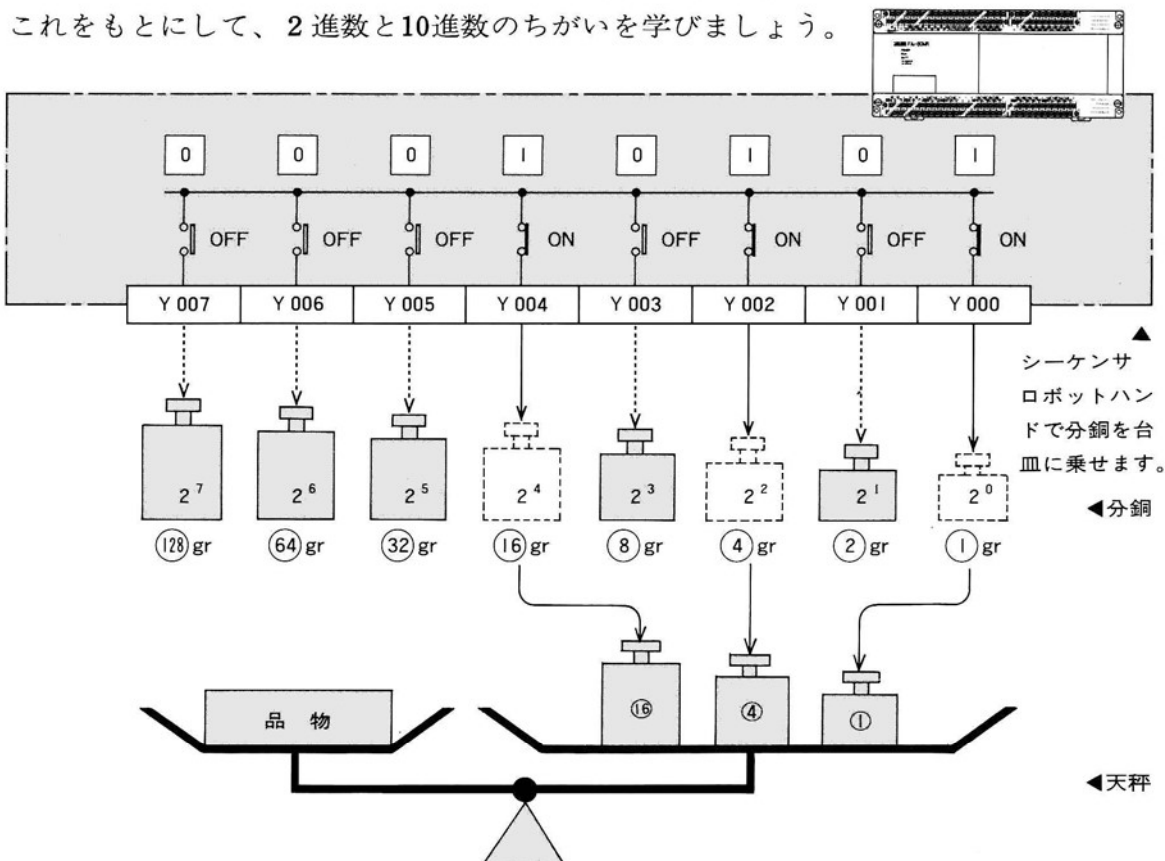


二進数の世界

2進数(BIN)と10進数

皆さんが扱い慣れている数値は10倍単位で桁上げが生じる10進数(DECIMAL NUMBER)です。しかしコンピュータやシーケンサの世界では2倍単位で桁上げが生じる2進数(BINARY NUMBER)が基本となっています。これはメモリやリレーのON/OFFを2進数の1/0に対応させて表現するのに都合がよいからです。

下図は8本のロボットハンドを用いた台皿自動天秤です。



2進数から10進数への換算

この天秤はシーケンサの出力Y007～Y000によってロボットハンドを駆動し、分銅を自動的に台皿に乗せるようになっています。

分銅は、①gr、②gr、④gr……、⑩②③grのように2倍単位で8個あるものとすれば、これらの分銅の組合わせで1～255grまで1gr単位の測定ができます。

例えば『シーケンサの出力リレーY007～Y000にY000を最下位としてBIN値000010010101を書込む』ということは、上図のとおりY004、Y002、Y000をONさせるということを意味しています。

