

電気・電子系 教科書シリーズ 17

計算機システム (改訂版)

博士(工学) 春日 健 共著
 舘泉 雄治

コロナ社

電気・電子系 教科書シリーズ編集委員会

編集委員長 高橋 寛 (日本大学名誉教授・工学博士)
幹 事 湯田 幸八 (東京工業高等専門学校名誉教授)
編集委員 江間 敏 (沼津工業高等専門学校)
(五十音順) 竹下 鉄夫 (豊田工業高等専門学校・工学博士)
多田 泰芳 (群馬工業高等専門学校名誉教授・博士(工学))
中澤 達夫 (長野工業高等専門学校・工学博士)
西山 明彦 (東京都立工業高等専門学校名誉教授・工学博士)

(2006年11月現在)

刊行のことば

電気・電子・情報などの分野における技術の進歩の速さは、ここで改めて取り上げるまでもありません。極端な言い方をすれば、昨日まで研究・開発の途上にあったものが、今日は製品として市場に登場して広く使われるようになり、明日はそれが陳腐なものとして忘れ去られるというような状態です。このように目まぐるしく変化している社会に対して、そこで十分に活躍できるような卒業生を送り出さなければならない私たち教員にとって、在学中にどのようなことをどの程度まで理解させ、身に付けさせておくかは重要な問題です。

現在、各大学・高専・短大などでは、それぞれに工夫された独自のカリキュラムがあり、これに従って教育が行われています。このとき、一般には教科書が使われていますが、それぞれの科目を担当する教員が独自に教科書を選んだ場合には、科目相互間の連絡が必ずしも十分ではないために、貴重な時間に一部重複した内容が講義されたり、逆に必要な事項が漏れてしまったりすることも考えられます。このようなことを防いで効率的な教育を行うための一助として、広い視野に立って妥当と思われる教育内容を組織的に分割・配列して作られた教科書のシリーズを世に問うことは、出版社としての大切な仕事のひとつであると思います。

この「電気・電子系 教科書シリーズ」も、以上のような考え方のもとに企画・編集されましたが、当然のことながら広大な電気・電子系の全分野を網羅するには至っていません。特に、全体として強電系統のものが少なくなっていますが、これはどこの大学・高専等でもそうであるように、カリキュラムの中で関連科目の占める割合が極端に少なくなっていることと、科目担当者すなわち執筆者が得にくくなっていることを反映しているものであり、これらの点については刊行後に諸先生方のご意見、ご提案をいただき、必要と思われる項目

ii 刊 行 の こ と ば

については、追加を検討するつもりでいます。

このシリーズの執筆者は、高専の先生方を中心としています。しかし、非常に初歩的なところから入って高度な技術を理解できるまでに教育することについて、長い経験を積まれた著者による、示唆に富む記述は、多様な学生を受け入れている現在の大学教育の現場にとっても有用な指針となり得るものと確信して、「電気・電子系 教科書シリーズ」として刊行することにいたしました。

これからの新しい時代の教科書として、高専はもとより、大学・短大においても、広くご活用いただけることを願っています。

1999年4月

編集委員長 高 橋 寛

まえがき

近年のコンピュータ技術と通信技術を統合した情報技術（ICT）の急速な発展に伴い、インターネットに代表されるコンピュータネットワークが学術研究、商業、軍事、医療などの分野ばかりでなく、われわれの日常生活全般に至るまでグローバルに展開されている。このような背景から、コンピュータシステムを理解するためにはハードウェアやソフトウェアの知識に加えてネットワークに関する知識も必要になってきている。また、このようなシステムに故障や誤動作が生じると、システムダウンに至ることも予想され、その結果、さまざまな社会的な被害や経済的な損失を伴うことも起こり得るのでコンピュータシステムの信頼性・安全性は特に重要となる。以上のような観点から、本書はコンピュータシステムとネットワークシステムの基礎から最近の応用までを丁寧な解説している。情報技術革命の真ただ中で、コンピュータシステムに関する知識を得たい人やリテラシーとして、基本的なコンピュータシステムの動作や構成法を十分に把握したい人にとって最適である。

コンピュータの概要では、システム構成要素と基本演算の仕組みとの関係を、例を挙げてわかりやすく説明している。データ表現や各種演算では、コンピュータ内部での2進数演算と並行して10進数表現も適宜取り入れて理解しやすいように工夫している。

コンピュータのハードウェアやソフトウェアに関しては、それらを有機的に結び付けるように話を展開し、具体的かつわかりやすく解説している。また、ネットワークについても最新の技術を取り上げて解説している。さらに、上述したように、システムの信頼性や安全性は特に重要になってきているので、このような観点から、コンピュータシステムの信頼性についても解説を加えている。

演習問題は知識を確実なものとするため、また発展的に理解を得るためにぜひ実施していただきたい。

本書の執筆の機会を与えていただいた湯田幸八先生（東京高専名誉教授）に心より感謝いたします。

本書の構成や内容に関して貴重なご助言をいただきました東北大学名誉教授で東北工業大学の樋口龍雄教授、および東北大学大学院情報科学研究科の亀山充隆教授に深く感謝申し上げます。

