

コンピュータの構造を要素から理解しよう

大貫 徹

この章では、コンピュータの構成、特に心臓部である中央処理装置 (CPU) の構造における基本的知識を解説する。CPU を構成する演算装置やレジスタ・ファイルなどは、第2章で解説した基本的なロジック回路で構成されている。どんなに複雑で高機能なCPUも、基本は同じである。

(編集部)

● コンピュータの5大構成要素

この章ではコンピュータを構成する基本要素と、そのしくみについて説明します。情報処理系の解説書でも、ある程度共通する説明もありますが、より具体的な対象について学び、理解してもらいたいと考えています。

図1は、コンピュータの5大構成要素として、参考書などでよく見かける図です。中央処理装置はCPU (Central Processing Unit) とも呼ばれ、その中身は制御装置と演算装置からなります。このような構成は昔も現在も全く変わっていません。皆さんがよく使っているパソコンの場合、入力装置はキーボードであったりマウスであったりします。また出力装置は液晶ディスプレイやCRTでしょう。そして紙に結果を印刷するためにはプリンタを使います。

見た目はパソコンと大きく異なりますが、現在の携帯電話の中身も、実はこの図のような構成になっているのです。違いは携帯電話が通信を目的とした装置であるため、入出力装置として通信処理装置 (モデムと呼ぶ) が組み込まれている点でしょう。

さらに言えば、電子炊飯器や洗濯機のような家電製品も、この図に当てはめて構成を説明することができるのです。

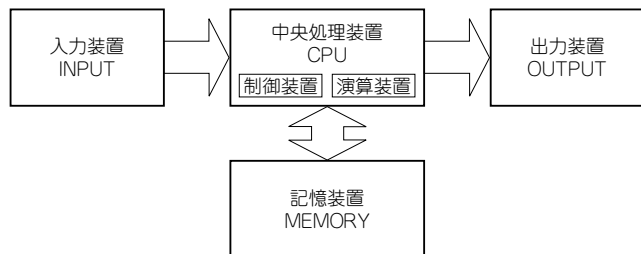


図1 コンピュータの5大構成要素

● コンピュータの動き

身近にあるパソコンを例に、情報の動きと処理の動きを簡略に表したのが図2です。図2では、中央処理装置 (CPU) を一つの箱として描かず、代わりに計算をする演算装置 (ALU: Arithmetic and Logic Unit) と制御装置に分けています。ALUは制御装置からの指示を受けて、与えられたデータに対する処理をするだけの装置です。さらに、実は制御装置もプログラムに指示されたことを順序立てて各部に対する信号に変換する機械にすぎません。

読者の皆さんは、ディスプレイやキーボード、マウスのような入出力装置に関しては毎日のように見慣れていることと思います。パソコンの組み立てが好きな方を別とすれば、例え毎日パソコンを使っても、CPUとメモリは直接見ることはないでしょうし、またその中身がどうなっ

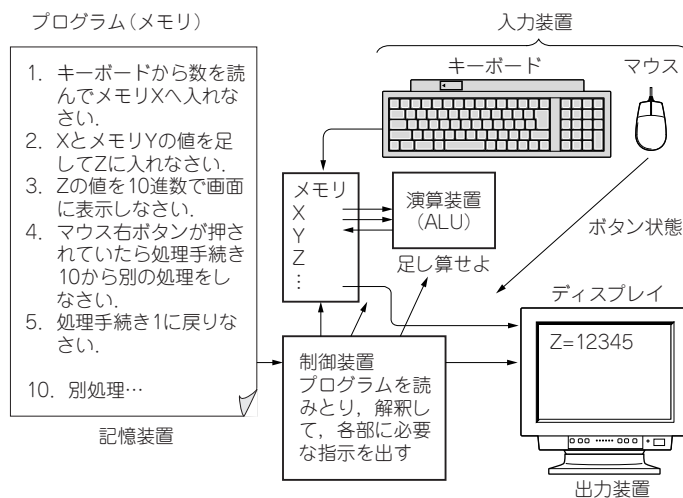


図2 パソコンにおける情報の動きと処理の動き

ているかなどは気にしたことすらないかもしれません。

1. 記憶装置(メモリ)

