

情報基礎シリーズ2

ハードウェア

情報基礎シリーズ2

ハードウェア

電子開発学園出版局

* 本書に掲載した会社名・製品名等は、一般にそれぞれ各社の商号・登録商標または商標です。

はじめに

コンピュータが開発されて以来、コンピュータは多くの分野で利用されてきました。現在では例えば、旅券を発行する、ご飯を炊く、ゲームをする、ニュースを知る、電話をするなど私たちの生活の中に根付いた分野で利用され、なくてはならない物として、また身近な物として存在しています。また現在のネットワーク社会はコンピュータなくして成り立ちません。

コンピュータはこれらの多くの分野で実現する様々な事柄を実現するために、“情報”を取り扱い、制御し、処理しています。コンピュータで取り扱い、処理する“情報”とはいったいどのようなもので、それを取り扱い、処理するためにどのような技術が使用されているのでしょうか。本書を含む「情報基礎シリーズ」では、このような知識、技術を“インフォメーションテクノロジー (IT)”と総称しております。

この“インフォメーションテクノロジー”を学ぶことは、様々な情報とそれを取り扱うコンピュータを学ぶことであり、それにより現代社会の基盤となるコンピュータについて理解を深めることとなり、そしてその社会についても知ることになります。

本書は、多くの分野から成立している“インフォメーションテクノロジー”のうち、コンピュータを成立させているハードウェアについて、基礎から学ぶためのテキストであります。

コンピュータを利用する、と一言で言ったとしても、個人使用などでは1台のコンピュータだけで利用されます。それに対し、大規模な利用のためには故障や負荷などを考慮して、複数台で1つの役割を持たせることも必要となります。つまり、複数台のコンピュータで1つの“システム”となるわけです。

このコンピュータシステムを構成する要素としては、

- ・それぞれコンピュータ、その本体の部品や周辺機器
- ・コンピュータシステムとして動作させるワープロソフトや計算ソフト、業務ソフト
- ・コンピュータとコンピュータをつなげシステムとして運用する形態など

という大きく3つに分類できます。

本書ではコンピュータとその構成要素、システムとその構成要素について説明します。

本書によって、シリーズ2はコンピュータとはどのようなものか、ハードウェアとそのシステム等を学び、理解を深め、情報処理技術者試験の取得等に役立てていただければ幸いです。

編著者

目次

はじめに

| | |
|-------------------------------|----|
| 第1章 コンピュータの構成要素 | 1 |
| 1.1 コンピュータの構成 | 1 |
| 1.1.1 コンピュータの種類 | 1 |
| 1.1.2 コンピュータの構成 | 4 |
| 1.2 メモリ | 7 |
| 1.2.1 メモリの種類と特徴 | 7 |
| 1.2.2 メインメモリの構成 | 12 |
| 1.2.3 メモリシステムの構成 | 14 |
| 1.3 プロセッサ | 19 |
| 1.3.1 プロセッサの構造と方式 | 19 |
| 1.3.2 プロセッサの動作原理 | 28 |
| 1.3.3 プロセッサの性能評価 | 36 |
| 1.3.4 プロセッサの技術 | 39 |
| 1.3.5 プロセッサの種類 | 44 |
| 1.4 入出力装置 | 47 |
| 1.4.1 バス | 47 |
| 1.4.2 入出力インタフェース | 50 |
| 1.4.3 入出力装置 | 56 |
| 1.5 補助記憶装置 | 65 |
| 1.5.1 記憶媒体とファイル | 65 |
| 1.5.2 磁気ディスク装置 | 66 |
| 1.5.3 光ディスク装置 | 71 |
| 1.5.4 その他の補助記憶装置 | 73 |
| 第2章 システムの構成要素 | 75 |
| 2.1 システムの形態 | 75 |
| 2.1.1 処理形態 | 75 |
| 2.1.2 利用形態 | 81 |
| 2.1.3 操作形態 | 85 |
| 2.2 システムの構成 | 86 |
| 2.2.1 信頼性の向上を目指したシステム構成 | 86 |
| 2.2.2 信頼性の向上を目指したサイト構成 | 89 |

| | | |
|---------------|-------------------|------------|
| 2. 2. 3 | 処理能力の向上を目指したサイト構成 | 90 |
| 2. 3 | 信頼性設計 | 91 |
| 2. 3. 1 | ハードディスク技術 | 91 |
| 2. 3. 2 | 信頼性設計 | 95 |
| 2. 4 | システムの評価 | 96 |
| 2. 4. 1 | システムの性能指標と評価 | 96 |
| 2. 4. 2 | システムの信頼性指標と評価 | 100 |
| 2. 4. 3 | システムの経済性指標と評価 | 104 |
| 第3章 | 電気と制御 | 105 |
| 3. 1 | 電気・電子回路などハードウェア | 105 |
| 3. 1. 1 | 電気・電子回路 | 105 |
| 【練習問題】 | ダウンロードのご案内 | 107 |
| 索引 | | 109 |

ハードウェア

第1章 コンピュータの構成要素

本章では、コンピュータの部品や周辺装置などの構成要素、一般的には“ハードウェア”と呼ばれる要素について説明する。

なお、コンピュータで動作させるワープロソフトや計算ソフトなどは“ソフトウェア”と呼ばれる。こちらについては本シリーズ3『ソフトウェア』で説明する。

1. 1 コンピュータの構成

1. 1. 1 コンピュータの種類

コンピュータには多くの種類がある。規模の大小や用途によって、一般的に次の7つに分類されている。

(1) スーパーコンピュータ (スパコン)

