

# Fundamentals of Computer Systems

コンピュータシステムの基礎 第18版

書籍内容のご案内

# 本書の構成

## 主要目次 *Contents in Brief*

### CHAPTER 1

コミュニケーションネットワークとコンピュータシステム  
*Communication Networks and Computer Systems* ..... 2

### CHAPTER 2

入出力装置  
*Input/Output Devices* ..... 110

### CHAPTER 3

記憶装置  
*Storage Devices* .....

### CHAPTER 4

中央処理装置  
*The Central Processing U*

### CHAPTER 5

オペレーティングシステム  
*Operating Systems* .....

### CHAPTER 6

情報処理技術の基礎と理  
*Theory of Information Pr*

## 本書について

本書は、コンピュータシステムの基礎テキストとして、1994年に初版を刊行しました。

日々刻々と変わるコンピュータおよび情報技術の動向に対応して、これまで改訂を重ね、おかげさまで、これまで累計20万人以上の方にご利用いただきました。

### CHAPTER 7

ファイル編成とデータベース  
*File Organizations and Database* ..... 422

### CHAPTER 8

通信ネットワークシステム  
*Computer Networks and Telecommunications* ..... 484

### CHAPTER 9

情報セキュリティ  
*Information Security* ..... 564

### CHAPTER 10

情報システムとRASIS  
*Information Systems and RASIS* ..... 606

### CHAPTER 11

情報システムの開発  
*Development of Information Systems* ..... 644

写真提供 *Photos offered by* ..... 716

用語 *Index* ..... 717

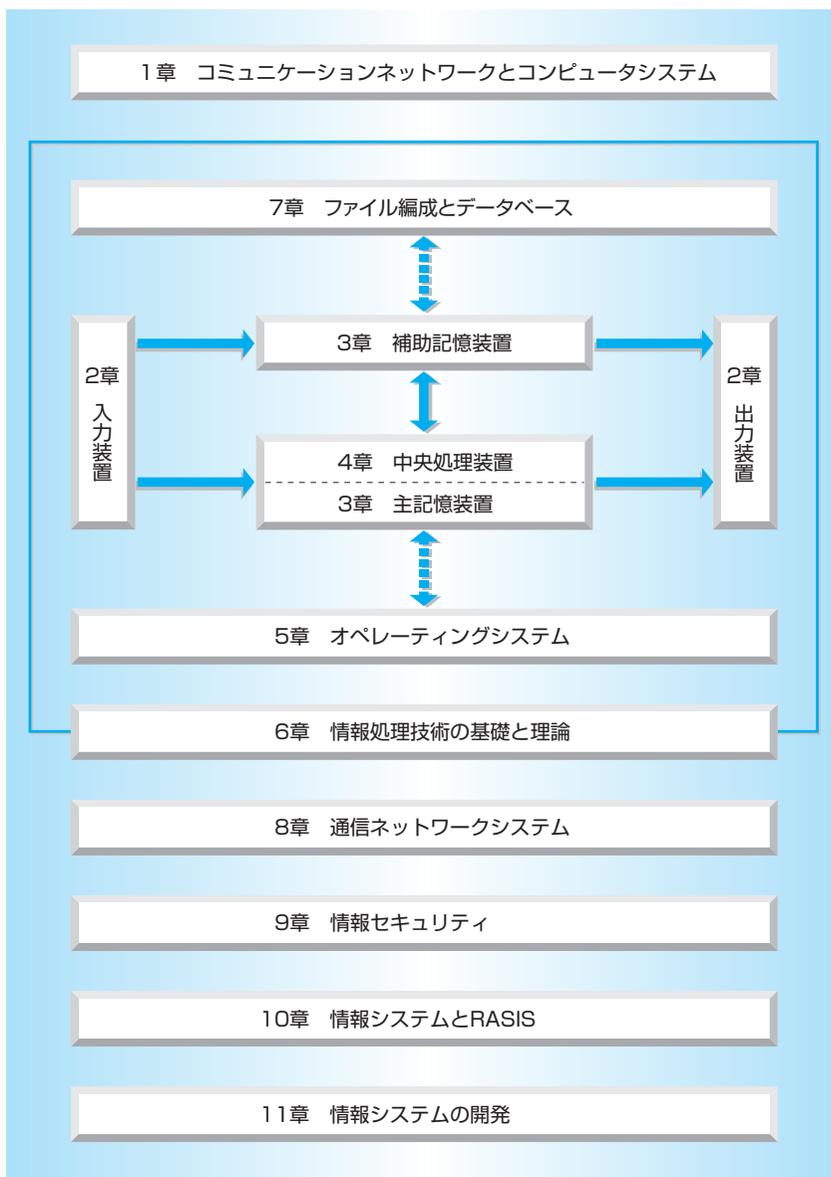
参考文献 *Bibliography* ..... 733

## 情報処理技術を体系的に学べる構成

本書は全11章で構成されています。各章の関係は次の図に示すとおりです。

第1章は、コンピュータシステムを学ぶうえで必要となる情報社会との接点、情報技術の進展、コンピュータシステムの発展の歴史と基礎事項の整理、将来の展望となっています。非常に幅広い内容の解説になっているので、始めは第3節「コンピュータの種類と能力」と第5節「コンピュータの構成要素」を学習し、他の節は後から読んでもよいでしょう。