このばあい、16gr、4gr、1grの分銅が用いられ、その結果21grの測定が行われます。

従って、BIN値00010101は次式のとおり10進値21に相当します。

$$0 \times 128 + 0 \times 64 + 0 \times 32 + 1 \times 16 + 0 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 21$$

2進数(BIN)と16進数(HEXA)

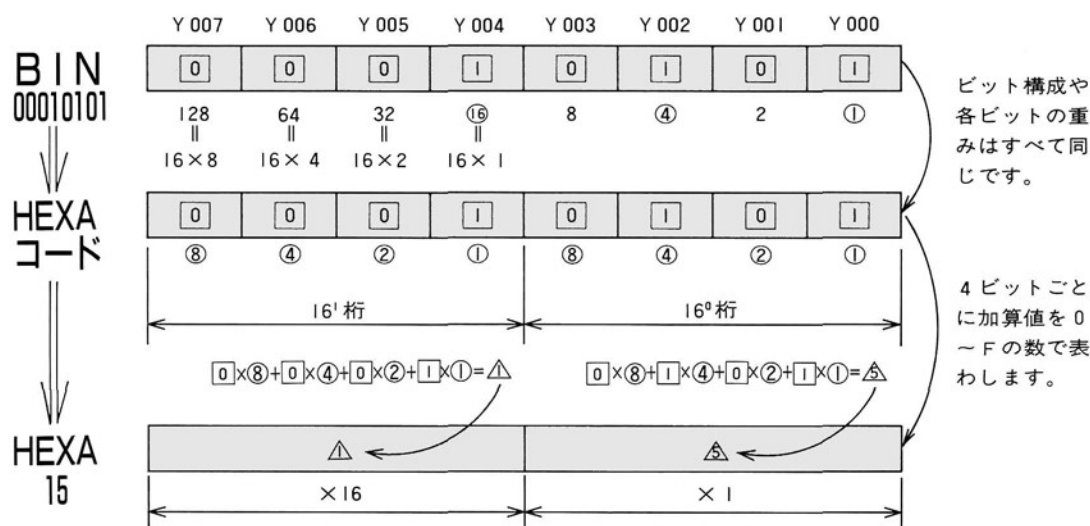
2進数の各桁はON/OFF情報を表わしており、この最小単位をビットといいます。

前ページの例は8ビットのBIN値で0～255の10進数を扱っています。

しかし、2進数では桁数(ビット数)が多すぎて、数値の大小が視覚的にわかりにくい欠点があります。

このため下図のとおり4ビット単位で1桁をまとめ、0～9、A(10) B(11) C(12) D(13) E(14) F(15)の数値と記号で各桁を表現することがあります。

これを16進数(HEXADECIMAL NUMBER)といいます。



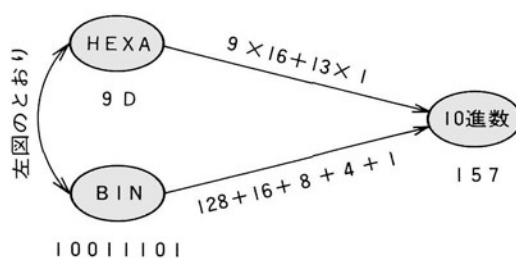
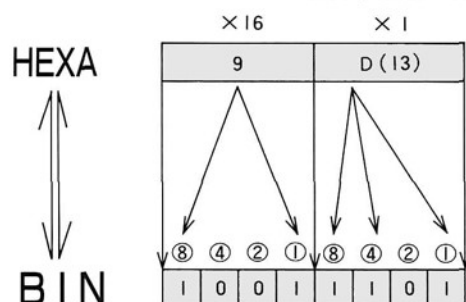
16進数からの換算