最後に、出版に当たってご尽力いただいたコロナ社の方々に厚くお礼申し上げます。

2005年2月

著 者

改訂版にあたって

本書は2005年の初版から、すでに10年を経過した。この間コンピュータシステムは、半導体技術のめざましい進歩やソフトウェア技術の急速な進展により、自動車や家電製品などに搭載される超小型のコンピュータから超高性能なスーパーコンピュータに至るまで、さまざまな分野で広く利用されてきている。また、同時にネットワーク技術も高度に発展を遂げ、高速化・大容量化の時代を迎えている。このような状況を踏まえ、改訂版ではコンピュータの動作原理など本質的な部分は変わらないものの、コンピュータの構成要素や技術についてはできるだけ最新のものを取り上げている。

2016年1月

著 者

目 次

1. コンピュータの概要

1.1	コンピュータシステムの構成	1
1.2	コンピュータシステムの動作原理	4
1.3	ハードウェア構成	6
1.4	ソフトウェア構成	8
	演習問題	10

2. コンピュータでのデータ表現

2.1	2 進 数	12
2.2	基数法の相互変換	14
2.3	数 の 表 現	16
2.3.1	正の整数の表現	16
2.3.2	負数の表現	16
2.3.3	固定小数点表示	19
2.3.4	浮動小数点表示	20
2.4	文字の表現	22
2.5	命令の表現	25
2.6	2進数による算術演算	26
	演習問題	29

3. ブール代数とデジタル回路

3.1	ブール代数	31
-----	-------	----

3.2	基本組合せ回路	34
3.3	論理回路の簡単化	39
3.4	順序回路	42
3.4.1	フリップフロップ	42
3.4.2	カウンタ	48
3.4.3	レジスタ	53
	演習問題	54

4. 2進演算と算術回路

4.1	2進加算	56
4.2	2進減算	58
4.3	直列加算器	61
4.4	並列加算器と並列減算器	63
4.5	加算器を用いた減算	66
	演習問題	67

5. マイクロプロセッサのアーキテクチャ

5.1	アーキテクチャとは	69
5.2	データタイプ	70
5.3	レジスタセット	72
5.4	命令セット	74
5.4.1	基本命令セット	74
5.4.2	命令形式	76
5.5	アドレス指定方式	78
5.6	アドレス空間とセグメント	83
5.7	マルチタスクと仮想記憶	84
5.8	保護機構	85
5.9	CISC と RISC	86

演習問題	87
------------	----

6. メモリ

6.1 メモリの構成	90
6.2 メモリの種類	92
6.2.1 ROM	92
6.2.2 RAM	94
6.3 メモリの階層構成	96
6.3.1 キャッシュメモリ	98
6.3.2 仮想記憶	102
6.4 メモリ的高速化手法	104
6.4.1 アクセスの高速化	105
6.4.2 データバス幅の拡大	107
6.4.3 メモリの並列動作	108
演習問題	109

7. インタフェース

7.1 インタフェースの概要	110
7.2 パソコン用インタフェース	111
7.2.1 パラレルインタフェース	112
7.2.2 シリアルインタフェース	112
7.2.3 USB インタフェース	115
7.2.4 IDE インタフェース	116
7.2.5 SCSI インタフェース	116
7.2.6 HDMI インタフェース	116
7.2.7 イーサネットインタフェース	117
7.3 マイクロコンピュータのインタフェース	117
7.3.1 マイクロコンピュータ用パラレルインタフェース	117
7.3.2 マイクロコンピュータ用シリアルインタフェース	119
7.3.3 マイクロコンピュータ用アナログインタフェース	119

演習問題	120
------	-----

8. 周辺装置

8.1 入力装置	121
8.1.1 文字情報の入力	121
8.1.2 静止画像の入力	123
8.1.3 音声の入力	125
8.1.4 動画像の入力	126
8.1.5 その他の入力装置	127
8.2 出力装置, 表示装置	127
8.2.1 ディスプレイ装置	127
8.2.2 印刷装置	128
8.3 補助記憶装置 (2次記憶装置)	130
演習問題	134

9. ソフトウェア

9.1 OS	135
9.1.1 プロセス管理	135
9.1.2 ファイル管理	139
9.1.3 リソース管理	142
9.2 アプリケーションソフトウェア	143
演習問題	145

10. ネットワーク

10.1 LANとインターネット	146
10.1.1 LAN	146
10.1.2 インターネット	148
10.1.3 インターネットの応用例	149
10.2 TCP/IP	153
10.2.1 IPアドレス	154

10.2.2	ネットマスクとサブネットマスク	156
10.2.3	IP アドレスの問題点	157
10.2.4	IP アドレスのクラスレス化 (VLSMとCIDR)	158
10.2.5	IP アドレスの管理	159
10.2.6	プライベート IP アドレス	160
10.2.7	OSI 参照モデル	161
10.2.8	IP の 詳 細	163
10.2.9	TCP と UDP	165
10.3	イーサネット	167
10.3.1	イーサネットの規格	167
10.3.2	CSMA/CD	170
10.3.3	イーサネットフレーム	172
10.4	無 線 LAN	174
10.4.1	無線 LAN の伝送規格	174
10.4.2	無線 LAN の暗号化規格	175
10.5	DNS と URL	176
10.5.1	DNS	176
10.5.2	URL	178
10.6	ル ー タ	178
10.6.1	ルーティングテーブル	179
10.6.2	サブネットマスクとルータ	180
10.7	セキュリティ	181
10.7.1	ウィルス対策	182
10.7.2	セキュリティホール対策	183
10.7.3	パスワードの管理と暗号技術	183
10.7.4	ファイアウォール	184
演習問題		185