第2章から第11章までは、データの流れにそって、ハードウェア、ソフトウェアを学習し、情報処理技術の基礎、データベース、ネットワーク、セキュリティ、情報システムの開発などを、深く学習していきます。なお、第6章「情報処理技術の基礎と理論」1節「コンピュータ内のデータ表現」は最初に学習することが多い内容ですが、本書ではハードウェア、ソフトウェアの学習後が望ましいと考え、その後で説明しています。



## 1. Overview of Input/Output Devices

### 1. 入出力装置とは

人間とコンピュータの接点はどこ？

私たちは**入出力装置**を使ってコンピュータを利用します。データをコンピュータの外部から取り込むのが**入力装置**、処理した結果である情報をコンピュータの外部に取り出すのが**出力装置**です。

人間（ヒューマン）がコンピュータで処理を行わせるための仲介をする装置、仕組み、決り、考え方を総称して**ヒューマンインタフェース**といいます。人間はコンピュータシステムの外部の存在なので、入出力装置はヒューマンインタフェースの一部といえます。



図 2-1 飛行機のcockpit

#### データの表現

#### Data Expression

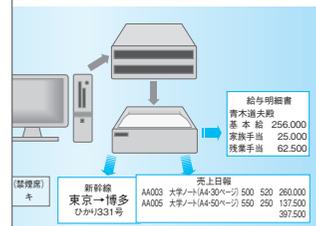
人間は昔から文字を使ってデータや情報を表現してきました。文字（正確には図形文字）とは、英字や数字、かな文字、漢字などをいい、人間が直接読み書きできるという特徴もっているので、データを表現するの都合がよい方法といえます。このため、コンピュータに入力するデータや、コンピュータの出力結果は、多くの場合、文字で表現されています（図 2-2）。

#### CHAPTER 2 入出力装置

108

### 根本の原理や考え方を重視

本書は、コンピュータおよび情報処理技術の発展経緯に即して、動作原理や考え方を重視して、丁寧に解説しています。IT 技術をその発展経緯に即して理解できるよう、今では一部の技術者の方しか関係していない技術についても、説明を残しています。



2-2 入出力データの表現形式

拡大に伴って、文字だけではなく、画像や映像、音などをデータとして入出力することが必要になって入力したり、さらに使いやすい形式で出力したりするデータは「0」と「1」を組み合わせた**ビットデータ**で処理することはできないのです。

文字や図形などの入力データをビットデータに変換し、ビットデータを文字や図形に変換し、情報として入出力する（図 2-3）。

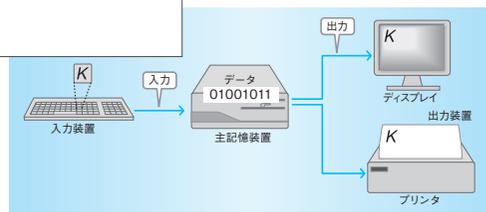


図 2-3 入出力装置の機能

### 「見える」ところから「内部」へ

初学者の方でも、抵抗なく、分かりやすく学習できるよう、情報技術の中核となるコンピュータシステムを内部から学習するのではなく、学習者の視点で実際に「見える」ところから解説を始め、難しい内容を解きほぐしながら解説していくスタイルをとっています。