『シーケンサの出力リレーY007～Y000に、Y000を最下位としてHEXA 15を書込む』

ということは上図のとおりY004、Y002、Y000をONさせるということであり、これはBIN値00010101を書込むことと同じことを意味しています。

従って、HEXA15=BIN 00010101=21(10進数)となります。

《試してみよう》各桁が10以上の時はA(10) B(11) C(12) D(13) E(14) F(15)の記号を用います。



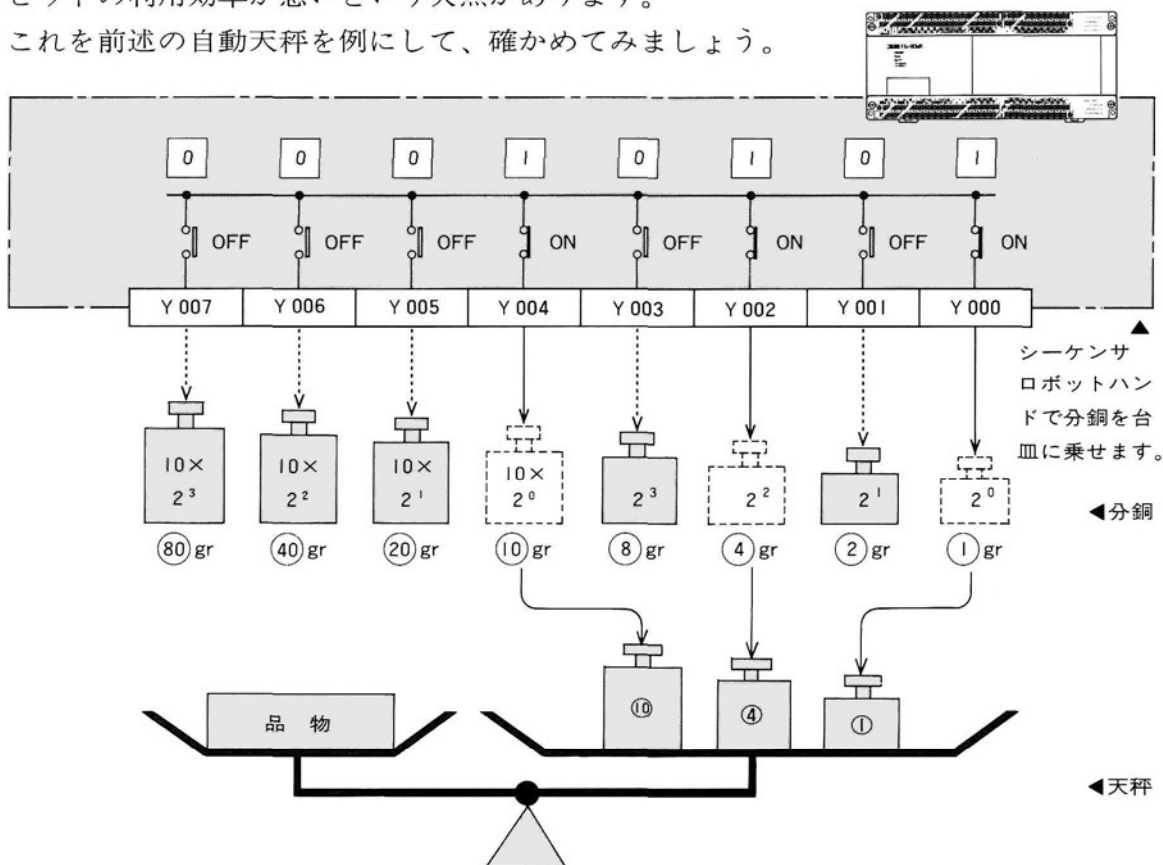
十進数の扱い

10進数とBCD

2進数のコンピュータの世界と10進数の人間の世界をつなぐものとしてBCD(BINARY CODED DECIMAL)があります。

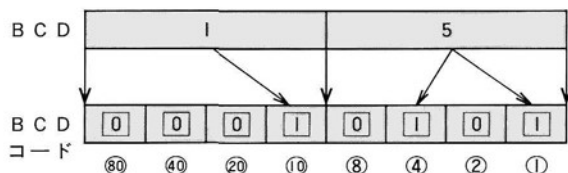
これは10進数の各桁を構成する0～9の数値を4ビットのBINで表現する方式です。BCDは感覚的にわかりやすい表現ですが、各桁が9を越えてはならない制約があり、ビットの利用効率が悪いという欠点があります。