11. コンピュータシステムの信頼性

11.1	信頼性と信頼度	187
11.2	平均故障寿命と平均故障間隔	189

11.3	保 全 度	190
11.4	アベイラビリティ	190
11.5	直列および並列システムの信頼度	191
11.6	高信頼化システムの構成	193
11.7	コンピュータシステムの信頼性評価	196
演習問題		203
引用・参考文献		206
演習問題解答		208
索 引		224

1

コンピュータの概要

コンピュータシステムは、情報を処理する機械で、基本的な機能を有するいくつかの装置から構成されている。本章では、コンピュータシステムの全体構成とその動作原理について説明する。また、コンピュータシステムが威力を発揮するためには、目に見えるハードウェアとともに一般に利用技術と呼ばれるソフトウェアの存在が不可欠であり、このことについても概説する。

1.1 コンピュータシステムの構成

はじめに、コンピュータは人間の知的な仕事を代行してくれる道具として利用されている。その道具を使うためには、まずこの道具になんらかの指示をする必要がある。この指示をコンピュータに対する入力と呼び、コンピュータは指示されたとおりに処理（仕事）を行ってその結果を人間にわかる形で出力する。図 1.1 はコンピュータを情報の流れからとらえた図である。

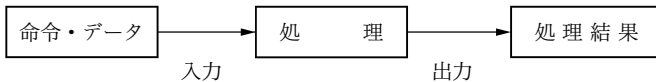


図 1.1 コンピュータにおける処理の流れ

コンピュータには通称マイコンとかパソコンと呼ばれる比較的小型のものから大型コンピュータに至るまで、また用途によっても専用型や汎用型など、さまざまな種類がある。ただし、コンピュータはその性能や目的が異なっても基本構成は同じという特徴を有している。

2 1. コンピュータの概要

ここでは身近にあるパソコンを例に挙げて説明する。図 1.2 は最近のデスクトップパソコンの概観図である。パソコンに命令やデータなどを与えるためにはキーボードやマウスなどの入力装置が、またパソコンでの処理結果を人間に知らせるためにはディスプレイやプリンタなどの出力装置がよく使用されている。さらに現在のパソコンでは、インターネットの端末としての機能やデジタルカメラ、携帯電話など、さまざまなデバイスとの接続によりマルチメディア情報のやり取りなどができるようになっている。

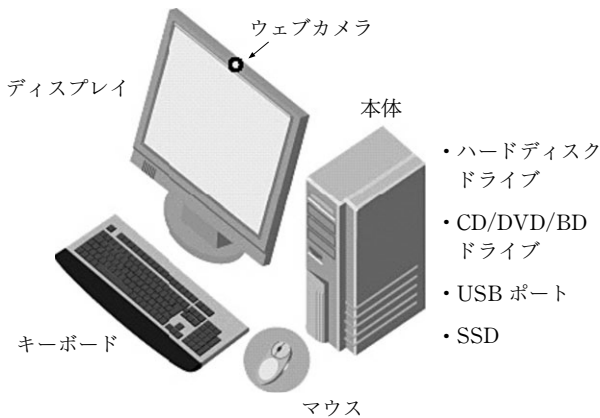


図 1.2 パソコンの外観図

パソコンの一般的な構成を図 1.3 に示す。ここで、入力装置、出力装置、演算装置、制御装置そして主記憶装置をコンピュータを構成する **5大装置** という。演算装置と制御装置は一つの **VLSI** (very large scale integration: 超大規模集積回路) で構成され、**CPU** (central processing unit: 中央処理装置) とか **MPU** (micro processing unit: 超小型処理装置) と呼ばれている。また、命令やデータを格納しておく主記憶装置も VLSI の組合せで実現される。主記憶装置は、通常メモリと呼ばれ、**RAM** (random access memory) と **ROM** (read only memory) の 2 種類がある。