まずCPUの説明から始めたいところですが、CPUに対する直接的な情報の供給元であるメモリの話を先にしないと、CPUがどのように情報を取り込むかという説明がわかり難いと思うので、メモリの話から始めましょう。

● アドレス/データ・バスとは

パソコンのカタログで「メイン・メモリ 512M バイト搭載」というような表現を見ることがあります。これは1バイト(8ビット)のデータを記憶できる入れ物が、512M個並んでいる状態をイメージするとわかりやすいと思います。この512M個並んだ入れ物のどれか一つを指定するのに、アドレスという概念を使います。アドレスとは日本語では番地とも呼びます。

512Mという数値を10進数で表すとどうなるでしょう。まず、M(メガ)という単位は1024Kで、そしてK(キロ)も1024でした。よって、

$$512 \times 1024 \times 1024 = 536870912$$

となります。536870912という数値は、 2^{29} という表記でも表せます。デジタル回路において、1本の信号線では1か0の2値しか表現できないので、536870912というアドレスを区別するには29本の信号線が必要になるわけです。

このような、複数の本数の信号を束ねてある意味を持たせた信号を〇〇バスと呼び、このようにアドレスを区別するためのアドレス信号線を、アドレス・バスと呼びます。

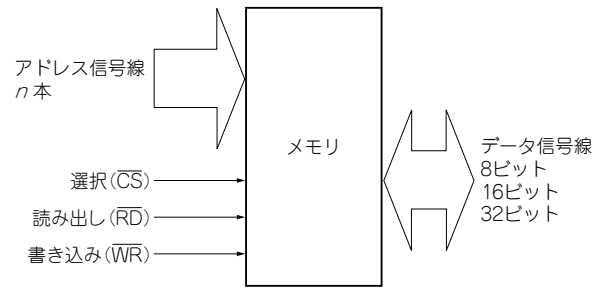
同じように、アドレスを指定してそのメモリの読み出し信号を入力すると、そのアドレスに格納されているデータが読み出されます。このデータも、8ビットや16ビット、32ビットといったように複数の本数から構成されます。このデータ信号線のことをデータ・バスと呼びます。

図3にメモリの構成を示します。

● メモリのいろいろ

メモリは読み出し専用のROM(Read Only Memory)と、読み書き可能なRAM(Random Access Memory)に大別されます。一般的に、ROMは電源を切ってもメモリの内容を保持し、RAMは電源を切るとメモリの内容が消えてしまいます。

また、RAMはその構造上の違いから、SRAM(Static



アドレス信号線： n 本の信号線に対し 2^n 個のアドレスが存在する。メモリへは入力のみ。
データ信号線(バス)：通常は2のべき数だけ本数がある。読み出し時はメモリからの出力に、書き込み時はメモリへの入力に換わる。
選択：複数のメモリの区別などに使う。CSは論理“L”で選択を示す。
読み出し：データ・バスを出力方向としてバス上にメモリ内のデータを読み出す。RDは論理“L”で読み出し。
書き込み：データ・バスを入力方向としてバス上のデータをメモリへ書き込む。WRは論理“L”で書き込み。

図3 メモリの構成

RAM)とDRAM(Dynamic RAM)に区別できます。パソコンのカタログなどでよく見るSDRAMやDDR-SDRAMなどはDRAMと呼ばれるものです。さらにROMにも構造上の違いなどからいくつか種類があります。

これらメモリの詳細な違いについては、はじめのうちはあまり意識しなくても問題はありません。大きな違いは、

- ROMは読み出し専用
- RAMは読み書き可能

という点だけ覚えてください。

ROMは読み出し専用なので、図3に示す書き込み信号(\overline{WR})を持たないのが普通です(構造上の違いなどから \overline{WR} 信号を備えるROMも存在する)。

2. 中央処理装置(CPU) ~制御装置と演算装置~

次はCPUをとりまく機能要素を、各パーツ群に分解して説明してみましょう。図4は、基本的なCPUの構成要素を示しています。演算装置(ALU)が存在しているのはわかりますが、図中には制御装置が見当たりません。制御装置に相当するのは図中で「シーケンサ」と書かれている部分です。簡単な構成のプロセッサほどシーケンサ部も単純な回路構成になりますが、複雑で大規模な構造を持つプロセッサ(例えばパソコンに使われているCPU)では、複雑なシーケンサが多数組み込まれています。それでは、各