これを前述の自動天秤を例にして、確かめてみましょう。



BCDのビット構成

この天秤は、①gr、②gr、④gr、⑧gr、⑩gr、②①gr、④①gr、⑧①grの8種の分銅を持っています。しかし、各桁が9を越えないように8grと2grや4gr、80grと20grや40grは同時に用いないようにします。このような制限のもとでは1～99grまで1gr単位の測定が行えます。例えば『シーケンサの出力リレーY007～Y000にY000を最下位としてBCD値15を書込むということはY004、Y002、Y000をONさせる』ということを意味しており、これにより15grの測定が行われます。



BCD15の各ビットの構成(BCDコード)は左図のとおりとなります。

十進数の扱い

各種数値とビットの構成

10 進 数 B C D 値	B C D コード	16 進 数 H E X A	B I N コード、H E X A コード	8 進 数 (参考)
0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0
1	0 0 0 0 0 0 0 1	0 1	0 0 0 0 0 0 0 1	1
2	0 0 0 0 0 0 1 0	0 2	0 0 0 0 0 0 1 0	2
3	0 0 0 0 0 0 1 1	0 3	0 0 0 0 0 0 1 1	3
4	0 0 0 0 0 1 0 0	0 4	0 0 0 0 0 1 0 0	4
5	0 0 0 0 0 1 0 1	0 5	0 0 0 0 0 1 0 1	5
6	0 0 0 0 0 1 1 0	0 6	0 0 0 0 0 1 1 0	6
7	0 0 0 0 0 1 1 1	0 7	0 0 0 0 0 1 1 1	7
8	0 0 0 0 1 0 0 0	0 8	0 0 0 0 1 0 0 0	1 0
9	0 0 0 0 1 0 0 1	0 9	0 0 0 0 1 0 0 1	1 1
1 0	0 0 0 1 0 0 0 0	0 A	0 0 0 1 0 0 0 0	1 2
1 1	0 0 0 1 0 0 0 1	0 B	0 0 0 1 0 0 0 1	1 3
1 2	0 0 0 1 0 0 1 0	0 C	0 0 0 1 0 0 1 0	1 4
1 3	0 0 0 1 0 0 1 1	0 D	0 0 0 1 0 0 1 1	1 5
1 4	0 0 0 1 0 1 0 0	0 E	0 0 0 1 0 1 0 0	1 6
1 5	0 0 0 1 0 1 0 1	0 F	0 0 0 1 0 1 0 1	1 7
1 6	0 0 0 1 0 1 1 0	1 0	0 0 0 1 0 1 1 0	2 0
⋮		⋮		⋮
9 9	1 0 0 1 1 0 0 1	6 3	0 1 1 0 0 0 1 1	1 4 3

一口メモ

8 進数 (OCTAL NUMBER)

BIN データを 3 ビット単位で区切り、各桁を 0 ～ 7 の数値で表現するものを 8 進数といいます。8 進数では 8 や 9 は使いません。

このばあいも各ビットの構成は BIN や HEXA と全く同一となり、メモリやリレーの ON/OFF の組合わせに制限がありませんので、ビットの利用効率が向上します。

BIN	0	1	1	1	0	1	0	1	0
	④	②	①	④	②	①	④	②	①
	$8^2=64$			$8^1=8$			$8^0=1$		
OCT	3			5			2		

数値データの格納先

ワードデバイスでは

数値データを格納することを目的とした16ビットまたは32ビットのレジスタとして次のようなものがあります。

データレジスタ

いずれも16ビットであり、2個を組合せて32ビットデータを扱うこともできます。

一般用

D 0～D 199 (200点)

停電保持用

D 200～D 511 (312点)

特殊用

D 8000～D 8255 (256点)

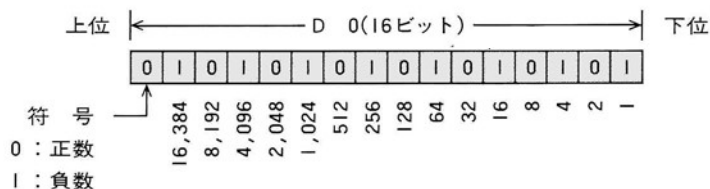
インデックス用

V、Z各1点 (計2点)

