

# カタログから見たコンピュータのしくみ

久保田 賢二

## はじめに

町のパソコン教室や公共の施設でワープロや表計算ソフトの入門セミナーが開かれている。小学生から70歳を超える方までパソコンを操作するようになり、いまや町内会の回覧もPTAの通知も手書きの文書からワープロで打たれた文書に置き換わった。さらにインターネットにパソコンを接続すれば、ホームページの閲覧、ショッピング、本やチケットの購入などいろいろなことができるようになった。

そして、パソコンが操作できるようになると次は、コンピュータの仕組みはどうなっているのだろうか、どうしてこんなことができるのだろうかともっとコンピュータの中身を知りたくなるはずである。

この講義ではパソコンのカタログに書かれている仕様(スペック)を基にパソコンの構造や性能、技術についてわかりやすく説明し、コンピュータの仕組みについて理解を深めることを目的としている。

まず、コンピューターの構造について説明した後、パソコンの仕様に基づき性能や技術などについて説明する。

## 1. コンピュータの構造

コンピュータを構成するハードウェアの機能は、次の五つに大別される。①入力、②記憶、③演算、④制御、⑤出力である。これらの機能を持つ装置がコンピュータに含まれていて、これらを「コンピュータの5大装置」という。表1にコンピュータの5大装置の主な機能について示す。

表1. コンピュータの5大装置

装置名	機能
入力装置	コンピュータに処理させるデータやプログラムをコンピュータ内部に取り込む
記憶装置	入力されたデータやプログラムを記憶しておく。演算装置で処理された結果も記憶する。
演算装置	データの四則演算や論理演算、比較判断などをする。
制御装置	命令を解釈して他の4つの装置を制御する
出力装置	処理された結果を人間にわかる形で出力する。

これらの装置のうち、制御装置と演算装置は一体化して扱われるため中央処理装置(CPUまたはプロセッサ)と呼ばれる。

また、記憶装置は主記憶装置(いわゆる「メモリ」)と補助記憶装置に分けられる。CPUは主記憶装置に対して直接にデータの読み書きができるが、補助記憶装置に対しては直接にデータの読み書きができない。補助記憶装置にあるプログラムやデータはいったん主記憶装置に読み出された後、CPUによって主記憶装置から読み書きされるのである。

中央処理装置の外部にあり、主記憶装置とデータのやり取りをする入力装置、出力装置、および補助記憶装置を周辺装置という。

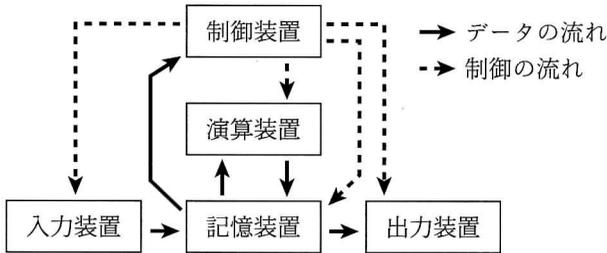


図1. コンピュータの5大装置

コンピュータの5大装置の動作の仕組みは次のとおりである。

- ①コンピュータを動かすプログラムやデータが入力装置を経て、コンピュータ内部の記憶装置に取り込まれ、格納される。
- ②制御装置はそのプログラムの命令を記憶装置からひとつとってきて、解読する。制御装置は解読した結果に基づき、残りの4つの装置を制御する。もしそれが計算をする命令であれば、演算装置に「計算をなさい」と指示を出す。
- ③計算することを指示された演算装置は計算対象のデータを記憶装置から取り出し、計算をし、その結果を記憶装置に格納する。
- ④このようにしてひとつの命令を実行し終わると、制御装置は次の命令を記憶装置から取り出す。そして、上記②と③を実行する。
- ⑤こうしてすべてのプログラムを実行し終わるまで④が繰り返される。
- ⑥最後に出力装置は記憶装置に格納されている処理結果を人間のわか

る文字などに変換し、出力する。すなわち、処理結果をディスプレイに表示したり、プリンタに印字したりするのである。

## 2. パソコンの仕様

表2はあるノートパソコンのカタログに書かれている仕様である。この内容に基づいてコンピュータの説明をする。

表2. ノートパソコンの仕様

CPU	インテル PentiumMプロセッサ 1.5GHz
OS	Microsoft WindowsXP Professional
メモリ	512MB (最大1.5GB)
HDD	約80GB
グラフィック	ATI社製MOBILITY RADEON 9600 (VRAM64MB)
ディスプレイ	14.1型 TFTカラー液晶 (SXGA+)
DVDドライブ	DVDマルチドライブ
ワイヤレスLAN	トリプルワイヤレスLAN
総合ソフト	Office Personal 2003

