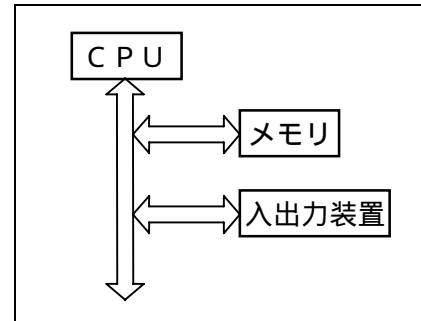


1 . コンピュータの基礎知識

コンピュータはそれぞれ独自の機能を有する L S I (Large Scaled Integrated Circuit) と呼ばれる半導体集積回路を複数の線で接続し, 数学的あるいは論理的な処理を行う, いわゆる計算機である。コンピュータの中核となるのは C P U (Central Processing Unit : 中央処理装置) であり, これを効率よく動作させるために種々の L S I が周辺に接続されている。最も基本的な構成部分は次の三つである。



- 1 . C P U
- 2 . メモリ (Memory)
- 3 . 入出力装置

メモリは C P U が行うプログラムや演算データを記憶する場所であり, R O M (Read Only Memory) あるいは R A M (Random Access Memory) で構成される。R O M とは読み出しだけが行えるメモリであり, 電源を切ってもその内容は消えないメモリである。一方, R A M は書き込みと読み出しが行えるが, 電源を切るとその内容は消えるメモリである。システムを立ち上げるプログラムは R O M に, アプリケーションプログラムやユーザーが作成したプログラムは R A M に記憶される。入出力装置とは外部とデータのやりとりを行うものであり, キーボードやディスプレイ (C R T), ディスク装置などである。C P U , メモリおよび入出力装置は互いにデータを送る線で結ばれており, この線をデータバス (Data Bus) と呼んでいる。メモリにはその記憶箇所を表すために番号が付けられており, この番号をアドレス (番地) という。C P U がメモリとの間でデータの授受を行う時には, まずアドレスを出力して, その後にデータのやりとりを行う。入出力装置にもそれぞれ番号が付けられており, I / O ポート番号 (I / O アドレス) という。したがって, 入出力装置もデータバスで接続されている。メモリや入出力装置のアドレスを決める信号線はアドレスバス (Address Bus) と呼ばれる。データバスとアドレスバスの一部は共通の信号線を用いており, バスの信号がデータであるのかアドレスであるのかは, その出力タイミングで決められている。

C P U の内部構成は大きく分けると, 演算を行う E U (Execution Unit : 実行ユニット) とアドレス計算や命令, データ転送を行う B I U (Bus Interface Unit : バスインターフェイスユニット) である。C P U での全ての演算は E U 部にある A L U (Arithmetic & Logic Unit : 算術演算ユニット) で行われ, その演算結果の状態を示す内部メモリ (フラグという) を持っている。C P U の動作は, まずメモリから命令データを読み込み, 次にその命令の解読, 演算などの処理を行い, 必要ならばメモリあるいは入出力装置との間でデータの読み書きを行う。

CPUの内部にはレジスタ(Register)と呼ばれる一種のメモリをいくつか持っており、それぞれ独自の役割を有している。レジスタはCPU内部に存在するので、同じデータの読み書きをバスを通した通常のメモリと行う場合と比べて、高速にその処理を行うことができる。使用するPC9801(80286 : 16ビットCPU)のレジスタ構成は下図のようである

8ビット	8ビット	
AH	AL	AX : アキュムレータ・レジスタ (Accumulator Register)
BH	BL	BX : ベース・レジスタ (Base Register)
CH	CL	CX : カウンタ・レジスタ (Counter Register)
DH	DL	DX : データ・レジスタ (Data Register)
SP		スタック・ポインタ (Stack Pointer)
BP		ベース・ポインタ (Base Pointer)
SI		ソース・インデックス (Source Index)
DI		ディスティネーション・インデックス (Destination Index)
IP		インストラクション・ポインタ (Instruction Pointer)
FL		フラグ・レジスタ (Flag Register)
CS		コード・セグメント (Code Segment)
DS		データ・セグメント (Data Segment)
SS		スタック・セグメント (Stack Segment)
ES		エクストラ・セグメント (Extra Segment)

16ビット

すべてのレジスタは16ビットで構成されており、AXからDIまでは「汎用レジスタ」とも呼ばれる。

AX, BX, CXおよびDXのレジスタは各種演算やデータ転送に使用され、8ビットでの演算等もできるようにそれぞれのレジスタは上位(Higher) 8ビットと下位(Lower) 8ビットで使用できる。この中で、AX(アキュムレータという) レジスタはその中心となるものである。その他、BXはアドレス間接指定、CXは繰り返し命令、DXは一部の演算命令の補助等として用いられる。