ファイルレジスタ

D 1000～D 2999 (2,000点)

《16ビットデータ》



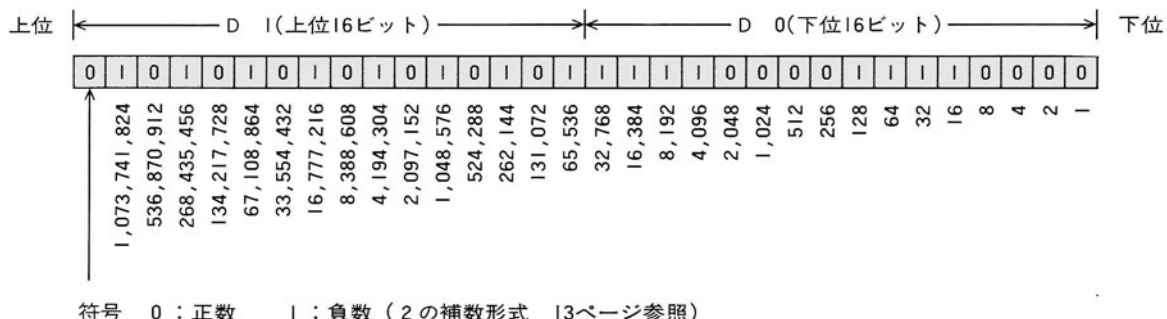
例えば、①16ビットデータのすべてが「0」の時は数値0、②最上位のみが「0」で、他は「1」の時は+32,767、③16ビットデータのすべてが「1」の時は-1に相当します。

(13ページ参照)

《32ビットデータ》

隣接番号の1組のデータレジスタにより、32ビットデータを表現します。(上位は老番、下位は若番、インデックスレジスタではVが上位、Zが下位)

これにより、-2,147,483,648～+2,147,483,647の数値を扱います。



32ビットデータにおいて下位側要素番号は奇数でも偶数でもよく、上位側はこれにつづく老番号とします。

しかし、混乱をさけるために、下位側は常に偶数番号、上位側はこれにつづく奇数番号にすることをおすすめします。

タイマやカウンタの現在値レジスタにも数値が格納されます。これをタイマやカウンタとして用いない時には、データレジスタのかわりとして用いることもできます。

タイマの現在値レジスタ

- | | |
|---|--|
| 100ms用
T 0～T 199 (200点) | ●いずれも16ビットのレジスタですが、タイマとしては最上位ビットは常に「0」であり、0～32,767の整数を扱います。(負数はエラーとなりタイマは動作しません) |
| 10ms用
T 200～T 245 (46点) | ●またタイマとしては、要素番号に応じて100ms、10ms、1msなどの単位となります。 |
| 1ms積算用(停電保持)
T 246～T 249 (4点) | 例えば、T 0の内容が100の時、これは10秒に相当します。 |
| 100ms積算用(停電保持)
T 250～T 255 (6点) | |

アップカウンタ用現在値レジスタ

- | | |
|------------------------------------|---|
| 一般用
C 0～C 99 (100点) | ●いずれも16ビットのレジスタですが、カウンタとして用いている時は、最上位ビットは常に「0」であり、0～32,767の整数を扱います。 |
| 停電保持用
C 100～C 199 (100点) | (負数はエラーとなりカウンタは動作しません) |