大規模な科学技術計算を超高速で実行するコンピュータである。宇宙開発、気象データの解析、医療（遺伝子分析）、原子力開発、軍事などの膨大なデータと複雑で高速な計算（1秒間に数十億回以上）を必要とする分野で使用されている。

(2) 汎用コンピュータ (汎用機、メインフレーム)

大量のデータ処理を必要とする場合や大規模システムのコンピュータなどとして、広範囲な分野で使用されている。米国などでは“メインフレーム”と呼ばれている。汎用コンピュータは、主として大企業などのコンピュータシステムの中心機として使用されている。

(3) ミニコンピュータ (ミニコン)

大型の汎用コンピュータに対して小型の分類に入るコンピュータである。主に工業用に使われることが多く、専門機的色彩の強いコンピュータである。ダム の水量制御・ビル の防災監視・ロボットの制御など、それぞれの使用目的によって必要な機能を付加して使用されている。

(4) ワークステーション

ネットワークにおける端末コンピュータとしての機能と、単独でもさまざまな処理を行える機能を併せ持ち、高度な処理をパソコンよりも高速に、かつ大量に処理することができる。

(5) パーソナルコンピュータ (パソコン、PC)

パーソナルコンピュータ (パソコン: PC: Personal Computer) は小型で安価なコンピュータで、近年の技術の進歩により、高速演算や大量データ処理が可能となっている。1976年の登場以来急速に普及し、今では官公庁や企業などから一般家庭に至るまで、あらゆる分野で利用されている。

パーソナルコンピュータは、大きく普及し様々な形、用途のものが作られている。机などに置いてその場所で使用するデスクトップ型、小型で持ち運びができるものがノートブック型、ノートブック型より小型軽量のネットブック型、タッチパネル式の入力装置と通信機能を持った平らな板型のタブレット型 (タブレットコンピュータ) などがある。

(6) マイクロコンピュータ (マイコン)

今まで説明してきたコンピュータとは性質が異なり、中央処理装置 (CPU) を1つの小さなチップに集積したもので、マイクロコンピュータあるいはマイクロプロセッサ (MPU) と呼ばれる。

マイクロコンピュータは、単独で使われるよりも、コンピュータの部品や、テレビやエアコンなどの家電製品や、自動車などの精密機械部品などに多用されている。工作機械などの産業用機械に組み込まれているコンピュータである制御用コンピュータなどもマイクロコンピュータが使われている。

(7) 携帯情報端末 (PDA)、スマートフォン

携帯情報端末 (PDA: Personal Digital Assistants) は携帯できる小型のコンピュータで、一般的には手のひらに収まるサイズである。スケジュールや住所録、メモなどの個人の利用を目的としている。現在では携帯電話の機能を融合したスマートフォンも利用されている。

コンピュータの種類



[NEC SX-6シリーズ]

スーパーコンピュータ



[IBM zSeries 990]

汎用コンピュータ



[NEC UP4800シリーズ]

ミニコンピュータ



[NEC Express5800シリーズ]

ワークステーション



[NEC Mate J タイプ ME]

デスクトップ型



[ソニー VAIO VPCZ21シリーズ]

ノートブック型

パーソナルコンピュータ



(エアコン用の一例)

マイクロコンピュータ



[アップル iPhone 4S]

スマートフォン

1. 1. 2 コンピュータの構成

コンピュータのハードウェアを機能別に分類すると、入力装置、記憶装置、演算装置、制御装置、出力装置の5つに大別される。これは、「コンピュータの**五大装置**」といわれており、さらに、補助記憶装置を含めて**六大装置**ということもある。