初期の入力装置は、紙カードに穴あけの位置の組合せや、様式の決まった用紙に特殊な字体で表現された文字列などを、ビットデータに変換して主記憶装置に送り込む装置でした。主記憶装置に記憶されたビットデータを文字列にして印字するプリンタは、ディスプレイと並んで現在でも出力装置の主流です。今では、画像や映像、音声などを扱う入出力装置も活躍しています。コンピュータ技術の進歩によって、これらの入出力装置が実現したのです。

# 8. Fundamental Technology of AI

## 8. AIの基礎技術ーディープラーニングとは

### 機械学習

### Machine Learning

#### Memorandum

チャットボットとは、短いメッセージを交換するチャットシステム上で、人の発言に回答を返し、擬似的に会話することができるとソフトウェアのことです。

#### Memorandum

回帰分析（最小二乗法）の起源は19世紀とされ、昔から統計学の基本的手法として利用されています。

### 激変する情報技術をタイムリーに

最新の技術や動向についても、体系的に、わかりやすく解説しています。

第18版では、AI、ディープラーニングについて、新節で解説しています。

第1章でAIについて概説しましたが、ここでは第三次のAIブームと関係する機械学習と、この考え方が進化発展したディープラーニングについて基本事項を説明します。現在では、AIとディープラーニングが同じ意味のように語られることが多いようですが、第二次のAIブームにおける推論エンジンと知識を利用する「エキスパートシステム」がなくなったわけではありません。ディープラーニングによるパターン認識や機械翻訳以外でAIと称するものは、エキスパートシステムの技術が使われている場合もあります。例えば、SNSサービスで利用されているチャットボット(chatbot)などはその例でしょう。

#### (1) 機械学習とは

**機械学習**(machine learning)は、文字どおり「機械(コンピュータ)が事例・経験から学習すること」ですが、その過程の仕組みを定式化したものを**機械学習モデル**と呼び、次のように定義されます。

- ・コンピュータが分かる形の入力値を受け取り、何らかの評価・判定をして出力値を出す関数(を実装したプログラム)である。
- ・その振る舞いは学習によって規定される。

具体的な機械学習モデルはいくつもあり、連続した数値を予測する**回帰**、真偽などの離散値を予測する**分類**、特定項目の閾値を基準に分類する**決定木**などがあります。例えば、「回帰は1か月後の株価を予測する」、「分類は犬と猫の画像を認識する」などです。なお、回帰と分類は、「回帰は未知のデータまで予測する」、「分類は既存のデータを分ける」という違いがあります。

回帰と分類、どちらもデータの法則性を見付け、直線や曲線で近似を行うという点は共通で、例えばディープラーニングでは分類も回帰もよく使われます。

#### (2) 学習の分類

学習の仕組みの分類として、機械学習は、教師あり学習、教師なし学習、強化学習に分けられます。機械学習において、学習に使用**データ(training data)**と呼びます。

##### ①教師あり学習(supervised learning)

訓練データが機械学習モデルに対する入力データとその**解データ(教師データ)**のペアになっている機械学習法

いますが、アクセス対象となるコンピュータの管理者に対しても、不正アクセスに遭わないように適正な管理に努めることを求めています。また、実際の不正アクセス行為だけでなく、IDやパスワードなどを盗みいせせるなど、不正アクセスを助長する行為も処罰の対象になります。さらには、不正なメールによって、IDやパスワードを不正取得しようとする、フィッシング行為なども処罰の対象となります。

##### ③特定電子メール法(特定電子メールの送信の適正化等に関する法律)

迷惑メールの中で多くの割合を占める、広告、宣伝メールに関する法律です。この法律では、営利を目的とする団体及び営業を営む個人が、自身や他人の営業についての広告、宣伝を行うための手段として送信する電子メールを、特定電子メールと定義し、その送信を規制しています。