### 2. 1. CPU

#### (1)CPUとは

CPUとはCentral Processing Unitの略で、中央処理装置という。コンピュータの5大装置のうち、制御装置と演算装置をあわせたものをいう。命令の解釈、他の装置のコントロール、四則演算や論理演算を行う。

#### (2)PentiumMプロセッサ

Pentium (ペンティアム) とは、米国インテル社が開発したデスクトップ用のCPUである。デスクトップパソコンとは、机の上において使用するタイプのパソコンで、コンピュータ本体とディスプレイが別々のパソコンをいう。PentiumM (ペンティアムエム) とは、デスクトップ用のPentiumをモバイル製品向けに改良したCPUである。「モバイル」とは移動用のパソコンを意味し、いわゆるノートパソコンなどのように移動して使用するパソコンをいう。PentiumMプロセッサは使用していない部分への電源供給をこまめに止めるなど電力消費や発熱を抑える工夫がなされて

いる。PentiumMプロセッサはPentiumプロセッサに匹敵する性能を低消費電力で実現しているCPUである。

Celeron(セレロン)とは、米国インテル社の低価格マシン向け低コストCPUである。Pentiumシリーズの2次キャッシュ・メモリを減らし、動作クロックを抑えた廉価仕様となっている。CeleronMとは、PentiumMの廉価版CPUである。

(3)1.5GHz

1.5GHzとはCPUの動作周波数を意味している。

CPUは多数の部品で構成されている。それぞれの部品はばらばらに動作するのではなく、ある信号のタイミングにあわせて動作している。この信号をクロックという。動作周波数とはクロック信号の周波数を意味し、動作周波数が1.5GHzとは、1秒間に信号の山が $1.5 \times 10^9$ 通過することをいう。周期とはこの信号の山と山の間隔をいう。すなわち動作周波数が1.5GHzならば周期は約0.67[ns]である。たとえば、CPUの部品がこの山の立ち上がりでタイミングを取って動いているとすると、動作周波数が高くなるとこの間隔が狭くなり、各部品の動作が速くなると考えられる。したがって一般にクロック周波数が大きいほど、コンピュータの処理速度は速いといえる。

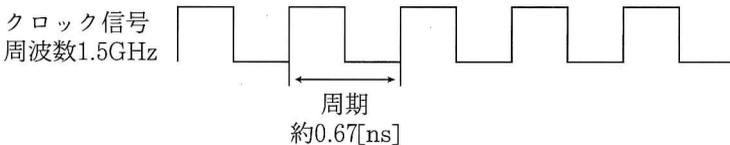


図2. CPUのクロック信号

(参考)

(1)プロセッサナンバ

最近のインテル・プロセッサにはプロセッサナンバがつけられている。たとえば、「インテルPentiumMプロセッサ735」では、「インテルPentiumMプロセッサ」をプロセッサファミリーといい、「735」をプロセッサナンバという。CPUの動作速度は動作周波数だけで決まるものではなく、そのほかにアーキテクチャ、キャッシュ、フロントサイドバスなどの機能が関係する。そこで、同一のプロセッサファミリー内で相対的な機能の違いをこのナンバで表すのである。ナンバの大きいものほど性能がよいといえる。

(2)モデルナンバ

米国AMD社のプロセッサ名に含まれるナンバのことである。競合するインテル社のPentiumと比較して相当する処理速度を示す。たとえば、「AthlonXP2200+」の「2200+」がモデルナンバである。これはPentium4の2.2GHz相当の処理速度であることを意味する。

## 2. 2. OS

### (1)OSとは

OSはOperating Systemの略で、基本ソフトウェアと訳される。OSは次の機能を持つ。

- ①コンピュータをできるだけ効率よく動作させる。
- ②人が操作しやすいような手段や手順を提供する。

Windowsは米国マイクロソフト社が開発したOSである。パソコンに特定の仕事をさせるためにはOSの下でアプリケーションソフトを動作させなければならない。そのハードウェアとソフトウェアの仕組みを図3に示す。たとえばパソコンをワープロとして使用したい場合は、OSの下でワープロソフトを起動して使用する。あるいは表計算用として使用したい場合は、OSの下で表計算ソフトを起動して使用する。このときOSはコンピュータを効率よく動作させたり、コンピュータ利用者が操作しやすいような手段や手順を提供しているのである。アプリケーションソフトは、特定の仕事を達成するため(ワープロなら日本語文書作成機能の提供等)に動作しているのである。