アップ、ダウンカウンタ用現在値レジスタ

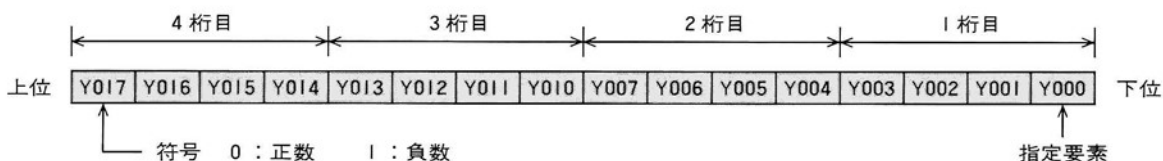
- | | |
|---|---|
| 一般用
C 200～C 219 (20点) | ●いずれも32ビットのレジスタであり、最上位ビットは正(「0」)負(「1」)の符号を表わします。 |
| 停電保持用
C 220～C 234 (15点) | ●従って、これ1点で-2,147,483,648～+2,147,483,647の正負の数値を扱います。 |
| 高速カウンタ用(停電保持)
C 235～C 255 (21点) | ●これに対し上記タイマや、アップカウンタの現在値レジスタを用いて、32ビットのデータレジスタがわりと高速カウンタとしてはこのようにして用いる時には前ページのデータレジスタと同様にうちの6点以下となります。隣接番号の二つの要素を組合せます。 |

- 応用命令の中で扱われるタイマやカウンタはすべて現在値レジスタであり、コイルや出力接点は扱いません。
シーケンス命令(LD AND OUTなど)では接点やコイルを扱います。

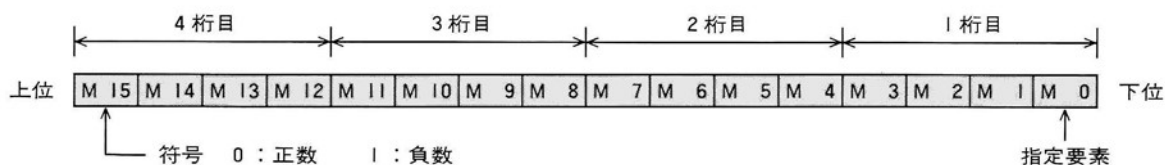
ビットデバイスであっても

入力リレーX、出力リレーY、補助リレーM、ステートSのような ON/OFF 情報のみを扱うビットデバイスであっても、これを1桁4点単位とし、1～8桁の組合せにより、32ビット以下の数値を扱うことができます。

《K4Y000の例》

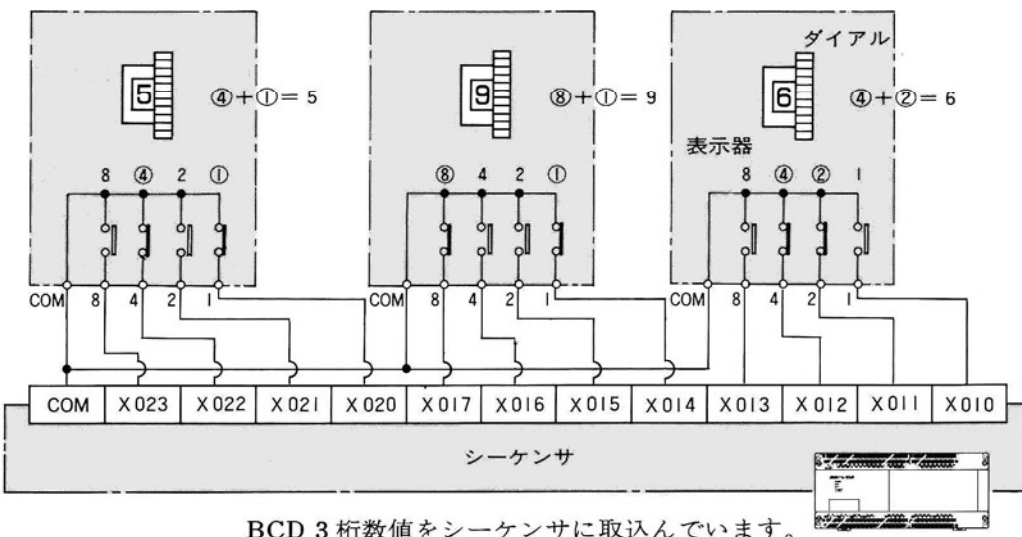


《K4M 0の例》



デジタルスイッチ(BCD)

デジタルスイッチはダイヤルを回すと表示器が0～9に変化し、これに応じて内蔵スイッチ1、2、4、8が動作します。動作スイッチ番号の合計値が表示値に等しくなっています。