(1) 五大装置

1) 入力装置

文字、数字、記号を使って表されたプログラムやデータをコンピュータに合った形に変換し、記憶装置に送り込む装置。

2) 記憶装置

プログラムやデータを記憶する場所。**主記憶装置**（メインメモリ）とも呼ばれる。

3) 演算装置

主記憶装置からデータを取り出して、計算、比較判断を行う装置。

4) 制御装置

入力装置、記憶装置、演算装置、出力装置が統合的に動くように各装置をコントロールする装置。

5) 出力装置

記憶装置に記憶されているプログラムやデータを文字、数字、記号などに変換して、人間が理解できるように表示または印刷する装置。

六大装置の場合は次の装置が加えられる。

6) 補助記憶装置

主記憶装置に記憶しきれないプログラムやデータ、または現在すぐには使用しないプログラムやデータを記憶しておく装置。

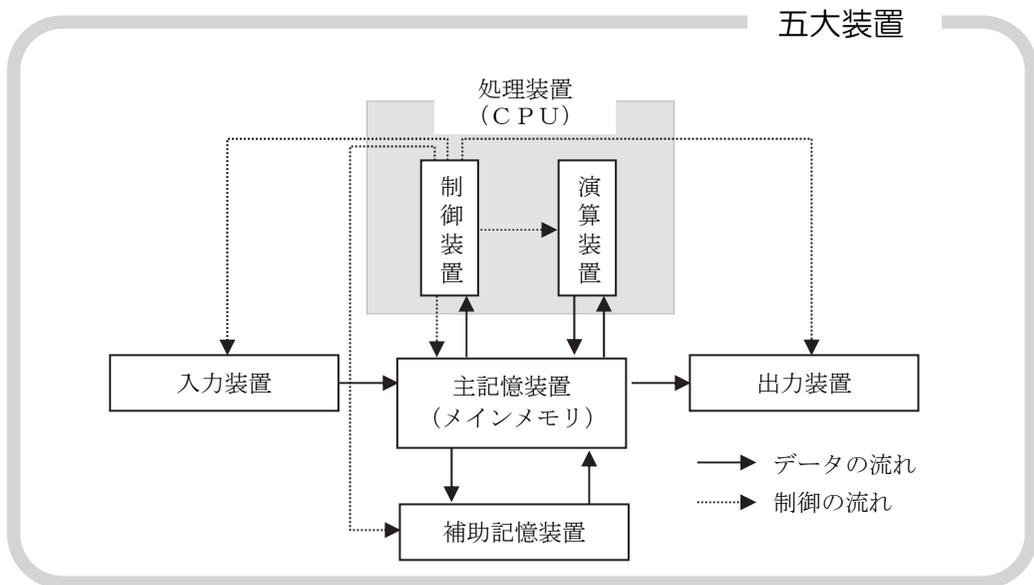
五大装置のうち、演算装置と制御装置の2つを合わせて**処理装置**（**プロセッサ**）、または**中央処理装置**（**CPU**：Central Processing Unit）と呼ぶ。また、CPUの機能を1チップに集約したICを**MPU**（Micro Processing Unit）とも呼ぶ。パソコンの場合はCPUと同じ意味でMPUと呼ぶ。また、入力装置と出力装置を合わせて**入出力装置**とも呼ぶ。

(2) データやプログラムの流れ

プログラムを実行するためには、メインメモリにプログラムを記憶させる必要がある。この方式のことを**プログラム内蔵方式**（プログラム記憶方式）と呼ぶ。また、コンピュータはメインメモリに記憶されたプログラムの命令を1つ取り出して実行し、その処理が終了したら次の命令を取り出して実行するといった動作を繰り返す。この方式のことを**逐次制御方式**と呼ぶ。

プログラム内蔵方式、逐次制御方式を採用したコンピュータのことを**ノイマン型コンピュータ**と呼び、現在のほとんどのコンピュータはこれにあたる。

プログラム実行時の、各装置の動作は次のようになる。



1) メインメモリと補助記憶装置

補助記憶装置から、処理するために必要なデータやプログラムをメインメモリに読み込む。また、メインメモリにある処理済みのデータを補助記憶装置に記憶する。

2) メインメモリと制御装置

メインメモリ上にある命令を制御装置が1つずつ取り出し、その命令を解釈したあとに各装置に命令を出す。

3) メインメモリと演算装置

制御装置からの命令に従って、メインメモリから演算に必要なデータを取り出したり、演算装置で行った演算結果をメインメモリに送る。

4) メインメモリと入力装置・出力装置

入力装置とメインメモリの間では、入力装置で入力されたプログラムやデータを、メインメモリに送り込む。出力装置とメインメモリの間では、メインメモリにあるプログラムやデータを、出力装置が取り出す。

5) 制御装置と各装置

メインメモリから取り出した命令に従って、各装置に命令を送る。

1. 2 メモリ

ハードウェアの5つの装置のうちの1つ、記憶装置について説明する。なお、記憶装置は主記憶装置、メインメモリ、メモリなど様々な呼び名があるが、本書では、メインメモリと記述する。

1. 2. 1 メモリの種類と特徴

(1) 記憶素子

記憶装置は、多数の記憶素子（ビットデータを電圧の高低などで記憶できるもの）から構成されている。ここでは記憶素子の種類とその特徴について説明する。

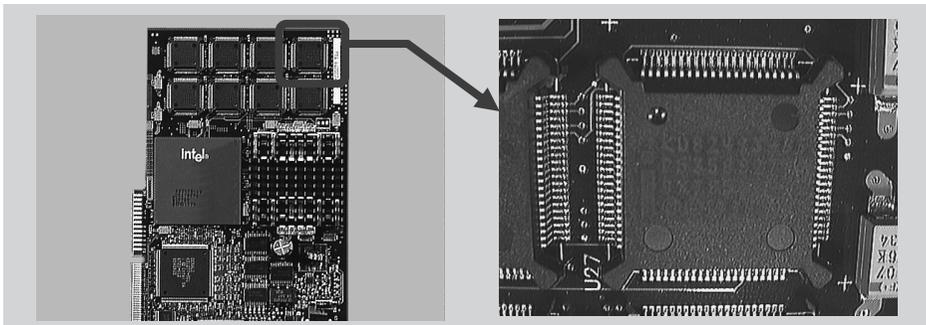
(a) 記憶素子（半導体）の種類

(ア) ICメモリ

IC（Integrated Circuit：集積回路）とは、数ミリ角のシリコンチップ（半導体）にトランジスタ、抵抗、コンデンサ、ダイオードなどの回路素子を多数組み込んで配線した電子回路である。このICを用いた記憶素子がICメモリで、現在、ほとんどの記憶装置はICメモリで構成されている。特徴は、超小型で、信頼性が高く、性能当たりの価格が安く量産化できる点である。

1つのシリコンチップに組み込む回路の数を集積度と呼び、この数によってLSI（Large Scale Integration）、超LSI（Very Large Scale Integration）、超超LSI（Ultra Large Scale Integration）などと呼び分ける場合もある。

ICメモリ



(イ) 新しい記憶素子

現在も、ICメモリの高集積化の研究や改良は続けられているが、素材として使っているシリコンの性質上の限界はある。この限界を埋めるため、ジョセフソン素子、ガリウム砒素素子、高電子移動（HEMT：High Electron Mobility Transistor）素子などの利用が行われている。

(b) ICメモリの特徴

ICメモリは、データの読み出しと書き込みが可能なRAM（Random Access Memory）とデータの読み出しだけが可能なROM（Read Only Memory）に分類される。

このICメモリの特徴としては次のようなものがある。

(ア) 揮発性と不揮発性

揮発性とは、電源を切ると記憶していたデータが消えてしまう性質のことである。**不揮発性**とはその逆に、電源を切っても記憶していたデータが残っている性質のことである。RAMは揮発性、ROMは不揮発性である。

(イ) MOS型とバイポーラ型

トランジスタには、構造上の違いから**MOS型**（Metal Oxide Semiconductor）と**バイポーラ型**がある。MOS型は小電力で集積性に優れており、バイポーラ型は高速性に優れている。バイポーラ型のトランジスタで構成された集積回路をTTL（Transistor Transistor Logic）と呼ぶ。

現在、多くのLSIは、MOS型を改良した**CMOS型**（Complementary MOS）と呼ばれるトランジスタを使用している。

(ウ) 破壊読取りと非破壊読取り

破壊読取りとは、読取り動作により記憶されていたデータが破壊（消去）されることである。この読取り方式を破壊読取りという。電荷で情報を記憶している場合は破壊読取りとなり、読み出した後に再度書き込みを行う。**非破壊読取り**とは、読取り動作によってデータが破壊されない記憶方式である。

(c) RAM

データの読み書きが自由に行える揮発性のICメモリである。RAMは、データの記憶の仕方によって、SRAMとDRAMに分けられる。

(ア) DRAM

DRAM (Dynamic RAM) は1つのトランジスタとコンデンサで構成されており、コンデンサ内の電荷の有無でデータを記録する(電荷あり=1、電荷なし=0)。コンデンサにたまった電荷は、電源を切らなくても自然に放電してしまうため、定期的に電荷をためるリフレッシュと言う動作が必要である。MOS型トランジスタを利用することが多く、構造が簡単で記憶容量あたりの製造コストが安いので、メインメモリのほとんどはDRAMで構成されている。また、DRAMは画像表示用のメモリであるビデオRAM (VRAM) にも用いられている。

現在のパソコンは、一定の周期のクロック信号に合わせて動作するように改良されたSDRAM (Synchronous Dynamic RAM) やSDRAMをさらに改良し、1つのクロック信号で2回動作するDDR SDRAM (Double Data Rate SDRAM) が主流となっている。

また、Rambus社が開発したRDRAM (Rambus DRAM) は、高速インタフェース技術を採用しており、ゲーム機やVRAMなどにも使われている。さらに、RDRAMの技術を基に、より高速な技術を採用したDRDRAM (Direct RDRAM) という種類もある。

(イ) SRAM

SRAM (Static RAM) は複数個のトランジスタで構成されており、電源を切らなければ現在の状態を保ち続けることができる。利用場所により、MOS型とバイポーラ型のトランジスタが使われている。また、このメモリの記憶回路として、フリップフロップ回路が利用されている。

SRAMは、DRAMに比べて構造が複雑で記憶容量あたりのコストが高いが、動作が速く、多くはキャッシュメモリとして利用されている。

(d) ROM

不揮発性のICメモリで、固定的に必要なプログラムやデータの記憶に使われている。ROMにはデータの書き込みの制限によって次のような種類がある。

(ア) マスクROM

製造段階でプログラムやデータを書き込んだもので、記憶内容の変更はできない。テレビゲームや電卓に使用されている。

(イ) PROM

PROM (Programmable ROM) はユーザがROMライターを使ってデータを書き込むことができる。次のような種類がある。

【EPROM】

ユーザが紫外線で内容全体を消去し、新たなデータを書き込むことができるため、EPROM (Erasable PROM) と呼ばれる。そのため、UV-EPROM (Ultra-Violet EPROM) とも呼ばれる。

【EEPROM】

ユーザが電氣的にデータを消去し、再書き込みできる。EEPROM (Electrically EPROM) は現在のPROMの主流である。なお、データを消去するには5V以上の電圧が必要となる。