SP, BP, SIおよびDIの各レジスタは主にアドレスを指定するために用いる。その中で、SPは特殊なプログラム処理を行ったり、データの保存などで通常CPUが管理するので、ユーザーは使用しない。また、BPは特殊な事を行わない限りユーザーは通常の汎用レジスタとして用いることができ、DIとSIもまた利用できる。

CS, DS, SSおよびESはセグメントレジスタと呼ばれ、CPUが外部メモリのアドレスを作成するために使用される。CSはCPUが実行する命令(プログラム) が記憶されているアドレスの一部を表すレジスタである。DSはデータを転送する際に記憶するメモリアドレスの一部を表すレジスタである。SSはSPに関するレジスタであり、ユ

ーザーは普通使用しない。また，E Sはデータ転送に使用する補助的なレジスタである。通常，ユーザーが使用するセグメントレジスタはD SとE Sである。具体的な使用法は後で説明する。

C P Uが処理を行う全ての命令すなわちプログラムはメモリ（ユーザー作成のプログラムはR A M）に置かれる。用いるコンピュータP C 9 8 0 1シリーズは1 6ビットコンピュータであり，内部メモリは8ビット単位で構成されている。1ビットは「0」あるいは「1」を表せるので，8ビットでは「 $2^8 = 256$ 」までの数を表現できる。1 6ビットコンピュータというのは1度に1 6ビットのデータを扱えることを意味している。先に説明したメモリは8ビット単位に1アドレスが対応しているので，1 6ビットでは2アドレスが対応する。すなわち，8ビットのデータはある1アドレスのメモリに記憶されるのに対し，1 6ビットデータは連続した2アドレスのメモリに分割して記憶される。P C 9 8 0 1コンピュータの8 0 2 8 6 C P Uは1 6本のデータバスを有し，メモリの構成は下図のようになっている。

アドレス	メモリ	メモリ内容
FFFFF F0000	バンク15	BASIC・ROM
FFFFF E0000	バンク14	グラフィックVRAM3
FFFFF D0000	バンク13	システム予備
FFFFF C0000	バンク12	システム予備(DSPボード)
FFFFF B0000	バンク11	グラフィックVRAM0~2
FFFFF A0000	バンク10	テキストVRAM
9FFFF 90000	バンク9	バンク9から0:RAM 640KB
8FFFF 80000	バンク8	
7FFFF 70000	バンク7	
6FFFF 60000	バンク6	
5FFFF 50000	バンク5	
4FFFF 40000	バンク4	
3FFFF 30000	バンク3	
2FFFF 20000	バンク2	
1FFFF 10000	バンク1	
0FFFF 00000	バンク0	00000番地から1KBは割り込みベクタ領域

8ビット

メモリのアドレスは20ビットによって決められ，C P Uは20本のアドレスバスを持っている。20ビットの2進数表現では

0000 0000 0000 0000 0000 ~ 1111 1111 1111 1111 1111

となり、これを4ビットづつに区切って16進数で表すと

0000 ~ FFFFFF

のようになる。ここで、10以上の数は右図のようにアルファベットに対応させて表現する。16ビットでは

0000 ~ FFFFFF

であり、これは10進数で

0 ~ 65535

となる。8ビット (Bit) を1バイト (Byte) といい、16ビットすなわち2バイトを1ワード (Word) という。2進数では「 $2^{10} = 1024$ 」を「1K」と表すので、1バンク (Bank) は64KB (「B」はバイトを表す) である。したがって、全メモリは

$64K \times 16 = 1MB$ (メガバイト)

である。CPUは20本のアドレスバスによって1MBのメモリを

アクセスできる。メモリマップに示した20ビットアドレスを「物理アドレス」という。

また、数値が16進数表現であることを明確に示すため、次のように数値の後に「H」あるいは「h」を付加することがある。

FFFFH 16進数 (Hexadecimal)

65535D 10進数 (Decimal)

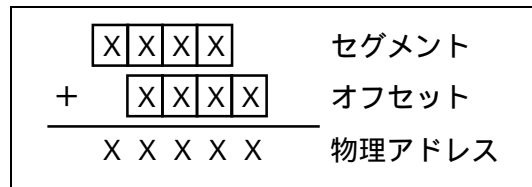
1111111111111111B 2進数 (Binary)

2進数	16進数
1111	F
1110	E
1101	D
1100	C
1011	B
1010	A
1001	9
1000	8
0111	7
0110	6
0101	5
0100	4
0011	3
0010	2
0001	1
0000	0