K 4 Y 000
①②③ ④

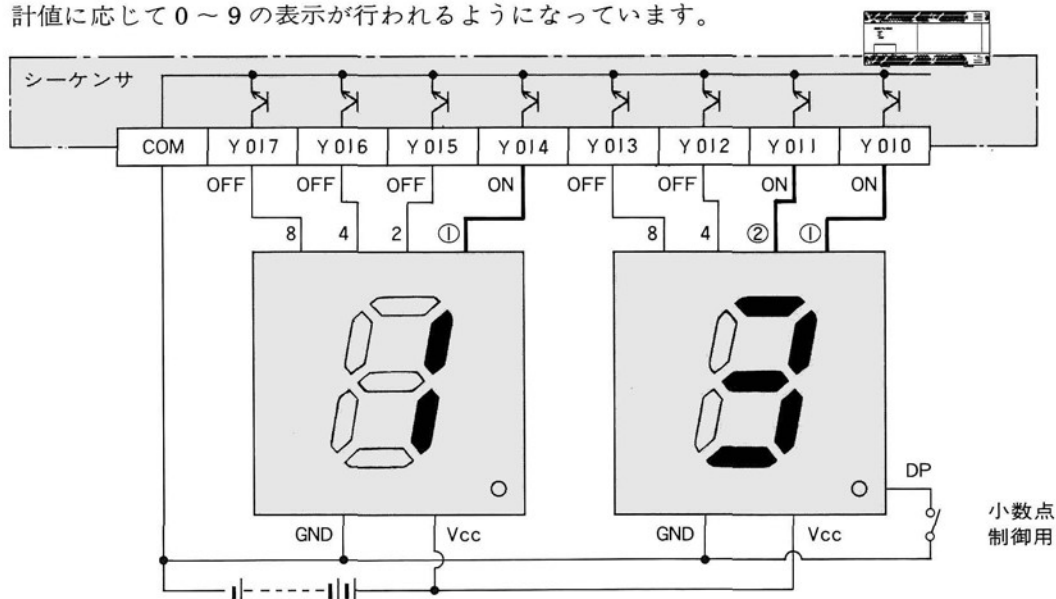
- ①桁指定を行うためには必ずKを用います。
- ②16ビット演算ではK1～K4の4桁以下、32ビット演算ではK1～8の8桁以下が指定できます。1桁は4ビットとなります。
- ③X、Y、M、Sの要素記号を指定します。
- ④最下位ビットの要素番号です。

指定要素番号は、特にことわりがないかぎり任意の番号を選ぶことができます。（例 K4M 13）、しかし一般には、K1X000、K2Y010、K3M 20、K8S130、などのように最下位桁が0のものを選ぶことをおすすめします。（M、Sのばあい8の倍数が理想的ですが、混乱をさけるため0をおすすめします）

7セグメントドライバ

シーケンサの出力Y017～Y010によって2桁のBCD出力を発生し、7セグメントを駆動しています。

7セグメントドライバの入力1、2、4、8をシーケンサで駆動すると、入力番号の合計値に応じて0～9の表示が行われるようになっていきます。

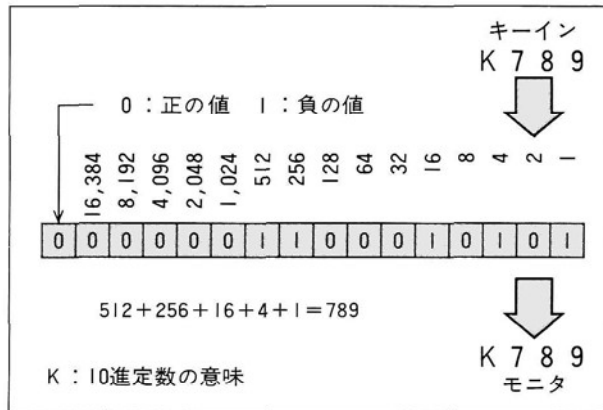


シーケンサの他の出力接点を用いて小数点(DECIMAL POINT)の点灯、消灯を制御することもできます。駆動に当たっては正負の論理に注意する必要があります。（106ページ参照）