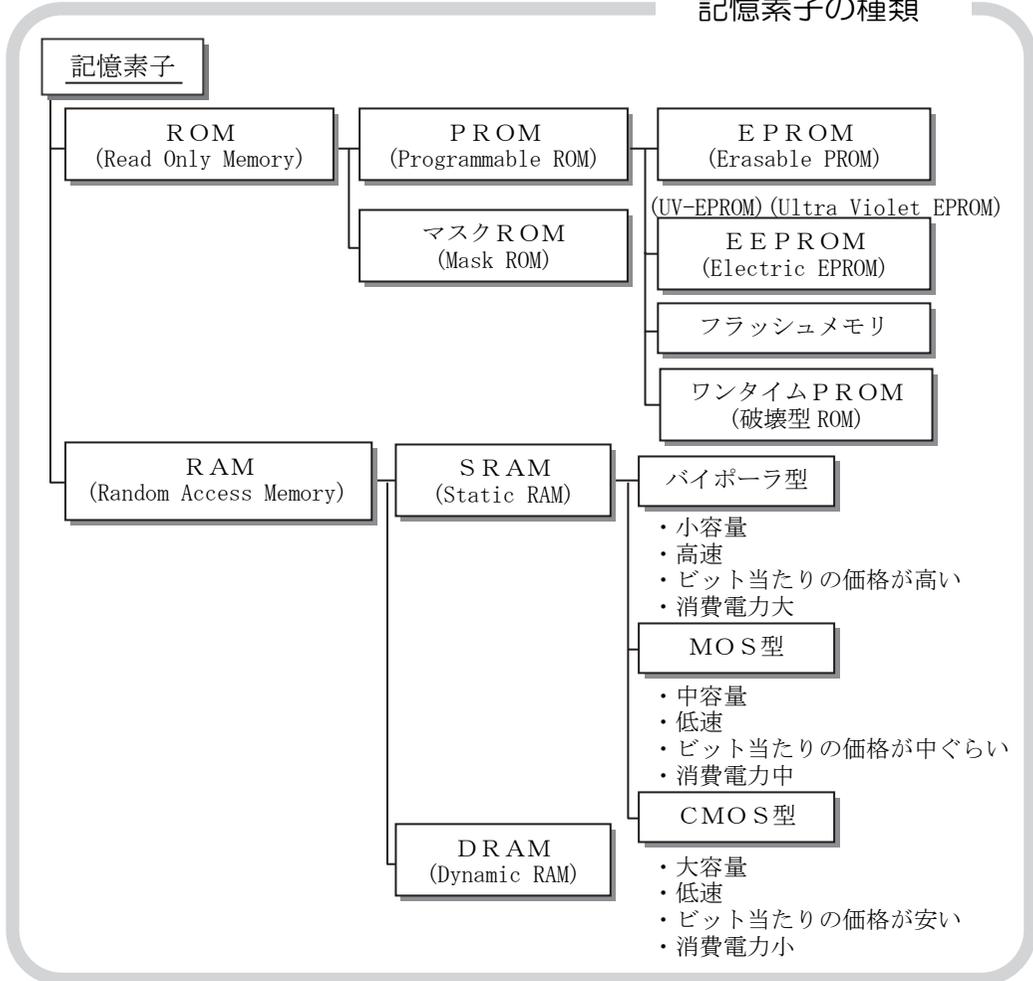
【フラッシュメモリ】

EEPROMを改良したもので、EEPROMがバイト単位でデータを消去するのに対し、メモリ全体やブロック単位 (複数のバイトのかたまり) でデータを消去できる。大容量化が進み、現在では補助記憶装置としても使用されている。「4.5.4」で説明する。