図 1.4 にパソコン本体の内部構成を示す。ここで、RAM は読み書きが自由にできるので作成したプログラムやデータなどを格納する。しかし、電源オ

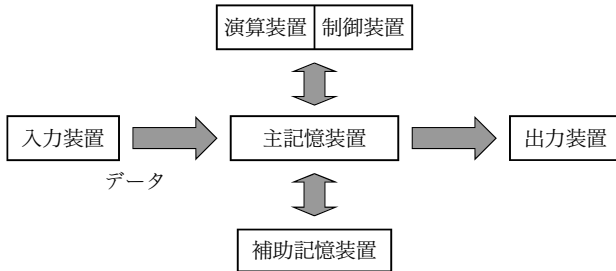


図 1.3 パソコンの基本構成

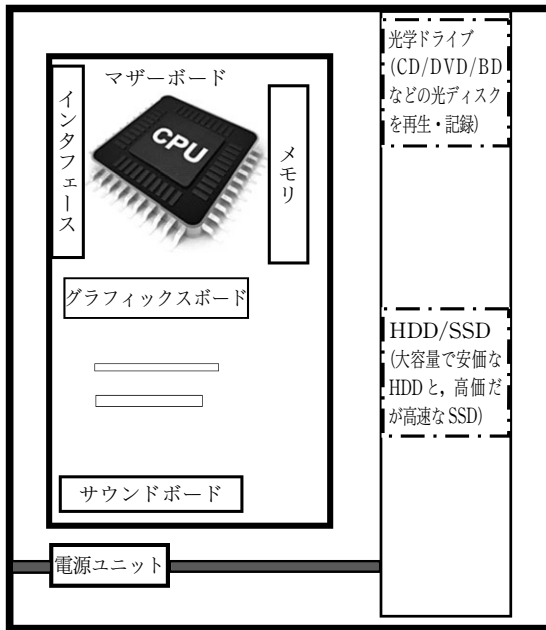


図 1.4 パソコン本体の内部構成

フ時で RAM の記憶内容は失われる。一方、ROM は電源オフでも記憶内容が消えないので、電源オン時にコンピュータを動作させるための基本プログラムなどが記憶されている。さらに、パソコンには主記憶装置に入りきれないプログラムなどを格納するための、補助記憶装置が用いられる。補助記憶装置として、ハードディスク、USB メモリ、CD、DVD、BD、SSD などがある。ハー

ドディスクは、磁性体を塗布したディスクを高速に回転させ、磁気ヘッドでデータを読み書きする装置である。記憶容量として、数百ギガバイト～十数テラバイトのものが市販されている。USB メモリは、フラッシュメモリを内蔵した携帯に便利な記憶装置で、記憶容量として数ギガバイト～数百ギガバイトのものが用いられている。CD (compact disc), DVD (digital versatile disc), BD (blu-ray disc) は、光を用いて情報の読み書きを行うディスクで、この中で、BD が記憶容量やアクセス速度に優れている。50 ギガバイト～百数十ギガバイトの記憶容量のものが用いられている。SSD (solid state drive) は、記憶媒体としてフラッシュメモリを用いたものである。SSD は、ハードディスクと比較して読み書きが高速で、消費電力が少ないことや衝撃に強いことなどの利点がある。一方、現時点では書き換え限度回数が少ないことや高コストであることが、欠点として挙げられる。

1.2 コンピュータシステムの動作原理

コンピュータでは入力装置から読み込んだプログラムやデータは1と0からなる2進数の形でメモリに記憶される。

図 1.3 で示したパソコンにおける主記憶装置、演算装置、制御装置と処理手順とのかかわりを図 1.5 に示す。図中の①から⑨の説明を以下に示す。

- ① プログラムカウンタの値に従って読み出すべき主記憶装置のアドレスが指定される。
- ② 主記憶装置のアドレスの内容（命令）が命令レジスタに読み出される。
- ③ プログラムカウンタの値がインクリメント (+1) される。
- ④ 命令レジスタの内容によりアドレスレジスタが読み出すべきデータのアドレスを示す。
- ⑤ そのアドレスに格納されているデータを読み出す指示をする。
- ⑥ データが A レジスタに読み出される。
- ⑦ 命令レジスタの指令に基づいて A レジスタと B レジスタの内容が演算

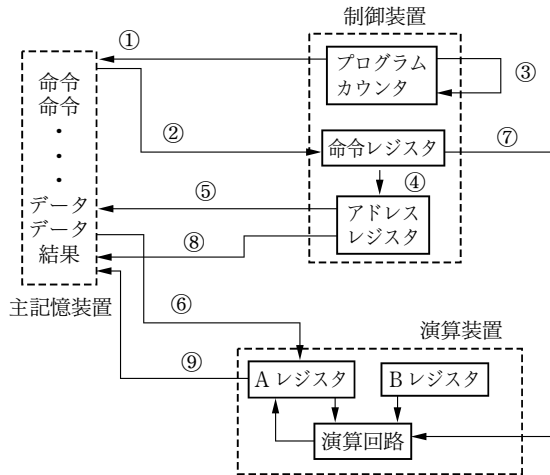


図 1.5 コンピュータ本体の動作原理

回路によって処理される。

- ⑧ アドレスレジスタが処理結果を格納すべきアドレスを指定する。
- ⑨ 結果が格納される。
- ⑩ ①から⑨までの動作を繰り返し行い、プログラムを逐次実行する。

以上の動作をまとめると制御装置は図 1.6 に示すように、主記憶装置から取り出す動作とそれを解読・実行する動作を交互に行っていることになる。一般に、これを CPU の**動作サイクル**という。

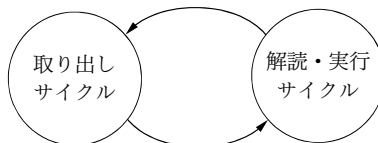


図 1.6 CPU の動作サイクル

以上のコンピュータの動作原理は 1945 年にフォン・ノイマンによって提案された**プログラム内蔵方式 (ストアプログラム方式)** や**ノイマン型アーキテクチャ**と呼ばれるものである。すなわち、計算手順を示す一連の命令も数値と同様に符号化され、同じ主記憶装置に記憶される。コンピュータは記憶された

命令を順次取り出し、この指令に基づいて動作する。現在でもほとんどのコンピュータはこの方式を採用している。

1.3 ハードウェア構成

ハードウェア (hardware) とは、もとは金物とか硬いものを指す言葉であったが、コンピュータの分野では、一度構成された機能や機構は容易に変更できないという意味から、素子や電子回路で構成されている装置のことをいう。