定数の扱い

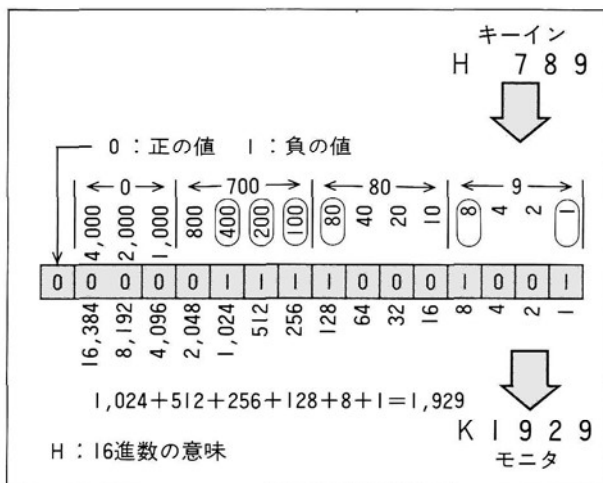
内部の数値はバイナリで

《バイナリ(BIN)と10進数》



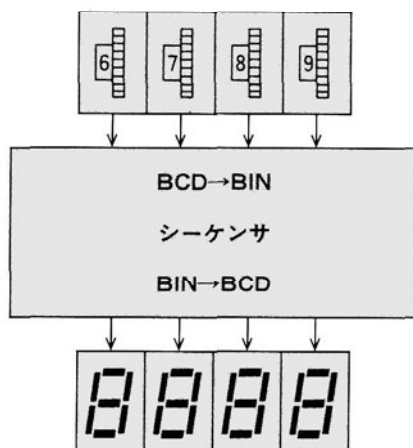
例えばタイマやカウンタの設定値として10進数K 789をプログラムすると、この値は左図のように自動的にバイナリ (BIN、2進数)に変換してシーケンサに取込まれます。一方、タイマやカウンタの現在値 (BIN) をモニタすると自動的に10進数に変換して表示されます。

《バイナリ(BIN)と16進数》



16進数H 789をデータレジスタにキーインすると左図のと通りのBIN 値となります。16進数の各桁は0、1、2…9、A(10)、B(11)、C(12)、D(13)、E(14)、F(15)となります。これをモニタすると10進数K1929が表示されますが、HELP キーを押すとH 789の表示となります。

BCD入出力の扱い



四則演算 (+ - × ÷) やインクリメント、デクリメント命令などシーケンサ内の演算はすべて BINで行われます。従って BCD のデジタルスイッチ情報をシーケンサに取込む時は BCD→BIN 変換転送命令を用い、また BCD のセブンセグメント表示器へ出力したい時は BIN→BCD 変換転送命令を用いてください。

《プログラムメモリ》 RAM、EEPROM、EPROM

タイマやカウンタの設定値定数Kや応用命令内の定数K、Hあるいはファイルレジスタなどはプログラムメモリに格納されます。

その書込みは周辺機器によって行われます。

ファイルレジスタの内容は、**BMOV** 命令を用いて一般のレジスタに読出すこともできます。これ以外の命令では読出せません。（命令によってファイルレジスタに書込むことはできません。）

《内部メモリ》 RAM

左のようなビットデバイスの ON/OFF 情報や、ワードデバイスの数値データが、シーケンサ内蔵の RAM メモリに格納され、シーケンスプログラム内の命令によって自由に書込み、読出しが行われます。

●例えば $2 - 5 = -3$ のように、差の絶対値に負の符号(－)を付加して負の数を表現することが一般的に行われます。

しかし、 $2 - 5 = -10 + (12 - 5) = \boxed{-10}$ 7 のように上位桁から借りを行って $\boxed{-}$ 7 と表現することもできます。このような形式を10の補数形式といいます。

- バイナリのばあいも同様ですが、このシーケンサの負の数は2の補数の形式で表現されています。

例えばデータレジスタD 10の内容が、2の補数による負の数としますと各ビットを反転(0→1、1→0)してこれに1を加えると負の絶対値が得られるようになっています。

- 負数 -3 に対する2の補数とその絶対値化は次のとおりです。

[illegible]