当初は、特定電子メールの件名に「未承諾広告等」という文字列を含めること、また、メール本文中に配信停止を行うための手続を明記することが義務付けられていました。その後改正され、特定電子メールの送信に先立ち、受信者の承諾を得ることが義務付けられるようになってきました。なお、メールの配信制限について、配信停止手続きをした人へのメールの送信を禁止する方式を**アウト方式(opt out)**、受信承諾手続きをした人以外へのメールの送信を禁止する方式を**イン方式(opt in)**と呼びます。

##### ④プロバイダ責任制限法(特定電気通信役務提供者の損害賠償責任の制限及び発信者情報の開示に関する法律)

インターネット上の掲示板などでの誹謗中傷や各種の権利侵害について、掲示板などの管理者に対する損害賠償請求などが行われることがあります。こうした損害賠償に対して、プロバイダなどの管理者が負う責任の範囲を限定する法律です。ただし、そのためには、被害者の要求に基づく発信者(書き込みをした人)の情報開示や、速やかな削除などの措置を適切に講ずることが求められます。なお、プロバイダ責任制限法という名称ですが、対象はプロバイダに限らず、掲示板などの管理者などを含み、営利目的の設置でなくとも対象になります。

##### ⑤サイバーセキュリティ基本法

我が国のサイバーセキュリティに関する基本理念や国の責務など、サイバーセキュリティ戦略の策定などの基本となる事項を規定した法律です。この法律に基づき、サイバーセキュリティ対策本部と、その事務局的な位置付けとして内閣サイバーセキュリティセンター(NISC: National center of Incident readiness and Strategy for Cybersecurity)が設置されました。

##### ⑥個人情報保護法(個人情報の保護に関する法律)

コンピュータやインターネットの普及に伴って、個人情報を利用した様々なサービスが提供されています。これらのサービスによって、私たちの生活が便利になった反面、個人情報が強固な方法で利用されたときの危険性が高くなりました。このような状況に対処するための法律が個人情報保護法で、個人情報を扱う民間事業者に対して、利用目的の特定、正当な方法による収集、安全管理、同意なしの第三者提供禁止などのルールを決めています。また、個人本

### 関連法規も最新知識に対応

もちろん、IT技術者の方が理解しておきたい関連法規については、近年の施行・改正内容を反映させ、最新の動向を解説しています。

## 命令実行の制御

### Control of Instruction Execution

コンピュータはどうやって命令を実行するのでしょうか？

CPUが、記憶されたプログラムから命令を一つずつ取り出してきて、解釈・実行していく様子を**命令取出し段階**と**命令実行段階**に分けて見てみましょう。CPUが実行可能な命令は、**機械語**（machine language; **マシン語**）といわれ、各々の機械語命令は、命令の種類が入る**命令部**と命令の処理対象となるデータのアドレスが入った**アドレス部**をもった形をしています。

制御装置は、命令アドレスレジスタや命令レジスタ、どんな命令かを解読する**デコーダ**（命令解読器；復号器）などの働きによって、次のように命令を実行していきます。

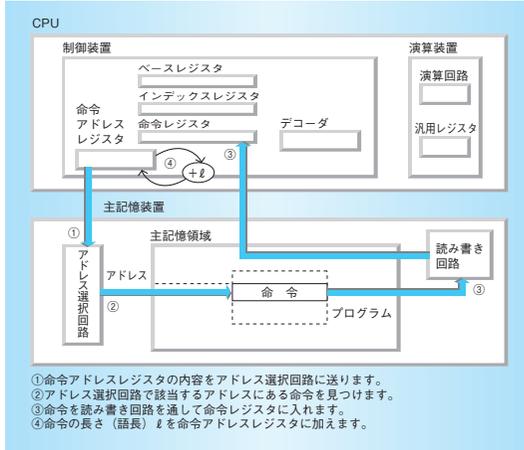


図 4-7 命令取出し段階

### 図表や写真でわかりやすく

図表や写真を多用し、見やすさ・わかりやすさを追求しました。

さまざまなIT機器やコンピュータの内部構造を写真でみることで、イメージをつかみやすくなります。

形だけではありません。センサは回転角度などをデータとして計測すで使用されています。センサを通じて、電気製品や機械を例えば、温度センサには温度に比例したセンサがあります。