図3. ハードウェアとソフトウェア

(参考) OSの原型である制御モニタ

コンピュータが開発された初期段階のころ、プログラムは機械語の0と1の組み合わせを配線で行い、人間がスイッチ操作で行っていた。コンピュータを動かすための準備は、人間の手作業で行うためかなりの時間がかかった。これをコンピュータ自身にやらせることができれば、コンピュータは電子のスピードで実施できるため高速化が図れると考えた。こうしてコンピュータを動かすための準備(プログラムのロードと実行)を自動的に行えるソフトウェア(制御モニタ)が開発された。この制御モニタがOSの原型である。

## (2)WindowsXP

米国マイクロソフト社による、Windows 98/MeおよびWindows2000の後継OSのことである。次の特徴を持つ。

- ①マルチタスク：一度に複数のタスク(仕事)を実行できる機能を持っている
- ②GUI (グラフィカルユーザーインターフェース)：コンピュータの操作に、図形などの視覚情報を利用するインターフェースである。マウスでアイコンやメニューをクリックすることで入力が可能になっている。
- ③マルチメディア機能：情報の伝達手段として、文字情報のみの扱いから静止画、動画、写真、アニメーション、および音声等のマルチメディアを扱えるようになっている。
- ④ネットワーク機能：インターネットに接続し、利用することができるようになっている。

## 2. 3. メモリとHDD

コンピュータの5大装置の一つである記憶装置は、主記憶装置と補助記憶装置の2つに分けられる。CPUが直接的にアクセスできるのは主記憶装置(メインメモリ)のみで、補助記憶装置には直接アクセスできない。

メモリとは主記憶装置のことであり、HDDは補助記憶装置のことである。

メモリは半導体メモリからできている。半導体メモリは高速でデータの読み書き(アクセス)ができるが、記憶容量は大きくできない。メモリを半導体メモリで構成するのは、CPUがメモリにアクセスするとき高速でアクセスできることを優先しているからである。

補助記憶装置のHDDは磁気ディスク装置のことである。HDDは堅い円盤に磁性体を塗布しそこに磁化することでデータを記憶する。HDDは、記憶容量は大きくできるが、データの読み書き速度は比較的遅くなる。HDDはプログラムやデータを大量に保存できることを優先しているからである。

カタログに記載されている512MBや80GBとは、メインメモリとHDD

のメモリ容量を示している。

$$512\text{MB}=512\times 10^6\text{バイト}$$

$$80\text{GB}=80\times 10^9\text{バイト}$$

\* 1バイトは8ビットのことである。漢字1文字は2バイト必要である。したがって、512MBなら約256,000,000文字をメモリの中に格納できる。いま、1ページに31行、1行に33文字入るとすると、1ページには最大31行×33文字=1023文字入ることになるので、約256,000,000文字ならば、約250,244ページの文字(情報)が、512MBのメモリに格納される計算となる。

(参考)

キャッシュメモリ (cache memory)

CPUの処理速度を高速化するために設置された小型の高速メモリである。CPUとメインメモリとの間に設置され、CPUに近いほうから1次キャッシュ、2次キャッシュと呼ぶ。

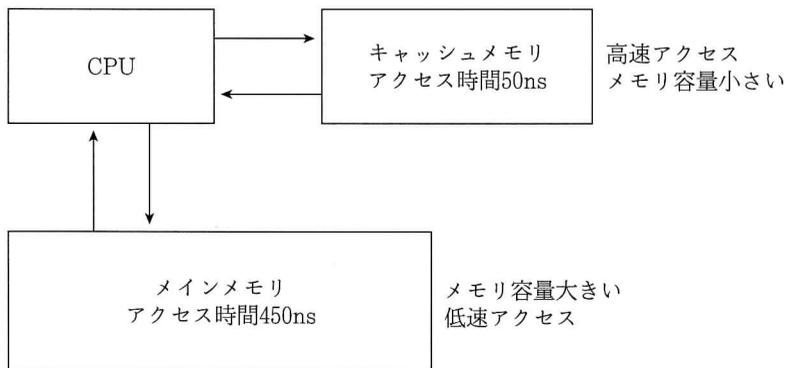


図4. キャッシュメモリの高速化技術の仕組み

キャッシュメモリの高速化技術の仕組み

CPUはメインメモリからひとつ命令を取り出しては解読して実行する。そして次の命令を取り出しては解読し、実行する。これを繰り返す。

メインメモリのアクセス時間が450nsかかるとする。CPUの内部にメモリ容量は小さいが、高速のアクセスが可能な(アクセス時間50ns)キャッシュメモリを設ける。そしてCPUが命令またはデータを読み出すとき、