アドレスA0000HからFFFFFFHはVRAMなどPC9801のシステムで使用される領域である。バンク12には後述する「DSPボード」のメモリがあり、DSPのプログラムはこの領域に記憶される。また、「VRAM」とは「Video RAM」のことであり、ディスプレイに表示するテキスト画面とグラフィック画面の情報を記憶する領域である。ユーザーはアドレス00000Hから9FFFFHのメモリ領域にプログラムを書き込み、実行するが、実際にプログラムが配置されるアドレスは「DOS (Disk Operating System)」のシステムが決定するので、ユーザーはわからない。下位アドレスの領域はDOSのシステムプログラムが記憶されており、「割り込みベクタ」と呼ばれる領域がある。通常、プログラムを作成するユーザーは「物理アドレス」をあまり意識しなくてもよいが、DSPボードがあるバンク12と「割り込みベクタ」に関する物理アドレスは理解しておく必要がある。

CPU内のレジスタやメモリのデータはすべて8ビットあるいは16ビットであるが、CPUがメモリを参照する時のアドレスは物理アドレスの20ビットである。ユーザーはDSPメモリやVRAMなどの特定なメモリをアクセスしない限り、この物理アドレスを考慮しなくてもよい。CPUは外部メモリをアクセスする時には次のように物理アドレス

を計算する。すなわち、20ビット物理アドレスを上位16ビット（16進数で4桁）と下位16ビットに分けて表現する。



上位4桁をセグメント（Segment）といい、この値はCPU内の16ビットセグメントレジスタに記憶される。各セグメントレジスタ内の値はプログラムで変更しない限り変わらない。下位4桁はオフセット（Offset）と呼ばれ、通常ユーザーが使用する値で、これは汎用レジスタで用いる。DSPメモリやVRAMをユーザーがアクセスする時には、あらかじめ物理アドレスがわかっているので、ユーザーがセグメントとオフセットの値を決めなければならない。例えば、DSPメモリの物理アドレス「C0000H」を作成するには

$$\begin{array}{r}
 \text{B800} \\
 + \text{8000} \\
 \hline
 \text{C0000}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 \text{C000} \\
 + \text{0000} \\
 \hline
 \text{C0000}
 \end{array}$$

のようにそれぞれの決め方は自由であるが、参照できるメモリの物理アドレスは左では「B8000H ~ C7FFFH」、右では「C0000H ~ CFFFFH」となる。いずれにしても同一の物理アドレスを作成でき、64KBの範囲内でメモリをアクセスできるが、その範囲が異なることに注意されたい。CPU内にあるセグメントレジスタにおいて、CSはCPUのプログラムのあるメモリの物理アドレスに対するセグメントであり、これはDOSシステムが決めるためユーザーは使用しない。DSは演算結果をデータ転送命令などによってメモリに保存するときの物理アドレスに対するセグメントである。DSもまたDOSシステムによって決まるが、必要に応じてユーザーは変更できる。SSは特殊なセグメントでありユーザーは使用しない。また、ESは特殊なデータ転送命令で使用され、必要に応じてユーザーが設定でき、使用しない場合は汎用レジスタとして利用できる。オフセットの値は通常、汎用レジスタのBXを使用し、特殊な命令においてはSIあるいはDIを利用する。

ところで、アドレス等はすべて正の値で表現するが、実際にプログラムを作成して種々の演算を行う場合には負の値を用いることがある。そこで、2進数で正負を表すには補数（Complement）表現を用いる。すなわち、1番上位のビット（MSB：Most Significant Bit という）が「0」か「1」かで正負を表すものである。例えば、8ビットでは

$$0 \text{ X X X X X X X}$$

を正の数

$$1 \text{ X X X X X X X}$$

を負の数と決める。したがって、8ビットで扱う数は「正の数のみ」の時は「0 ~ 255」、正負表現では「-128 ~ 127」となる。また、

0 0 0 0 0 0 0 1

は10進数で「1」であり

1 1 1 1 1 1 1 1

が10進数で「-1」となる。それぞれ、一方が他方の「2の補数」といい、互いの値は全ビットの「1」と「0」を反転（論理演算のNOTを行う）し、1を加えて得られる。

16ビットでは

正の数みの場合 0 ~ 6 5 5 3 5

正負表現の場合 - 3 2 7 6 8 ~ 3 2 7 6 7

の数値を扱うことができる。この値を越えない範囲で演算を行う場合に、いずれの表現でも正しい答えが得られる。

なお、コンピュータは扱う数値が「正の数み表現」あるいは「正負表現」でも同じ演算を行い、その結果を求めるので、ユーザーが判断してプログラムを作成し、表現できる値の範囲を考慮しなければならない。