消費電力のものは、遠隔地にある複数の機器をインターネットと接続して相互に制御するIoT（Internet of Things；モノのインターネット）の実現に欠かせないものといえます。最近では複数のセンサーを一つにまとめた超小型のIoTセンサも利用されています。



左から、光電センサ（光）、変位センサ（距離、高さ）、ロータリエンコーダ（角度）



図 2-32 超小型のIoTセンサ

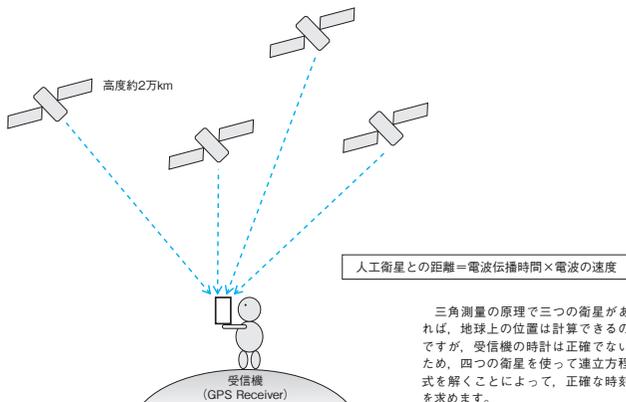


図 1-17 GPS（全地球測位システム）

## 学習を助ける便利な記事

本文左端の Memorandum は、説明の補足事項や関連事項を説明しています。

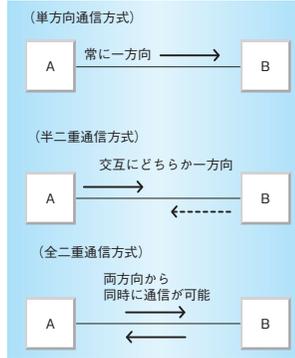
また、〔研究〕は、ややレベルの高い詳細な内容を解説しています。発展的な学習にご利用いただけます。

### Memorandum

2線式と4線式  
通信回線では、送信側と受信側を結ぶ回路が必要です。つまり、一つの伝送路は1対(2本)の導体を使います。2本(1対)の線を用いる方式を2線式、送信用と受信用の4本(2対)の線を用いる方式を4線式といいます。

### (5) 通信方式

通信方式は、通信回線上にデータを流すときの制御の方法によって、単方向通信方式、半二重通信方式、全二重通信方式に分類されます。



#### ① 単方向通信方式

送信側と受信側が固定され、常に一方に送信が行われます。

#### ② 半二重通信方式

伝送の方向としては両方向ですが、ある時点ではどちらか一方だけの伝送に限られる方式です。

#### ③ 全二重通信方式

同時に両方向、つまり送受信ができます。

図 8-15 通信方式

### 〔研究〕 RAID5 から RAID6 へ

RAID5ではブロック単位で格納したデータに対してビットごとにパリティを計算し、データを格納した以外のディスクに格納します。

1台のディスクが故障した場合、パリティの計算が偶数パリティ方式であれば、残りのディスクを使って偶数パリティになるようにデータを復元します。このとき残りのディスクから故障したディスクのデータを計算して復元するので、残りのディスクに負荷がかかります。

この方式の欠点を改良して、パリティディスクを2台にしたものがRAID6です。RAID6の最小構成は4台になります。RAID6の方式には、RAID5で対角線方向のデータに対して別のパリティを計算し、専用のパリティディスクを設ける方式と、RAID5のパリティとは別の方法でパリティを計算し、ずらしながら書き込む方式の二つがあります。なお、RAID6は容量効率書き込み性能がRAID5より劣るため、RAID5に取って代わるものではありません。