コンピュータシステムを構成するハードウェアには五つの装置があることをすでに述べたが、その内容についてももう少し詳しく見てみることにする。

〔1〕 **入力装置** 入力装置はコンピュータに対してプログラムや処理すべきデータ、指示などを与えるための装置である。入力装置として、キーボード、マウス、光学的文字読取装置などがある。また、電圧、電流、温度などのアナログデータをコンピュータが処理できるデジタルデータに変換するための A-D 変換器も入力装置の一つである。

(a) **キーボード** キーボード (keyboard) は、キーをたたいて文字を入力する装置で、入力装置の中ではマウスと並んで最も基本的なデバイスである。キーボードには 60~120 個ほどのキーがあり、英字、数字、記号などを入力するためのキーとさまざまな機能を有する特殊キーとに分けられる。

(b) **マウス** キーボードはコマンドで制御するシステムでは必須の入力装置であるが、現在は GUI (graphical user interface) 環境が一般的である。マウスは画面上に表示されているマウスポインタを動かすための道具で、その形状がネズミに似ていることから名付けられた。現在のマウスの多くは光学式マウス (optical mouse) で、これはその底面に発光部と反射光を検知する受光部があり、マウスを動かすことにより変化する反射光からマウスの移動方向や速度などを読み取っている。また、マウスに付いているボタンを押すこと (クリック) によりその位置の座標が入力される。最近では無線のマウスが広く用いられている。

〔2〕 **出力装置** 出力装置は、コンピュータで処理された結果を主記憶装置から外部へ出力するための装置である。おもな出力装置にはディスプレイやプリンタがある。

(a) **液晶ディスプレイ** 液晶ディスプレイは現在、最も一般的なディスプレイである。液晶はその名のとおりに液体と結晶の両方の性質を有する物質で、電圧の変化によって光の反射と吸収率が変わることを利用して文字や図形を表示させる。表示方式として画素ごとにトランジスタを用いることで表示品質が非常に高く省電力である **TFT** (thin film transistor) 液晶ディスプレイが一般的である。最近では、19 インチや 21 インチの製品も発売されてきている。将来は、TFT 液晶ディスプレイで不可欠のバックライトを必要としない **有機 EL** (organic electroluminescence) ディスプレイに代わるものと期待されている。これは電圧をかけたり、電流を流したりすることで発光する有機物を発光素子として利用しようというものである。

(b) **プリンタ** プリンタ (printer) は、コンピュータから処理結果を紙に印刷する装置である。印刷方式には、1 文字ずつ印字するシリアルプリンタ (serial printer) と 1 ページ分を単位として印刷するページプリンタ (page printer) に大別される。代表的なものとして、前者には **インクジェットプリンタ** (ink jet printer) が、後者には **レーザープリンタ** (laser printer) がある。

- 1) **インクジェットプリンタ** 帯電したインクの粒子をノズルから噴出させ、インクの方法を静電気によってコントロールして紙に吹き付けて文字や図形を描く方式である。インクの色数を増やすことによりカラー印字が可能である。プリンタの文字や画像は、点 (ドット) の集合で表されているが、その解像度を示す単位を dpi (dot per inch) という。1 インチに 4 800 ドット印刷される 4 800 dpi が標準であるが、最近では 9 600 dpi の写真高画質も発売されている。
- 2) **レーザープリンタ** コピー機の原理を応用したもので、レーザー光線で感光ドラム上に文字や画像を作り出し、静電気を帯びたところに粉末のトナ

ーを付着、現像し、用紙に転写して熱で定着させることで印刷する装置。最近のレーザプリンタの解像度は9 600 dpi と高品位で高速な印字が可能である。

〔3〕 **主記憶装置（メモリ）** 主記憶装置は一般にプログラムやデータを記憶する場所である。したがって、高速かつ読み書きが可能であることに加えて、比較的容量が大きいことが要求される。容量はギガバイト（GB）で表される。最近の高性能パソコンの実装メモリ容量は16 ギガバイトである。また、現在のメモリに用いられている記憶媒体は半導体メモリである。半導体メモリには、通常、RAMとROMがある。RAMは電源を切るとメモリの内容が消えてしまうが、さまざまなプログラムやデータをつぎからつぎへと記憶させて利用することができる。一方、ROMは読み出し専用メモリで、電源を切ってもその内容は消えない。そこで、コンピュータの電源を入れたときに真っ先に動作するプログラムやデータなどが記憶されている。

〔4〕 **演算装置** 演算装置には算術演算と論理演算を行う回路がある。算術演算回路では加減乗除や大小比較を論理演算回路ではシフト動作やさまざまな判断をそれぞれ行っている。演算装置は、演算を行うために必要なデータを一時的に記憶しておくためのレジスタをいくつか有している。

〔5〕 **制御装置** 制御装置は、主記憶装置から命令を取り出し、それを解読してメモリからデータを読み出して演算を行わせたり、入出力装置に動作を指令したりする。すでに図1.5で示したように、制御装置には実行する命令の番地を指示するプログラムカウンタ、その実行命令を一時的に記憶するための命令レジスタやアドレスレジスタなどがある。コンピュータを人間にたとえると、制御装置は脳の部分に相当すると考えることができる。