【ワンタイムPROM】

出荷後、メーカーやソフトハウスが一度だけデータを書き込むことができるPROMで、その後、内容の変更はできない。

記憶素子の種類

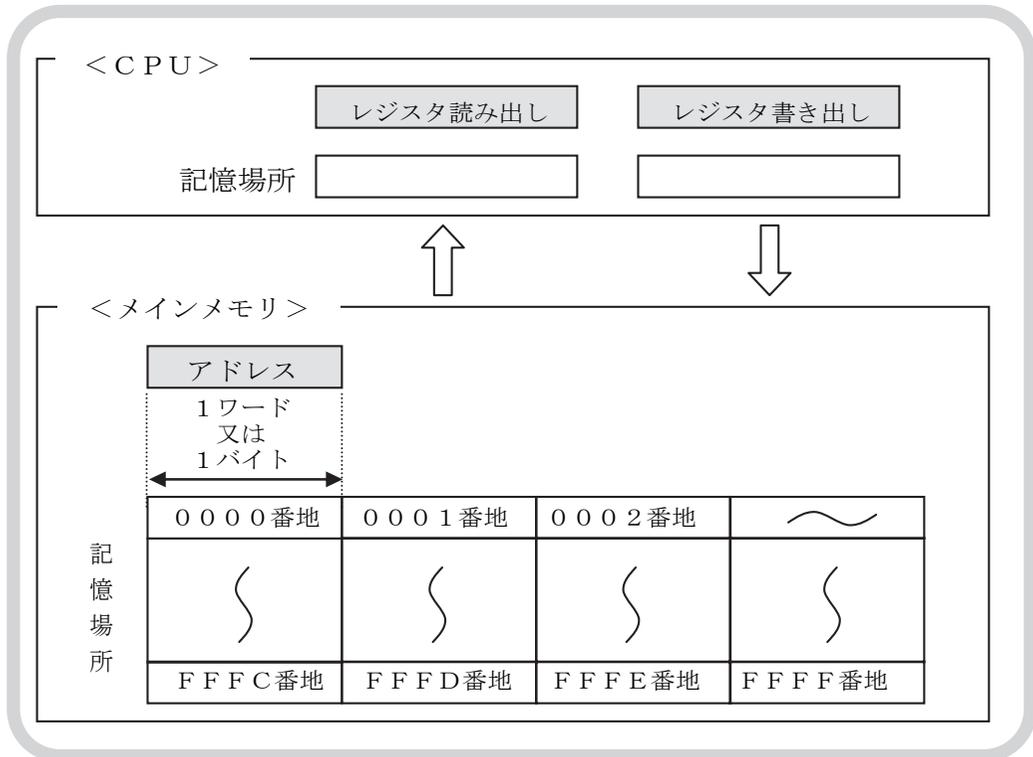


1. 2. 2 メインメモリの構成

メインメモリではプログラムやデータを記憶するために、1バイトまたは1ワードごとに一連の番地（アドレス）をつけて、記憶場所を表現する。

なお、メインメモリの記憶場所以外に、一時的にデータなどを記憶しておく場所がありこれをレジスタ（一時記憶装置）という。レジスタは、CPUの内部にある。

メインメモリにデータを記憶させたり取り出したりする動作をメモリアクセスと呼ぶ。



(1) メモリアクセスの仕組み

メインメモリ内部の記憶場所は、格子状に配置されている。

格子状に配列された記憶場所には、それぞれ縦横が線で結ばれており、縦、横の線の先にはデコーダという回路が結ばれている。また、デコーダの先にはアドレスを一時的に記憶するアドレスレジスタが結ばれている。アドレスレジスタからデコーダへアドレスを示す信号が送られ、デコーダが信号を解読してアクセスデータの記憶場所が決定される。

(2) メインメモリの動作速度

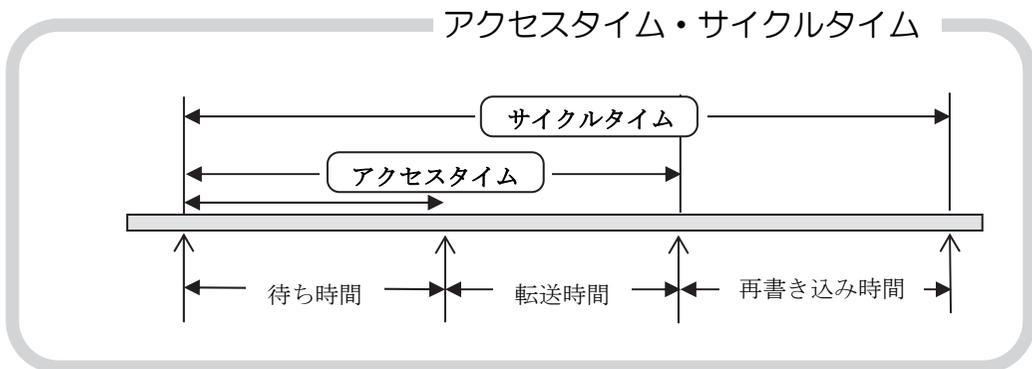
メインメモリの動作速度を表す指標には、アクセスタイムとサイクルタイムがある。

(a) アクセスタイム

制御装置が情報の転送を要求してから、転送が完了するまでに要した時間がアクセスタイムである。情報の転送が開始されるまでの待ち時間と情報を転送するために必要となる転送時間の合計となる。

(b) サイクルタイム

次の転送が可能になるまでに要する時間をサイクルタイムと呼ぶ。つまり、記憶情報の読み取り、書き込み指令が出されてから実際に読み取り、再書き込み動作が完了するまでの時間となる。なお、再書き込みは、DRAMなどの破壊読み出しをするタイプのICメモリで発生する。



1. 2. 3 メモリシステムの構成

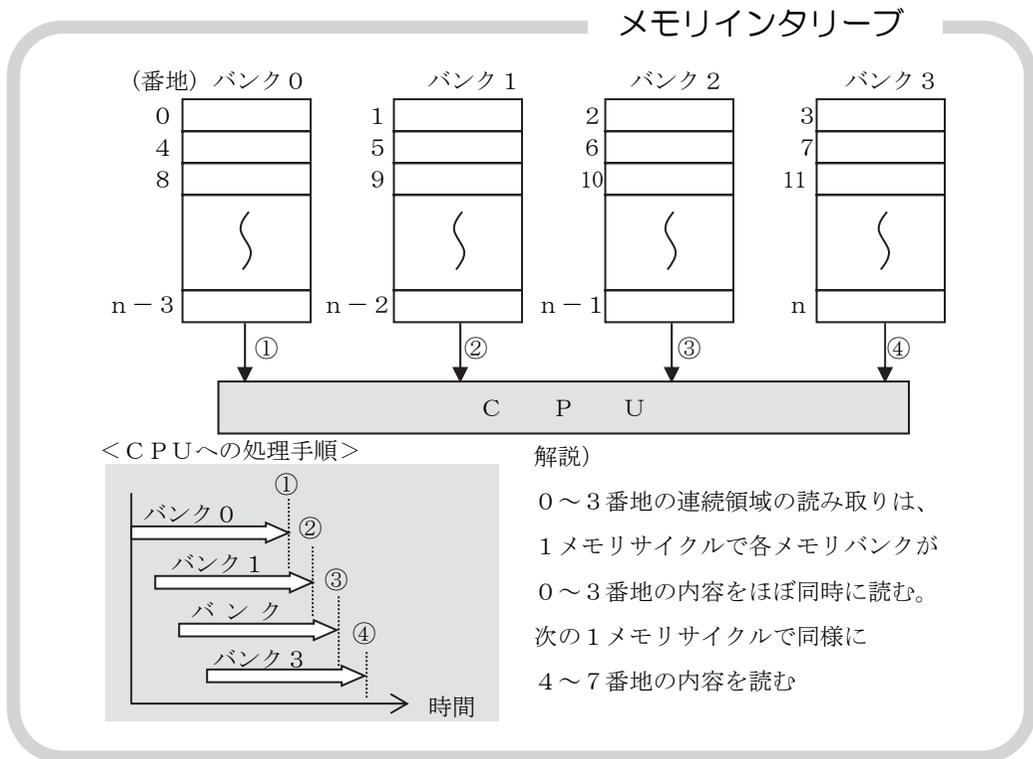
コンピュータでデータを処理するとき、内部ではCPUとメインメモリとの間でデータが頻繁にやりとりされる。CPUが次の命令を実行するまでの時間とメインメモリのサイクルタイムを比較すると、メインメモリのサイクルタイムのほうが長く、次のデータがメインメモリに読み書きされるまでの時間CPUは待たされることになる。

そこで、メインメモリへのアクセスの高速化を図るために、いろいろな技法が利用されている。

(1) メモリインタリーブ

メモリインタリーブは、メインメモリを複数の、独立に読み書きできる記憶領域（メモリバンクまたはバンク）に分け、メモリアクセスを並行動作させるという方式である。

CPUがあるバンクのある場所へアクセスし始めたら、同時に別のバンクのそれに続く連続した場所へアクセスを開始させる。CPUによる最初のアクセスが終わるころには、すでに別のブロックがデータ転送できる状態になっているので、CPUは遅滞なくデータを転送できるようになる。



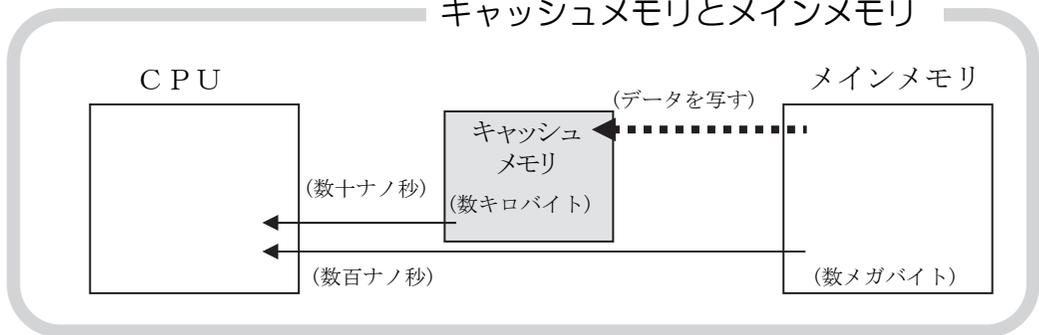
(2) キャッシュメモリ

キャッシュメモリは、メインメモリより高速で小容量のICメモリである。メインメモリとCPUの間に、このキャッシュメモリを用意しておき、CPUがデータを読み出すときに、必要なデータの前後のデータも一緒に読み込み、キャッシュメモリに移しておく。

次に、CPUが別のデータをアクセスしようとするとき、メインメモリより先にキャッシュメモリを探しに行き、メインメモリにアクセスするより高速にデータのアクセスができる。これは、CPUが次にアクセスする場所は、直前にアクセスした場所の近くにあることが多いという性質(これをキャッシュの空間的局所性と呼ぶ)を利用している。

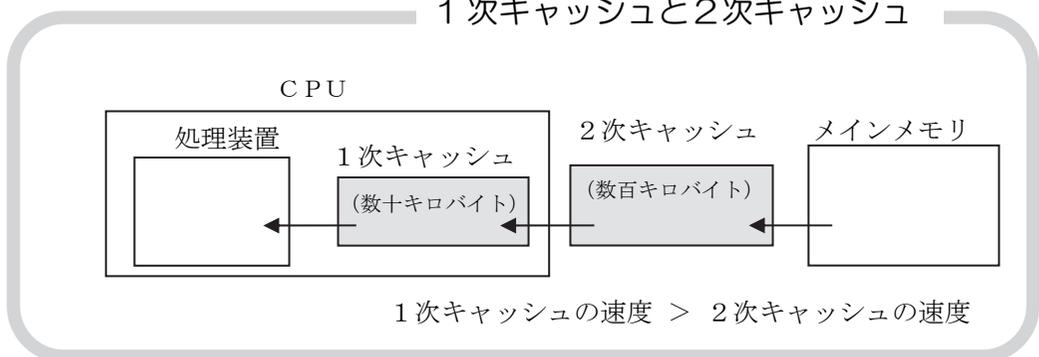
キャッシュメモリに必要なデータがない場合はメインメモリにアクセスする必要がある。

キャッシュメモリとメインメモリ



また、キャッシュメモリを2段階、3段階と実装することで、高速化を実現している。CPUはまず、**1次キャッシュ** (L1キャッシュ、内部キャッシュ) からデータを読み込み、1次キャッシュにデータがなかった場合には、**2次キャッシュ** (L2キャッシュ、外部キャッシュ) からデータを読み込む。1次キャッシュと2次キャッシュの関係は下図のようになっている。

1次キャッシュと2次キャッシュ



(a) ライトスルー方式とライトバック方式

キャッシュメモリを介してデータの読み書きが行われる場合、ライトスルー方式とライトバック方式の2通りの方法が用いられている。

(ア) ライトスルー方式

ライトスルー方式とは、CPUがメモリへデータを書き込む場合に、キャッシュメモリと同時にメインメモリへも同じ内容を書き込む方式である。この方式ではキャッシュメモリとメインメモリの間で同じアドレスのデータが食い違うことがない（これをデータの整合性と呼ぶ）ため、制御が容易であるという利点がある。しかし、書き込み時間がメインメモリのアクセス時間と同じになるので、キャッシュメモリを利用することによる高速化はあまり期待できない。