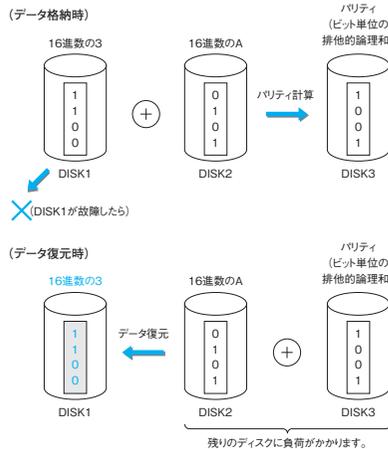
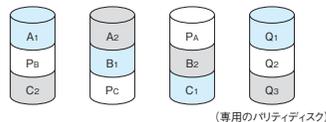
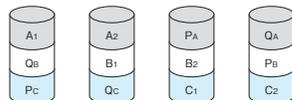


図 A RAID5 のパリティ計算と復元



・A1とA2からパリティPAを作成します(RAID5)。  
・対角方向A1とB1とC1からパリティQ1を作成します。

図 B RAID6 (専用のパリティディスク方式)



・A1とA2からパリティPAを作成します(RAID5)。  
・A1とA2から別のパリティQAを作成します。

図 C RAID6 (別パリティ計算方式)

## 空欄補充で知識を振り返り

各章の Check は、学習した内容に関して、基礎的な知識の理解度、見落とししている点などを確認するための穴埋め問題です。

### ● Check 2 - 8 ●

利用者に対して、入力可能あるいは入力が必要なことを知らせるユーザインタフェースが、①\_\_\_\_\_で、疑問が生じたときに、必要な情報をすぐに調べられるようになっている機能が②\_\_\_\_\_です。また、複数のメニューやソフトウェアの画面を表示させる機能が③\_\_\_\_\_です。

### ● Check 2 - 9 ●

コンピュータ操作のために、絵や図を多様したインタフェースを、①\_\_\_\_\_といいます。ここでは、ソフトウェアの画面を表示するための②\_\_\_\_\_、複数の選択肢から一つだけを選択するための③\_\_\_\_\_などが使われます。

### ● Check 2 - 10 ●

コンピュータの操作において、身体にハンディキャップを負った人にも利用しやすいインタフェースを設計する思想を①\_\_\_\_\_といいます。一方、言語や文化の異なる利用者が相互に利用しやすくインタフェースを設計する思想を②\_\_\_\_\_といいます。

## Case 2

### Case 2-1

スーパーやコンビニエンスストアに行ってレジの POS 端末を見よう。  
身の回りにある日用品のバーコードの種類を調べてみよう。

### Case 2-2

コンピュータショップに行って入力装置として使われている機械の種類を調べてみよう。

### Case 2-3

身の回りで液晶が使われている製品を調べてみよう。

### Case 2-4

あなたのところに送られてくるダイレクトメールのあて名の印刷が、どんな種類のプリンタで印刷されたか考えてみよう。  
コンピュータショップに行ってプリンタの種類・性能とメーカーについて調べてみよう。  
身近にあるプリンタの種類、インクについて調べてみよう。

### Case 2-5

コンピュータショップに行ってマルチメディアを使ったソフトウェアや処理を行うハードウェアを見てみよう。

### Case 2-6

CG やバーチャルリアリティを使った映画やテレビ番組、遊園地などのアトラクションを挙げてみましょう。

### Case 2-7

PC やスマートフォンなどで使われているソフトウェアやアプリの画面にはどんな工夫がされているか調べてみよう。

## Mini Discussion 2

### Mini Discussion 2-1

銀行のキャッシュディスペンサでお金を下ろすときの入力データは何ですか。

### Mini Discussion 2-2

コンピュータゲームの出力データにはどんなものがありますか。

### Mini Discussion 2-3

インパクトプリンタとノンインパクトプリンタの違いは何ですか。

### Mini Discussion 2-4

プリンタを印字方式で分類すると、どのようになりますか。

### Mini Discussion 2-5

3D プリンタで出力した物の使いみち、役立て方について意見を出し合ってみましょう。

### Mini Discussion 2-6

マルチメディアを使って、どんなソフトウェアを作りたいですか。

### Mini Discussion 2-7

未来のユーザインタフェースはどのようになるか、なったらいいか、意見を出してみましょう。

## 知識を実践力へ！

Case は、実際に外に出たり、自分の手を動かして考える課題です。

Mini Discussion は、学習内容を発展させて考えたり、ディスカッションしたりするためのテーマです。

自己学習はもちろん、グループワークなどにもご利用いただけます。

## CHAPTER 2 章末問題

### ■問1 次の記述の中で正しいものには○、誤っているものには×をつけよ。

- ア ディスプレイは画面に文字や図形を表示する装置である。
- イ プリントは用紙に文字や図形を印字・印刷する装置である。
- ウ バーコードリーダは手書きの文字を読む装置である。
- エ マウスは画面中のカーソルを移動させるための機器である。
- オ イメージスキャナは図形を紙に印刷する装置である。