1.4 ソフトウェア構成

コンピュータは、その本体であるハードウェアだけでは本来の機能を発揮することはできない。ハードウェアに処理順序を指示する命令とデータの集合か

らなるソフトウェア (software) があってはじめてさまざまな情報処理が可能となる。自動車にたとえると、ハードウェアは自動車を構成する機器や装置など、一方、ハンドルを切るとかアクセルを踏むといった運転の仕方、利用技術がソフトウェアである。自動車と同様、コンピュータでもハードウェアとソフトウェアの両者がたがいに機能することによって本来の目的が達成できる。

表 1.1 はソフトウェアの体系と種類を示している。ソフトウェアは、**システムソフトウェア**と**アプリケーションソフトウェア**に大別できる。システムソフトウェアはコンピュータを管理するソフトで、さらに基本ソフトウェアとミドルウェアに分けられる。この基本ソフトウェアはコンピュータを動作させるためのソフトウェアのことで、**オペレーティングシステム** (operating system : OS) や**プログラミング言語** (C 言語, Visual Basic, Java など) を指す。

表 1.1 ソフトウェアの体系と種類

ソフトウェア体系	種 類	内 容
システムソフトウェア	基本ソフトウェア	オペレーティングシステム, プログラミング言語, コンパイラ, エディタ
	ミドルウェア	エクスペローラ, データベース管理システム
アプリケーションソフトウェア	パッケージソフトウェア	ワープロソフト, 表計算ソフト, プレゼンテーションソフト
	業務用ソフトウェア	給与計算ソフト, 販売管理ソフト

ここで、OS とは、コンピュータをユーザが使いやすくするとともに、コンピュータシステムの各装置を効率的に働かせることを目的としたソフトウェアで、パソコン用の **Windows 10**, **Mac OS X** やワークステーション用の **UNIX** がよく知られている。また、ミドルウェアとは基本ソフトウェアとアプリケーションソフトウェアの中間に位置する共通的なソフトウェアをいい、ディスプレイに表示されているアイコンやメニューを選択することでコンピュータを視覚的に操作できる GUI 制御などがある。

一方、アプリケーションソフトウェアは、ユーザが仕事などである目的を達

成するために利用するソフトウェアである。その中のパッケージソフトとは、ワープロソフトや表計算ソフトなど不特定多数のユーザを対象に開発されたソフトのことをいい、業務用ソフトとは、ある特定の業務用に開発されたソフトで、給与計算ソフト、販売管理ソフトなどがそれに含まれる。

演習問題

- 【1】** フォン・ノイマンが提唱したコンピュータのアーキテクチャで、プログラムとデータを一緒にコンピュータの記憶装置に格納し、それを逐次読み出し実行していく方式とはなにか。
- 【2】** つぎの文は、言語処理プログラム、オペレーティングシステムそしてユーティリティプログラムのいずれに関して記述したものか。
- (1) プログラムの翻訳や解釈などの機能を有するコンピュータプログラム。
 - (2) エディタや診断プログラム、分類プログラム、ファイルコピーなどの支援プログラムの総称。
 - (3) コンピュータ資源の効率的な割振り、スケジューリング、入出力制御、データ管理などを行う。
- 【3】** コンピュータの動作原理に関するつぎの記述中のかっこに入る装置名を下記の語群から選べ。
- 実行されるプログラムはあらかじめ (a) に格納されており、プログラムを構成する命令を (b) によって順次取り出され、解釈・実行される。
- (語群)
- 主記憶装置、演算装置、制御装置、補助記憶装置、入出力装置、周辺装置
- 【4】** 以下のコンピュータの記憶装置に関して、アクセス速度の速い順に並べよ。
- 磁気テープ装置、主記憶装置、半導体ディスク装置、ハードディスク装置
- 【5】** 写真や絵、それに図形などを光学的に読み取り、コンピュータに入力する装置はつぎのうちのどれか。
- マウス、OCR、OMR、イメージスキャナ、バーコードリーダー
- 【6】** TFT 液晶ディスプレイがCRT ディスプレイと比較して優れている点をつぎから選べ (複数可)。
- 低価格、応答速度が速い、低消費電力、薄くて小型

- 【7】 コンピュータの各装置に関するつぎの記述中のかっこに適切な装置名を記入せよ。

CPU は (a) と (b) の二つの装置から構成されている。(a) は (c) からプログラムの命令を取り出して解読し、必要な装置に指令を出す。(b) は四則演算や比較判断を行う。(c) は (d) から読み込んだデータやプログラムを記憶する。(c) に記憶しているデータを (e) が外部に出す。

- 【8】 OS の役割に関する説明として、適切な記述はどれか。

- (1) ユーザが作成したプログラムをコンピュータで実行できるよう機械語に翻訳するプログラムである。
- (2) コンピュータの資源 (ハードウェアやソフトウェア) を管理し、効率よく働かせることにより生産性の向上、使いやすさの向上を実現するソフトウェアの集合である。
- (3) ユーティリティプログラムとも呼ばれ、エディタや診断プログラムなどユーザの処理を一般的に支援する汎用性の高いプログラムである。