(イ) ライトバック方式

ライトバック方式とは、CPUがメモリへデータを書き込む場合に、高速なキャッシュメモリにのみ書き込みを行い、メインメモリには後で書き込みを行うことで、書き込みにおける高速化を図る方式である。この方式では、CPUの空き時間などを利用してキャッシュメモリからメインメモリへ書き込みを行うので、書き込み制御がやや複雑になる。

(b) ヒット率

CPUが必要とするデータが、キャッシュメモリにない場合は、メインメモリにアクセスするが、このように必要なデータがキャッシュメモリにある確率を**ヒット率**(アクセス確率)と呼ぶ。

また、必要なデータがキャッシュメモリにない確率を**NFP** (Not Found Probability) と呼び、これはヒット率の余事象であるので、 $1 - \text{ヒット率}$ となる。

キャッシュメモリがある場合でCPUからメインメモリへのアクセス時間を計算する時には、このヒット率またはNFPを使って求める必要がある。このように、キャッシュメモリがある場合のアクセス時間は**実効アクセス時間**と呼ばれる。

実効アクセス時間

メインメモリのアクセス時間が m (秒)、キャッシュメモリのアクセス時間が c (秒) の時、実効アクセス時間は次の式で求めることができる。

$$\begin{aligned} \text{実効アクセス時間} &= (1 - \text{ヒット率}) \times m + \text{ヒット率} \times c \\ &= \text{NFP} \times m + (1 - \text{NFP}) \times c \end{aligned}$$

例題

【問題】

主記憶装置のアクセス時間60ナノ秒、キャッシュメモリのアクセス時間10ナノ秒のシステムがある。キャッシュメモリを介して主記憶装置にアクセスする場合の実効アクセス時間が15ナノ秒であるとき、キャッシュメモリのヒット率は幾らか。

【解答】

実効アクセス時間は上図の説明より、

実効アクセス時間 = ヒット率 \times 10ナノ秒 + (1 - ヒット率) \times 60ナノ秒 = 15ナノ秒となる。

この式を解くと、ヒット率 = 0.9 となる。

(c) 命令キャッシュ

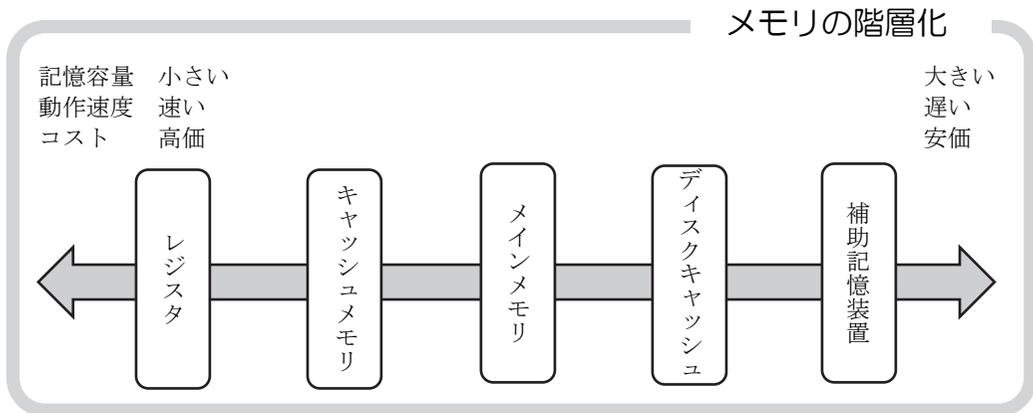
通常のキャッシュメモリは頻繁に使われるデータをより高速なメモリに配置しておくことで、データのアクセス時間を短縮させるために使用される。それに対し、**命令キャッシュ**はプログラムの命令をキャッシュするキャッシュメモリであり、頻繁に使用する命令を高速なメモリに配置しておくことで読み込み時間を短縮し、プログラムの実行時間を短縮できる。プログラムを作成する際に頻繁に使用される命令をまとめておくと、より高速に実行できるようになる。

(3) ディスクキャッシュ

キャッシュメモリは、メインメモリとCPUの間でデータの受渡しを高速化するものであるが、メインメモリと補助記憶装置との間でデータの受渡しを高速化するために使われるものもあり、これはディスクキャッシュと呼ばれる。パソコンでは、メインメモリの一部にディスクキャッシュ用の記憶領域を取り、そこに補助記憶装置から読み込んだデータを移しておき、次のデータへのアクセスの動作を高速化する。

(4) メモリの階層化

記憶装置には、高速性、大容量性、経済性が要求される。記憶装置の機能を充実させるには、記憶するデータが、高速性を重視しなければいけないものなのか、記憶容量を重視しなければいけないもののかなどを見極めて、記憶素子を効率良く組み合わせることが必要となる。様々な記憶素子を階層化することで、現在のコンピュータは実現されている。



(5) メモリの誤り制御

「3. 1. 1」で説明したように、伝送路などでデータを転送する場合に、何らかの原因により転送データにビット誤りが発生することがある。これはコンピュータ内部でバスによるデータの転送や保存の際にも発生する。メインメモリ内のデータの誤り検出を行い、誤りを訂正することができるメモリをECCメモリと呼ぶ。

メモリの誤り検出や訂正の方式としてはパリティビット方式、ハミング符号方式が一般的に使用されている。