### ■問2 次の記述の中で正しいものには○、誤っているものには×をつけよ。

- ア インパクトプリンタは騒音が少なく、静かに印字ができる。
- イ ドットプリンタを使って漢字の印字ができる。
- ウ レーザプリンタは文字の印字だけが可能である。
- エ インクジェットプリンタにはインクリボンが必要である。
- オ ドットプリンタにもページプリンタがある。

### ■問3 次の記述の中で正しいものには○、誤っているものには×をつけよ。

- ア 最新のOCRでも手書き文字は読めない。
- イ バーコードリーダはPOS端末に利用されている。
- ウ 表示画面上の指で触れた位置をデータとして入力する装置をアイコンという。
- エ MICRによって、鉛筆で書いた文字も読むことができる。
- オ 音声データをコンピュータで扱うことはできない。

### ■問4 次の記述に該当する入力装置を解答群の中から

- a. ねずみの形をした入力装置で、ディスプレイ上  
れか。  
ア マウス                   イ 電子ペン  
エ ジョイスティック       オ キーボード
- b. 鉛筆などで付けられたマークを読み取る装置は  
ア OCR                   イ バーコードリー  
エ OMR                   オ MICR
- c. 太い線と細い線とを組み合わせて、文字や数字  
ア OMR                   イ ライトペン  
エ イメージスキャナ       オ アイコン
- d. 人間の手書きの文字を読み取る装置はどれか。  
ア OMR                   イ OCR  
エ プロッタ                オ タッチパネル

CHAPTER 2 入出力装置

148

## 章末問題で実力アップ

各章の最後の「章末問題」では、基礎的な復習用の問題から、基本情報技術者試験レベルまで幅広く問題を収めており、実力を試すことができます。解けそうな問題から挑戦し、実力がついたら応用マークの問題にチャレンジすることで、少しずつ力をつけることができます。

## ●章末問題解答・解説

### CHAPTER 2

#### 問1 アー○、イー○、ウー×、エー○、オー×

ウ：バーコードで表現された文字データを読む装置がバーコードリーダです。  
オ：絵や写真、図面などのイメージ（画像）情報を読み込む装置がイメージスキャナです。

#### 問2 アー×、イー○、ウー×、エー×、オー×

ア：機械的な衝撃で印字するため、ノンインパクトプリンタに比べてどうしても騒音が大きくなります。  
ウ：レーザプリンタでは、図形などのイメージ情報も印刷が可能です。  
エ：通常、取外し可能なカセット式のインクカートリッジを使用します。  
オ：ページ単位でドットをもつことが困難なため、ドット式のページプリンタはありません。

#### 問3 アー×、イー○、ウー×、エー×、オー×

ア：手書き文字読取り用のOCRが市販されています。  
ウ：表示画面上の指で触れた位置をデータとして入力するのは、タッチパネルです。  
エ：磁性体の混ざった特殊なインクで文字を書くため、鉛筆で書いた文字は読めません。  
オ：音声認識装置によって、音声データをコンピュータで扱うことができます。

#### 問4 a-ア、b-エ、c-ウ、d-イ

（アドバイス）パソコンショップに行つて、いろいろな入力装置を実際にさわってみましょう。動作原理を思い出しながら、操作するとよいでしょう。

#### 問5 a-エ、b-イ、c-ア、d-エ

（アドバイス）出力装置もパソコンショップに行つて、実際にさわってみましょう。また、カタログなどで各種製品の特徴を分析してみるとよいでしょう。

#### 問6 a-エ、b-イ、c-ウ、d-キ、e-ア

b：OCRはあらかじめ決められたOCR-A、OCR-B字体などのほかに、漢字も含む手書き文字を読み取ることができるとも市販されています。  
d：初期のインクジェット式プリンタは、インクがつまりやすいという欠点がありましたが、現在では改善されています。