- 【9】 つぎの装置のうちでアクセス時間が最も短いのはどれか。

- (1) レジスタ
- (2) 主記憶装置
- (3) フロッピーディスク
- (4) ハードディスク

索引

【あ】		【え】		クラスタリング	139
アーキテクチャ	69	液晶ディスプレイ	128	グループウェア	147
アクセス権	85	エッジトリガ JK フリップ		クロック分周	50
アクセスタイム	105	フロップ	45	グローバル IP アドレス	161
アップカウンタ	50	演算命令	74	【け】	
アドレス	91	演算レジスタ	72	桁上げ先見加算器	64
アドレス空間	83	【お】		桁上げ伝搬時間	64
アドレス指定方式	78	応答時間	137	けち表現	71
アドレスレジスタ	73	オフセットアドレス	83	結合則	33
アプリケーションソフト		オペランド	25, 76	ゲート回路	34
ウェア	9	オペレーティングシステム		【こ】	
アプリケーションレイヤ			9	光学式マウス	6
	162	【か】		交換則	33
アベイラビリティ	190	外部記憶装置	130	固定小数点表示	19, 70
アンチウィルスソフト	182	カウンタ	48	コード変換命令	75
【い】		鍵	184	コンピュータアーキ	
イーサネット	167	仮数	20, 71	テクチャ	69
1 アドレス形式	77	仮想アドレス	102	【さ】	
1 次キャッシュ	101	仮想アドレス空間	102	サイクルタイム	105
一括処理方式	84	仮想記憶	85, 102	サブネットマスク	157, 180
イメージエイトアドレス		カバレッジ	197	サブルーチンコール命令	75
指定方式	82	カルノー図	39	算術演算命令	74
イメージスキナ	123	間接アドレス指定方式	79	参照の局所性	99
インクジェットプリンタ		【き】		【し】	
	7, 128	木構造	139	時間的局所参照性	98
インターネット	148	基数	13, 20, 71	磁気テープ	134
インタフェース	110, 115	キーボード	121	磁気ヘッド	131
インタリーブ	108	キャッシュメモリ	99	シーク	132
インデックスアドレス指定		吸収則	33	指数	20, 71
方式	81	【く】		システムコール命令	76
イントラネット	147	空間的局所参照性	98	システム制御命令	76
【う】		偶発故障	188	システム制御レジスタ	74
ウィルス	182	組合せ回路	37	実アドレス	102
ウェブコンテンツ	152	クラスタ	142	実アドレス空間	102
ウェブブラウザ	144			シフト JIS コード	24

シフトレジスタ	53
修正プログラム	183
16進数	13
主加法標準形	38
主乘法標準形	38
順序回路	42
条件付き分岐命令	75
初期故障	188
ジョブ	84
シリアルインタフェース	112, 119
シリンダ	131
シングルタスク方式	136
信頼性	187
信頼度	187
真理値	31
【す】	
スケジューリング	137
スター型接続	169
スタック	73
スタックポインタレジスタ	73
ストアードプログラム方式	5
ストーリーミング	153
スワップ	104
【せ】	
正規化	20, 71
セクタ	132
セグメント方式	83, 103
セッションレイヤ	162
絶対アドレス指定方式	78
絶対値表示	16
0アドレス形式	77
全加算器	57
全減算器	58
【そ】	
相対アドレス指定方式	80, 82
双対定理	34
ソースオペランド	76
ソフトウェア	9

【た】	
対称型マルチプロセッサ	138
タイムスライス	137
ダウンカウンタ	50
多数決回路	37
タスク	85, 136
【ち】	
調歩同期モード	112
直接アドレス指定方式	78
直並列システム	192
直並列変換	53
直列加算	61
直列加算器	62
直列システム	191
【て】	
デジタルカメラ	123
ディレクトリ	139
デコード回路	91
デスティネーションオペランド	76
データタイプ	70
データ転送命令	74
データリンクレイヤ	162
データレジスタ	73
デュアルシステム	194
デュプレックスシステム	193, 196
電子メール	144, 149
【と】	
同一則	33
同期型 DRAM	106
同期式カウンタ	51
同期モード	112
特権命令	86
ドットインパクトプリンタ	128
ド・モルガンの定理	34
トラック	131
トランスポートレイヤ	162

【に】	
2アドレス形式	76
2次記憶装置	130
2次キャッシュ	101
2進カウンタ	47
2進化10進コード	71
2進位取り記数法	16
2進数	12
2値論理	13
【ね】	
ネットマスク	156
ネットワークレイヤ	162
【の】	
ノイマン型	97
ノイマン型アーキテクチャ	5
【は】	
排他的論理和	36
バースト曲線	188
バースト転送機能	106
バーチャルリアリティ	127
パッケージ形式	71
ハードウェア	6
ハードディスク	131
パラレルインタフェース	112, 117
パリティビット	113
半加算器	56
半減算器	58
番地	91
【ひ】	
ピアツーピア	146
光ディスク	133
ヒット	99
ヒット率	99
ビット	13
ビット操作命令	75
ビット列操作命令	74
否定	32, 35
否定則	33