必要な命令またはデータの前後の部分も一緒に主記憶装置からキャッシュメモリに移しておく。それ以降、CPUが命令またはデータを読み出す場合に、まず、キャッシュメモリにアクセスする。その命令またはデータがキャッシュメモリ上にあれば、キャッシュメモリから命令やデータを読み出す。そうすればアクセス時間は450nsから50nsに減少し、高速となる。もし、次の命令またはデータがキャッシュメモリの中にある場合は、改めて主記憶装置をアクセスし、対象の命令またはデータ周辺部分を再度キャッシュメモリに移す。そしてそれ以降は命令またはデータがキャッシュメモリにある限り、キャッシュメモリにアクセスすることを繰り返す。

このようにしてアクセス速度の遅いメインメモリへのアクセス回数を減らし、アクセス速度の速いキャッシュメモリへのアクセス回数を増やすことにより、メモリへの平均のアクセス時間を高速化するのである。

それでは、実際に平均のアクセス時間を計算してみよう。

「NFP (Not Found Probability)」は、命令等がキャッシュメモリにない確率を表し、「ヒット率」は命令等がキャッシュメモリにある確率を表す。

NFPとヒット率には

$$\text{ヒット率} = 1 - \text{NFP}$$

という関係がある。NFPを0.1とすると、ヒット率は $1 - 0.1 = 0.9$ となる。キャッシュメモリに命令があれば50nsで読み出せるので平均のアクセス時間は $50\text{ns} \times 0.9$ 、キャッシュメモリに命令がない場合はメインメモリにアクセスするので、平均のアクセス時間は $450\text{ns} \times 0.1$ かかることになる。これら両者の和が、全体の平均アクセス時間となるので、

$$\begin{aligned} \text{平均アクセス時間} &= 450 \times 0.1 + 50 \times 0.9 \\ &= 45 + 45 \\ &= 90[\text{ns}] \end{aligned}$$

すなわち、メインメモリだけの場合は、アクセス時間が450nsかかるが、キャッシュメモリを使うと90nsとなり、アクセス時間が1/5倍になったことになる。以上がキャッシュメモリによる高速化技術である。

## 2. 4. グラフィック

### (1)グラフィックアクセラレータ

画面描画処理の高速化を図るための部品の総称である。グラフィックは画像のこと、アクセラレータは加速装置のこと。すなわち画像処理を高速化する処理装置のことである。

### (2)VRAM 64MB

VRAMはVideo Random Access Memoryの略で、ディスプレイ画面情報を記憶するための読み書き可能メモリである。ディスプレイ画面に表示する情報はこのVRAMに蓄積される。VRAMの容量は、画面の解像度と表示色数に関係する。

## 2. 5. ディスプレイ

### (1)解像度SXGA+

ディスプレイの表示画面はドット（画素）の集まりとみなされている。解像度は画面上にどれだけドットを表示できるかを表している。表示ドット数は横×縦で表す。解像度を上げるときめの細かい表示ができるが、メモリ容量は大きくなる。解像度の規格とドット数を表3に示す。カタログはSXGA+の規格なので、横1400ドット×縦1050ドットの解像度である。

表3. 解像度の規格とドット数

規格	横ドット×縦ドット
VGA	640×480
XGA	1024×768
SXGA	1280×1024
SXGA+	1400×1050

### (2)14.1型

14.1型とは、ディスプレイ画面の対角線の長さが14.1インチであることを意味する。

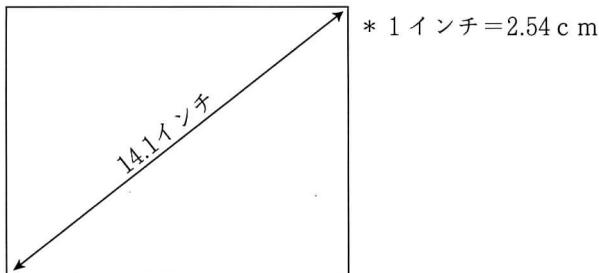


図5. ディスプレイのサイズ

### (3)TFTカラー液晶

TFT(Thin Film Transistor)は画素1ドットごとにトランジスタなどの素子を配してスイッチングを行う液晶である。応答速度が速く、コントラストも強いという特徴がある。

## 2. 6. DVD

DVDは光ディスクメディア(媒体)である。メディアとは情報を伝達する手段(媒体)のことである。

最初、外部記憶媒体としてフロッピーディスクが利用された。フロッピーディスクはプラスチックの円盤に磁性体を塗布したもので、これに磁気でデータを記憶する。現在3.5インチのものが使われているが、記憶容量は1.44MBと小さく、記憶容量の大きいCDに取って代わられている。

CDは音楽用CDをデータ記憶用の媒体に利用した光ディスクメディアで、CD-ROMが最初に使用された。CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)はデータの読み出し専用メモリとして使用された。CDの直径は12cm、1本の螺旋形のトラックにデータが書き込まれており、最大700MBの記憶容量がある。CD-R、CD-RWなどのバリエーションがある。CD-Rは1回だけ書き込みのできるCDである。CD-RWは1000回程度の書き換えが可能なCDである。

DVD (Digital Versatile Disc) はCDの後継として使用されている光ディスクメディアである。CDと同様に直径12cmと8cmのものがある。当初約2時間の映画がDVD1枚に格納できるようにと開発された。現在、書

き込み用の規格として、DVD-R、DVD-RAM、DVD-RW、DVD+RW などがあり、異なった特徴を持つ。記憶容量は片面4.7GBから両面2層最大17GBのものまでがある。

カタログに記載されているDVDマルチドライブとは、下記表4の規格DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RWに対応していることを表す。

表4. DVD規格

規格名		特徴
DVD-Multi ドライブ	DVD-ROM	読み出し専用メモリ。片面1層4.7GB、片面2層8.5GB、両面使用で最大17GB
	DVD-RAM	書き換え可能回数が10万回程度の記録型DVD。片面4.7GB
	DVD-R	1度だけ書き込み可能なDVD。原理はCD-Rと同じ。片面4.7GB
	DVD-RW	書き換え可能回数が1000回程度の記録型DVD。片面4.7GB
	DVD+R	1度だけ書き込み可能なDVD。DVD+RWのライトワンス規格。
	DVD+RW	書き換え可能回数が1000回程度の記録型DVD。片面4.7GB、両面で9.4GB。物理的フォーマットはDVD-ROMと同じ。

## 2. 7. ワイヤレスLAN

ワイヤレスLANとは、有線ケーブル以外の伝送路を利用したLAN（無線LAN）のことである。LANとはLocal Area Networkの略で、比較的狭い範囲の領域に組まれた通信網をいう。たとえば、大学の構内に組まれたネットワーク、あるビルの中に組まれたネットワークなどである。ワイヤレスLANには、使用する電波の周波数帯によって次の3つの規格がある。

表 5. ワイヤレスLANの規格

規格名	周波数帯	伝送速度	最大有効範囲
IEEE802.11a	5GHz	50Mbps	10～100m
IEEE802.11b	2.4GHz	11Mbps	10～100m
IEEE802.11g	2.4GHz	50Mbps	10～100m

カタログのトリプルワイヤレスLANは上記3つの規格に対応していることを意味する。IEEE:はInstitute of Electrical and Electronics Engineersの略で、米国電気電子技術者協会のことである。

## 2. 8. 総合ソフト

Office Personal 2003とは、マイクロソフト社のWord2003、Excel2003、Outlook2003がセットになったソフトウェアのことである。

表 6. 総合ソフト

Office Personal 2003	内 容
Word2003	ワープロソフト
Excel2003	表計算ソフト
Outlook2003	電子メール、スケジュール管理、住所録、仕事管理などの情報を管理するソフト

(参考) 補助単位

コンピュータの世界では、非常に大きい数値から非常に小さい数値まで扱う。そこで、K (キロ)、M (メガ)、n (ナノ) などという補助単位を使用して大きさを表す。参考までに表7に補助単位を示す。

表7. 補助単位

記号	読み	10進数	2進数
T	テラ	$10^{12}$	$2^{40}$
G	ギガ	$10^9$	$2^{30}$
M	メガ	$10^6$	$2^{20}$
K	キロ	$10^3$	$2^{10}$
m	ミリ	$10^{-3}$	/
$\mu$	マイクロ	$10^{-6}$	
n	ナノ	$10^{-9}$	
p	ピコ	$10^{-12}$	