#### 問7 a-イ、b-ア、c-エ、d-ウ、e-オ

b：画面上に入り切らない情報を見るために、画面を上下左右に移動することをスクロールといいます。この場合、画面は情報の一部を見るのぞき窓に例えることができます。  
e：処理の実行に必要なデータや情報をパラメタといいます。パラメタを入力するときに、特に指定がない場合、あらかじめ決めた値で入力できるようになっていることを省略時解釈またはデフォルトといいます。

#### 問8 エ

1時間=60分=60×60秒=3,600秒

A4用紙1枚当たりの印刷にかかる時間は5秒なので、1時間に印刷できる枚数は、 $\frac{3,600(\text{秒})}{5(\text{秒}/\text{枚})} = 720(\text{枚})$

## 解説は別冊形式

解答解説は、切り離しが可能な別冊形式です。問題とじっくり見比べて、考え方を理解・復習できます。



## (ご参考) 第18版の改訂概要

今回の改訂は全体に渡っていますが、継続して利用していただいている皆さまは、次に示す章ごとの改訂概要をご確認ください。

そのほか章末問題などの追加・入替えを行っています。

**第1章** 広がり続けているDX（デジタルトランスフォーメーション）を意識して、新しいITの利活用、半導体技術、表示技術（4K、8K）、通信技術（5G）に関する説明を加えました。コンピュータ利用の多様化に伴うコンピュータの種類やマイクロプロセッサの説明については全面的に改訂し、スーパーコンピュータに関して、「京」・「富岳」の最新の性能に関する説明を追加しました。

**第2章** DX進展に伴い利用範囲が広がっていること入力装置として、キャッシュレス決済やドライブレコーダなどについて説明で触れ、IoTセンサの説明を追加しました。

**第3章** 記憶装置の容量やアクセス速度、写真など新しい製品のものに修正しました。また、製造中止から時間が経った装置の説明を簡略化し、光磁気ディスクは説明を削除しました。

**第4章** これまで詳細に説明していたサブルーチン呼出しの方法を見直し整理しました。入出力インタフェースの規格を最新の内容に修正し、新しい規格を追加しました。高速化に関して、GPU、GPGPUを追加しました。

**第5章** パソコンOSの記述を全体に見直し、これまでの進展を簡潔にし、Windows10の説明を詳しくしました。タブレット端末用OS、macOS、組み込みOS、JSONの説明を追加しました。

**第6章** Unicodeの例を追加して説明を詳しくし、情報量に関する数式を交えた説明を追加しました。AIの基礎技術として新たに節を追加し、機械学習、回帰分析、ニューラルネットワーク、ディープラーニングの説明を追加しました。

**第7章** 現在使われているファイル編成に関する説明を追加しました。データベースの関係演算に関して新たな説明に変更し、整合性制約について説明を追加しました。

**第8章** 新しいモバイル通信サービスやネットワークの仮想化についてSDNの説明を追加しました。ビット誤り率の例、無線LANの構成機器、IPアドレスとMACアドレスの関係などの説明を追加しました。

**第9章** 新たなサイバー攻撃として、パスワードリスト攻撃、クリプトジャッキング、DNSキャッシュポイズニング、SEOポイズニングなどの説明を追加しました。その他、ダークウェブ、デジタルフォレンジックス、情報セキュリティ組織・機関の説明を追加しました。

**第10章** RPCとWebサービス、キャパシティプランニングの説明を追加しました。システム構成に関して、マルチプロセッサ/ロードシェア/タンデムシステムの説明を修正しました。

**第11章** 節の順序を見直し、システムのライフサイクルを後ろに移動しました。アジャイル開発に関して、XPとスクラムに分けて説明を追加しました。プロジェクトマネジメント、サービスマネジメントは国際規格の内容に基づいた説明に修正し、個人情報保護法の改正に伴い説明を修正しました。

2021年9月

アイテックIT人材教育研究部

SAMPLE

*Fundamentals of Computer Systems*

コンピュータシステムの基礎 第18版