ビデオキャプチャカード		並列減算器	65		
	126	並列システム	191	【も】	
非同期型 DRAM	106	ページプリンタ	129	文字コード	22
非同期式カウンタ	49	ページング方式	102	文字ストリングデータ	72
非同期モード	112	ベースアドレス指定方式	81	文字データ	72
表計算	143	ベースインデックス		【ゆ】	
		アドレス指定方式	81	有機 EL	7
【ふ】		ベン図	32		
ファイアウォール	184	【ほ】		【ら】	
ファイルサーバ	146	保護機構	85	ライトスルー方式	100
ファイルシステム	139	補助記憶装置	130	ライトバック方式	100
フォーマット変換命令	75	補数	17	ラウンドロビン方式	137
フォールトトレランス	193	補数表示	17	【り】	
符号ビット	70	保全度	190	リアルタイム OS	138
物理アドレス	83, 102	保全度	190	リソース	142
物理アドレス空間	83, 102	ホットプラグ	115	リフレッシュ	95
物理レイヤ	162	【ま】		【る】	
浮動小数点表示	20, 71	マスタスレーブ JK		ルータ	161, 178
プライベート IP アドレス		フリップフロップ	45	【れ】	
	160	マッピング	102	レーザプリンタ	7, 130
プラズマディスプレイ	128	摩耗故障	188	レジスタ	72
フラッシュメモリ	94, 124	マルチタスク	85	レジスタアドレス指定方式	79
フリップフロップ	42	マルチタスク方式	136	レジスタ間接アドレス指定	
ブル代数	31	マルチプロセッサ	138	方式	79
プレゼンテーション	144	マルチプロセッサシステム	195	レジスタセット	72
プレゼンテーションレイヤ		【み】		【ろ】	
	162	ミス	99	論理アドレス	83, 102
プログラム状態レジスタ	74	ミドルウェア	9	論理アドレス空間	83, 102
プログラム制御命令	75	【む】		論理演算命令	74
プログラム内蔵方式	5	無条件分岐命令	75	論理積	32, 35
プロセス	135	無線 LAN	174	論理代数	31
プロセス管理	135	【め】		論理データ	72
フロッピーディスク	133	命題	31	論理和	32, 35
プロトコル	153	命題論理	31	【わ】	
分配則	33	命令コード	25, 76	ワード	16
【へ】		命令セット	74	ワープロ	143
平均回転待ち時間	132	メモリの階層構成	97	ワーム	182
平均故障間隔	189	メールアドレス	150		
平均故障寿命	189	メールサーバ	150		
平均修理時間	190				
並直列システム	192				
並直列変換	53				
並列加算器	63				

【A~C】		GbE	170	PAR	165
AAC	126			preemptive	137
A-D コンバータ	119	【H~J】		PROM	93
AND	32, 35	HDMI	116	RAM	92, 94
ASCII コード	22	HMD	128	RAS	105
Blu-ray	126, 134	HTML	152	RISC	87
Bluetooth	175	IDE	116	ROM	92
CAD	144	IEEE 802.11	174	RST フリップフロップ	44
CAS	105	IP	153	RS フリップフロップ	42
CAS レイテンシ	107	IPv 4	154	【S~U】	
CCD 素子	123	IPv 6	154	SCSI	116
CD-R	133	IP アドレス	154	Serial ATA	116
CD-ROM	133	JIS コード	23	SMP	138
CIDR	159	JK フリップフロップ	44	SNS	153
CISC	86	JPEG	125	SRAM	95
CMOS 回路	36	【L~N】		SSD	4
CPU	2	LAN	146	SSL	184
CRC	173	LIFO	73	TCP	165
CRT	127	LRU 方式	100	TCP/IP	153
CSMA/CD	170	LSB	13	TFT	7
【D~G】		MAC アドレス	173	TMR	195, 201
D-A コンバータ	119	MASK-ROM	93	turn around time	137
DCT	125	MP 3	126	T フリップフロップ	47
DNS	176	MPEG	126	UDP	166
dpi	124	MPU	2	URL	178
DPLL	114	MSB	13	USB	115
DRAM	95	MTU	164	USB ハブ	115
DTP	143	NAND	35	USB メモリ	3
DVD	133	non-preemptive	137	UV-EPROM	94
D フリップフロップ	46	NOR	36	【V~X】	
EBCDIC	23	NOT	32, 35	VLSI	2
EEPROM	94	【O~R】		VLISM	159
EPROM	93	OCR	123	WEP	175
ethernet	167	OR	32, 35	WPA 2	175
EUC	24	OS	135	WWW	152
FAT	141	OSI 参照モデル	161	XOR	36
flip-flop	42	OTPROM	93		

— 著者略歴 —

春日 健 (かすが たけし)	館泉 雄治 (たていずみ ゆうじ)
1973年 山形大学工学部電子工学科卒業	1980年 東京工業高等専門学校電気工学科卒業
1975年 山形大学大学院工学研究科修士課程修了 (電気工学専攻)	1982年 豊橋技術科学大学工学部情報工学課程卒業
1975年 福島工業高等専門学校助手	1984年 豊橋技術科学大学大学院工学研究科修士課程修了 (情報工学専攻)
1993年 博士 (工学) (東北大学)	1984年 富士ゼロックス株式会社勤務
1996年 福島工業高等専門学校教授	1987年 東京工業高等専門学校助手
2014年 福島工業高等専門学校名誉教授	1995年 東京工業高等専門学校講師
	2001年 東京工業高等専門学校助教授
	2007年 東京工業高等専門学校准教授
	現在に至る

計算機システム (改訂版)

Computer System (Revised Edition)

© Takeshi Kasuga, Yuji Tateizumi 2005, 2016

2005年4月28日 初版第1刷発行
2016年4月25日 初版第9刷発行 (改訂版)

検印省略

著者 春日 健
館泉 雄治
発行者 株式会社 コロナ社
代表者 牛来真也
印刷所 壮光舎印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-01213-2 (高橋) (製本: グリーン)

Printed in Japan



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられております。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします