

書籍内容のご案内

Fundamentals of Computer Systems

コンピュータシステムの基礎 第19版

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
Communication Networks and Computers

CHAPTER 2

入出力装置
Input/Output Devices

CHAPTER 3

記憶装置
Storage Devices

CHAPTER 4

中央処理装置
The Central Processing Unit

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論
Theory of Information Processing

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、根本にある動作原理や考え方を重視しながら、丁寧に解説しています。

CHAPTER 7

データベース
Database 414

CHAPTER 8

通信ネットワークシステム
Computer Networks and Telecommunications 474

CHAPTER 9

セキュリティ
Security 556

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

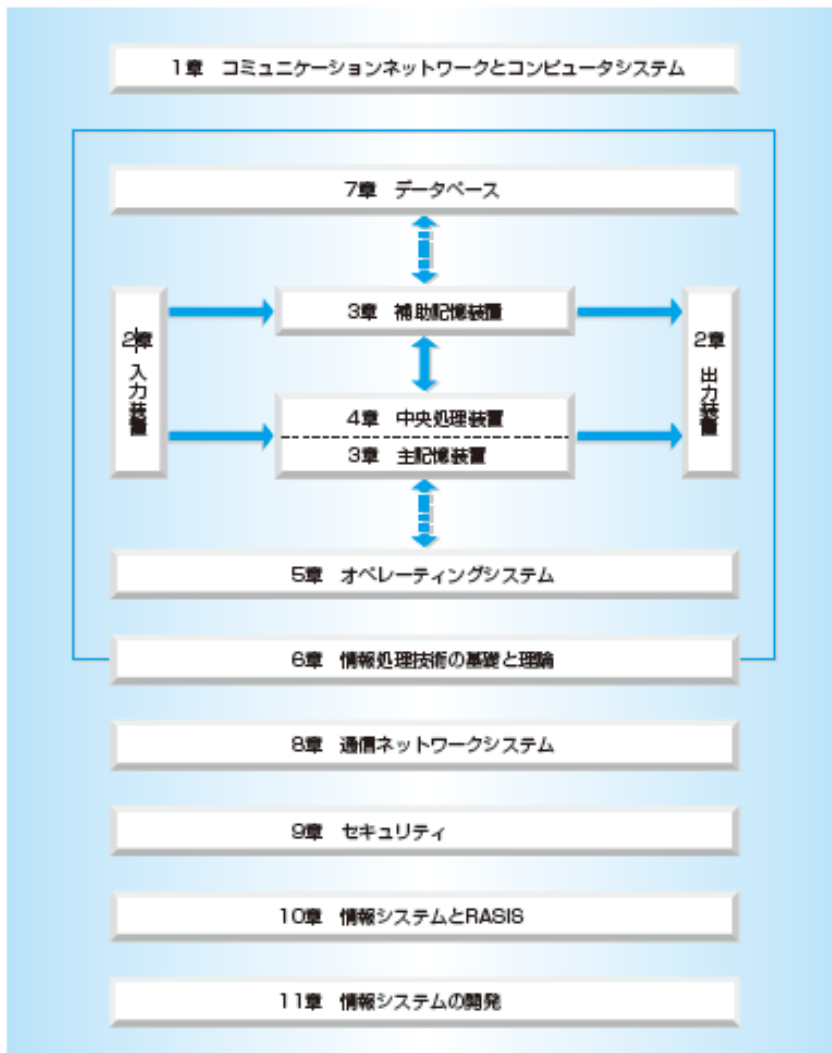
参考文献 *Bibliography* 735

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：コンピュータシステムと情報社会との接点，技術の進展，基礎的な知識の整理と将来展望といった，幅広い内容になっています。初めて学習する人は，3 節「コンピュータの種類と能力」，5 節「コンピュータの構成要素」を学習して，次の第 2 章に進んでも構いません。

● 第 2 章～第 11 章：本書の全体構成図のデータの流れに沿って各章の内容を学習していきます。なお，第 6 章「情報処理技術の基礎と理論」の 1 節「コンピュータ内のデータ表現」の内容は最初に学習することが多いのですが，本書ではハードウェアとソフトウェアを学習した後のほうが，理解が進むと考え，第 6 章で説明しています。



本書の全体構成図

本書の特徴

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、決まり、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（図形文字）とは、英字や数字、かな文字、漢字などを書き込めるという特徴をもっているため、データを表現する方法といえます。このため、コンピュータに入力するデータ出力結果は、多くの場合、文字で表現されています（図2-2）。

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、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。

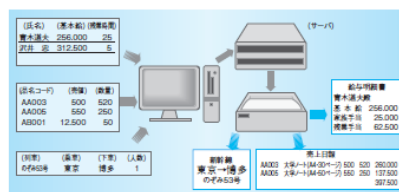


図 2-2 入出力データの表現形式

コンピュータの適用分野の拡大に伴って、文字だけでなく、画像や映像、音声といった各種の電気信号などをデータとして入出力することが必要になってきました。データを簡単に入力したり、さらに使いやすい形式で出力したりするためです。しかし、コンピュータは「0」と「1」を組み合わせたビットパターンで表現された電気信号（ビットデータ）しか処理できないので、文字や図形、音声などのデータをそのまま処理することはできないのです。

「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」ところから説明していき、内部の難しい部分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。

装置の機能

ion
out
ut
es

このため、入力装置は、文字や図形などの入力データをビットデータに変換します。また、出力装置は、ビットデータを文字や図形に変換し、情報として人間が利用できるようにします（図2-3）。

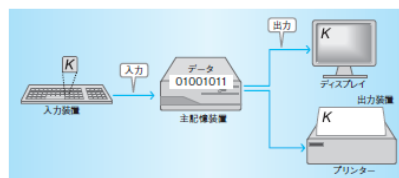


図 2-3 入出力装置の機能

初期の入力装置は、紙カードに穴あけ位置の組合せや、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ーは、ディスプレイと並び、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。

7. Fundamental Technology of AI

7. AIの基礎技術ーディープラーニング・生成AIとはー

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、類似的に会話をすることが出来る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。

第1章7節で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ている生成AIについて基本事項を説明します。現在では、AI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1章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」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ます。例えば、SNSサービスで利用されてきたディープのチャットボット（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、その過程の枠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、「回画像を認識する」などで予測する「分類は既存の回帰と分類、どちらもいう点は共通で、例えばデ

(2) 学習の分類

学習の枠組みの分類として、化学習に分けられます。①**データ**（training data）と

①**教師あり学習**（supervised learning）機械に学習させるための正解（正）に対する正しい答え（正）

CHAPTER 6 情報処理技術の

3

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。

不正アクセス禁止法では、不正アクセス行為を犯罪として処罰の対象としていますが、アクセス対象となるコンピュータの管理者に対しても、不正アクセスに連わら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漏えいさせるなど、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およ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」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いきます。なお、メールの配信制限について、配信停止手続をした人へのメールの送信を禁止する方式を**オプトアウト方式**（opt out）、受信承諾手続をした人以外へのメールの送信を禁止する方式を**オプトイン方式**（opt in）と呼びます。

④情報流通プラットフォーム対応法（特定電気通信による情報の流通によって発生する権利侵害等への対処に関する法律）

掲示板、SNSなどインターネット上に流通した誹謗中傷や、本人の承諾を得ない個人情報の公開などによって、個人の権利が侵害された場合についての法律です。権利侵害が発生した場合のプラットフォーム事業者の責任と免責要件、発信者の情報開示を求める発信者情報開示の迅速化のための手続や裁料の簡略化、問題解決の迅速化のために大規模プラットフォーム事業者に課せられる義務について規定されています。

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、個人情報が行った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、個人情報に係る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、個人本人の求めに応じて情報の開示や訂正、利用停止などを請求することができます。

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。

2. Control Unit

2. 制御装置

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**に分けて見てみる。CPU が実行可能な命令は、**機械語** (machine language: マシン語) である。それぞれの機械語命令は、命令の種類が入る**命令部**と、命令の処理対象データの格納場所が入った**アドレス部** (オペランド部) で構成されている。制御装置は、命令アドレスレジスタと命令レジスタ、命令の内容を**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

Memorandum

機械語命令の形式はこの後の「機械語命令」で詳しく説明します。

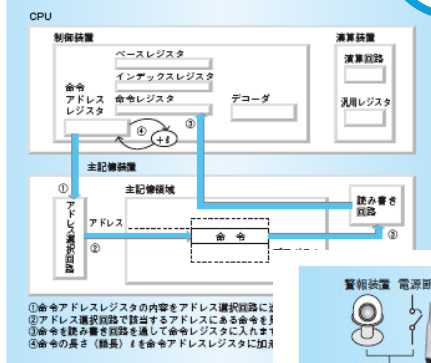


図 4-7 命令取出し段階

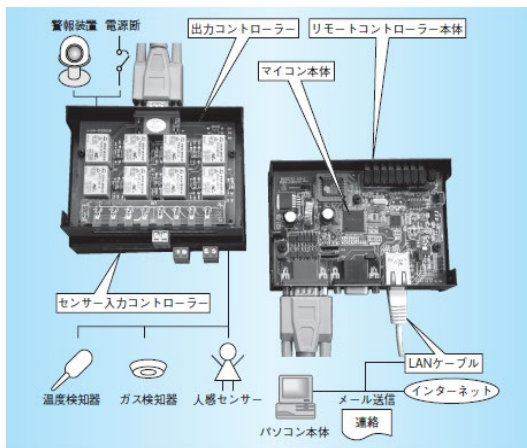
CHAPTER 4 中央処理装置

192

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。



は私たちの身の回りのする機器で、非常に多通じて得られたデータをコンピュータで制に比例して抵抗値が変

センサーはロボットや機械の制御や医療機器、自動車などで使われるほか、低消費電力のものは、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 センサーも利用されています。



マルチコアプロセッサ

Multi-core Processor

Memorandum

構成するコア数によって、デュアルコア（2個）、クアッドコア（4個）、オクトコア（8個）などと呼ばれます。

Memorandum

必要に応じてコアの動作周波数を上げて性能向上させる技術を、ターボブーストといいます。

一つのCPUパッケージの中に複数のプロセッサが搭載されています。個々のプロセッサは単独で動作すると呼ばれます。各コアが処理を分担して並列処理を行うことで、処理能力を高めることができます。マルチコアプロセッサは、CPUを組み合わせたマルチプロセッサと同じように、CPUの性能はクロック周波数を上げることで向上しますが、消費電力や発熱量が増える問題が出てきます。そのため、複数のコアをソフトウェアで上手に制御し、必要に応じて個々のコアの消費電力を抑えながらプロセッサ全体の処理性能を高めることができます。

なお、バスやメモリなど共有する資源の競合（奪い合い）やソフトウェア制御による処理が入ることなどの理由で、コアの個数が2個、4個、8個と増えても、増えた個数に比例してプロセッサ全体の処理性能が上がるわけではありません。

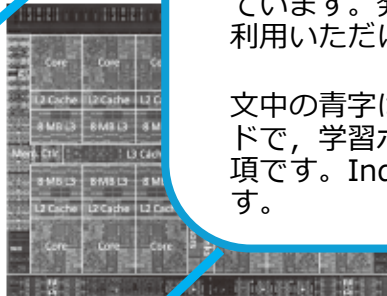


図 4-43 8個のコアで構成されたマルチコアプロセッサ

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。

文中の青字は重要なキーワードで、学習ポイントになる事項です。Index で検索できます。

【研究】量子技術をめぐる話題

情報技術は、半導体技術などと違って量子技術とは無縁と思われていました。電子や光などの量子の性質を応用して計算できるまったく新しいコンピュータが量子コンピュータ^(注)です。この量子コンピュータを中心に量子技術にかかわる話題が昨今急速に増えてきました。例えば、2019年にGoogle社の量子コンピュータが、スーパーコンピュータで1万年掛かる演算を3分20秒で解いたと発表しました。日本でも2021年にIBM Q（第2世代）が川崎市に設置されました。

キーワード（関連項目）	量子技術	従来技術
・量子ビット…電子や光などの量子が二つの状態を同時にもちこたえること（重ね合わせ）を利用して、1でもあり0でもあり、観測することによって初めてどちらかの状態に確定するという性質があります。電子のスピン、光の偏光、原子・原子核のエネルギー単位などを利用しています。一般実用化しているのは、超電導回路方式です。	電子のスピン 観測 どちらかに	フリップフロップ
・量子ゲート…通常のコンピュータの論理ゲートに相当するもの。1量子ビットと2量子ビットに対応した二つの基本ゲートです。量子計算が可能になることが知られています。実際には二つ以外の量子ゲートがいくつつか定義されます。なお、量子ゲートは論理ゲートとは違って、電気信号を左から右へ伝えるものではなく、量子ビットの実現方式に対応した物理的動作になります。	ユニタリゲート 制御ビット 標的ビット 制御NOTゲート	論理ゲート 加算器 (量子コンピュータにも計算機能はあり)
・量子アルゴリズム…量子コンピュータが通常のコンピュータと同じことができることは証明されています。並列計算して、求める結果だけ得られる有用なアルゴリズムがあるかどうか重要です。今のところ、量子コンピュータの提案者の一人のドイチュ自身がジョサとともに発表した「ドイチュ、ジョサのアルゴリズム」「ショアの因数分解アルゴリズム」「グローバのデータベース検索アルゴリズム」など十種類のアルゴリズムが提案されています。	一つの量子ビットは同時二つの状態をもつので、5量子ビットでは $2 \times 2 \times \dots \times 2 = 2^5 = 32$ 種類の値を同時に表現できます。もし、加算器が4桁あれば $32 \times 32 = 1,024$ 回の加算を1回でできるイメージです。観測すると加算の結果は1種類になってしまうので意味はありません。初期の IBM Q はわずか5量子ビットです。	通常のコンピュータでは5ビットは、単に数字0～31のどれか一つの数値を表現するだけです。従来：0～31の数字のどれか量子：5種類の値をもつ $0/1 \ 0/1 \ 0/1 \ 0/1 \ 0/1$
・量子プログラミング…量子ゲートで量子ビットに対する操作を直接指定します。量子ゲートの横の線を含めて横につないでいくイメージなので、「回路を書く」といわれます。	現在は研究者向けの言語が提案または提供されています。命令型と関数型に分かれます。	マシン語、アセンブラ言語、高水準言語。
・エンタングルメント（quantum entanglement）…量子もつれと量子テレポーテーション…量子力学の不確定性原理とともに、量子符号の基本原則とされます。エンタングルメントは、量子ビット間に相関関係を作り出すことです。量子テレポーテーションの原理は、エンタングルメントの関係を量子ビットの情報を離れたところに移動させるという原理です。事物語ではなく、すでに実証実験で成功しています。ただし、瞬間移動するといっても、送信側は受信側に対して、送信側の四つの状態のどれかに該当するかを、別途通常の通信回線を使って伝える必要があります。量子ビットの情報が光の速度を超えて伝わるわけではありません。		

(注) 量子コンピュータには主に次の二種類がありますが、ここでは量子ゲート方式だけを解説しています。
 ・量子ゲート方式（または量子回路方式）：量子ビットを制御するゲート回路を使用して量子計算を実行
 ・量子アニーリング方式：最適化問題を解くために使用されます。量子ビットの状態を徐々に変化させることで、最適解を探索

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、見落としている点などを確認するための穴埋め問題です。

● Check 4 - 1 ●

を実行する装置のうち、①_____と②_____をまとめて、_____装置)といます。①_____は、④_____にある_____の順番に取り出して解読する装置、②_____は、四則演算、比較などを行う装置です。

● Check 4 - 2 ●

成する要素で、制御・演算のために使われ、数ビットから数十ビットを一時的に記憶する回路を①_____といます。また、データ内の動作のタイミングを取るために、規則正しく信号を発生させる回路を②_____といます。

● Check 4 - 3 ●

CPU と主記憶装置との命令やデータのやり取りは、①_____を通して行われ、格納されている場所を示す②_____を主記憶装置に渡すことによって行われます。

Case 4

Case 4-1

CPU 内にあるレジスタを用途に着目してまとめてみよう。

Case 4-2

命令の実行過程を CPU の図の中でもう一度追ってみよう。

Case 4-3

アドレス指定方式の違いを図示しながらまと

知識を実践力へ！

Case は、実際に外に出て、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。

Mini Discussion 4

Mini Discussion 4-1

CPU のクロックやバスに相当するものを身の回りのものから考えてみよう。

Mini Discussion 4-2

コンピュータの中で、レジスタのような高速な記憶装置を、なぜ、もっとたくさん使わないのか考えてみよう。

Mini Discussion 4-3

インタフェースが統一されていないと、どんな問題が起きるか考えてみよう。

Mini Discussion 4-4

入出力インタフェースの新しい規格が登場し、性能向上され続ける理由を考えてみよう。

Mini Discussion 4-5

キャッシュメモリの考え方と同じように行っている作業や動作がほかにないか、考えてみよう。

Mini Discussion 4-6

パイプライン制御や並列処理の考え方は、コンピュータ以外にどんなところで使われているか考えてみよう。

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。

- a. 手で握りやすい形をした入力装置で、ディスプレイのはどれか。
- | | |
|--------|------------|
| ア マウス | イ 電子ペン |
| ウ アイコン | エ ジョイスティック |
- b. 鉛筆などで付けられたマークを読み取る装置はどれか。
- | | |
|-------|-------------|
| ア OCR | イ バーコードリーダー |
| ウ OMR | エ MICR |
- c. 太い線と細い線とを組み合わせて、文字や数字を表示する装置はどれか。
- | | |
|-------------|-------------|
| ア OMR | イ バーコードリーダー |
| ウ イメージスキャナー | エ アイコン |

- a. 騒音が小さく、印字品質が最も高いページプリンターはどれか。
ア ドットプリンター
ウ インクジェットプリンター
- b. 製図など図面を用紙に出す
ア XYプロッター
ウ デジタイザー
- c. 電圧によって分子構造が変えられるか。
ア バーコードスキャナー
ウ タッチパネル
- Check**
CHAPTER 2
- Check-2-1** ①入力装置 ②
③入出力装置 ④入出力イン
- Check-2-2** ①バーコード

CHAPTER 2=====

- Check2-1** ①入力装置 ②出力装置
③入出力装置 ④入出力インタフェース

Check2-2 ①バーコード
②バーコードリーダー (または、バーコードスキャナ)
③POS (または、POS端末)

Check2-3 ①OCR ②OMR
③イメージスキャナ

- Check3-3** ①アクセス ②高速
- Check3-4** ①IC ②ROM ③RAM
- Check3-5** ①SRAM (または、スタティックRAM)
②DRAM (または、ダイナミックRAM)
③リフレッシュ
- Check3-6** ①ROM ②マスクROM
- ③ユーザープログラマブルROM
- ④EPROM ⑤EEPROM (④、⑤は順不同)

CHAPTER 2

(アドバイス) パソコンショップに行って、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。

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

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。

ド (トラックパッド) の説明です。

クの微細な粒子を用紙に直接吹き付けて印字するプリンター

イ：インパクトプリンターの印字方式に関する説明です。
ウ：感熱式プリンターの印字方式に関する説明です。
エ：レーザープリンターの印字方式に関する説明です。

(コンピュータシステムの基礎 第 19 版の Web 参考資料)

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

- ・言葉の誕生からパーソナルコンピュータまで
- ・〔研究〕生成 AI を利用したシステム開発

CHAPTER 4 中央処理装置

- ・機械語プログラムの実行
- ・マイクロプログラム制御
- ・プロセッサアーキテクチャの CISC

CHAPTER 5 オペレーティングシステム

- ・ジョブ管理
- ・ファイルとは
- ・メインフレームのファイル編成

CHAPTER 6 情報処理技術の基礎と理論

- ・AI の基礎技術 式の展開
- ・CNN (畳込みニューラルネットワーク) と RNN (リカレントニューラルネットワーク)

CHAPTER11 情報システムの開発

- ・構造化チャート
- ・ソフトウェア設計・開発手法の“ドメイン駆動”
- ・共通フレーム 2013 について

学びを深めるための Web 参考資料

学習内容に関連する補足事項や、参考となる知識について理解してもらうため、Web で参照できる資料を用意しました。

ご覧になりたいテーマをクリックして、学習にお役立てください。

 「プロセッサアーキテクチャの CISC と RISC」について、参考資料があります。

<https://www.itec.co.jp/support/download/book/konkiso19/index.html>



プロセッサアーキテクチャの CISC と RISC

単純作業を人一倍速く行うのが RISC なのです

(1) CISC

CPU が実行できる命令の種類は、設計時に決められますが、この命令の集まりを**命令セット**といいます。マイクロプログラム制御によって複雑な動作を行う命令を含んだ命令セットをもつコンピュータを **CISC** (Complex Instruction Set Computer ; **複合命令セットコンピュータ**) といいます。

CISC では、マイクロプログラム制御方式で説明した利点がある一方、命令ごとの実行時間が大きく異なるため、実行時間の長い命令の後に続く命令実行が待たされ、パイプライン処理には不向きであるという欠点や、設計が複雑化して処理速度や信頼性の向上が難しいという問題も明らかになってきました。

用語 Index

知りたい用語や内容を素早く探せるため、資料全体の利便性や検索性が向上し、効率的に情報を活用できます。

用語 Index

<記号>			
@記号	391	ADAS	97
		ADSL	507, 511
		ADSL モデム	511
<数字>		AES	524, 570
1G	84	AI	94, 95, 338
1 アドレス命令	196	Ajax	72
1 次記憶	276	ALGOL	285
1 対 1	425	ALL PRIVILEGES	434
1 対多	425	AlphaGo	381
1 の補数	320	ALU	208
1 マシンサイクル	221	AND	336
2G	84	Android	246
2PC	460	AND 回路	368
2PL	452	ANSI	700
2 アドレス命令	196	ANSI/X3/SPARC の 3 層スキーマ構造	442
2 項ファイル	444	APL	288
2 次記憶	276	AR	133
2 進数	313	ARP	536
2 相コミット	460	arp	549
2 相ロック	452	ARPA	477
2 段階認証	596	ARPANET	26
2 の補数	320, 321	ASCII コード	328
2 分探索	277	Atomicity	448
2 分探索法	365	AVI	129
2 分探索木	357	AVL 木	359
2 分木	357		
2 要素認証	596	< B >	
3D スキャナー	112	B* 木インデックス	445
3D セキュア 2D	597	BASIC	286
3D プリンター	126	BCD	326
3G	84	BCP	578
3 アドレス命令	196	BETWEEN 述語	439
3 層クライアントサーバシステム	612	Beyond 5G	84
4G	84	BLE	84, 213
4K・8K 放送	85	Bluetooth	84, 104, 213
5G	84, 478, 514	BMP	129
5 大機能	59	BPR	62
8 進数	316	BSDI	294
10 進演算回路	209	BYOD	579
10 進数	312	B 木	359, 445
16 進数	315	B 木のオーダー	445
32 ビット MPU	87		
		< C >	
< A >		C	287
A/D 変換	374	C++	289
ACID 特性	448	CA	575
Ada	287	CAD	111, 126
		CAD/CAM	126
		CAM	126
		CAPTCHA	574
		CASE	671
		CATV サービス	82
		CCD	158
		CCP	495
		CCU	495
		CD	652
		CD-R	174
		CD-ROM	174
		CD-RW	174
		CG	132
		CGI	542
		ChatGPT	96
		CHECK 制約	435
		CI	652
		CI/CD	74
		CIDR	533
		CIM	65
		CMYK	124
		CNN	394
		COBOL	285
		COCOMO	691
		CODASYL	285
		COMMIT 文	441
		Consistency	448
		cookie	543
		CP/M	242
		CPU	59, 188
		CPU バウンド	262
		CRC 方式	628
		CREATE ROLE 文	434
		CREATE TABLE 文	432
		CREATE VIEW 文	433
		CRL	576
		CROSS JOIN	420
		CRT ディスプレイ	118
		CRYPTREC	585
		CSIRT	579
		CSMA/CA	523
		CSMA/CD 方式	520
		CUI	137
		< D >	
		D/A 変換	375
		DAT	269

(ご参考) 第 19 版の改定概要

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。

全体 新しい情報処理技術者試験のシラバス（以下、シラバス）や試験問題で使われる用語の表記方法に合わせ、読みやすくなる修正をしました（「デジタル」→「デジタル」、「ユーザ」→「ユーザー」など）。また、改訂内容に合わせて、Check と章末問題を修正・入替えました。

第 1 章 情報社会の進展や新しい IT の利活用に関して、全般的に説明を見直し、生成 AI に関する説明を追加し、システム開発に関して、DevOps とノーコード／ローコード開発の説明を追加しました。また、コンピュータ発達史である旧 7 節「言葉の誕生からパーソナルコンピュータまで」と、新たな資料「生成 AI を利用したシステム開発」を Web 参考資料としました。

第 2 章 シラバスの改訂内容に沿って、入力／出力装置とユーザーインタフェースの説明を修正し、メタパースやピクトグラムなどを追加しました。

第 3 章 記憶装置の容量やアクセス速度など新しい製品の内容で修正し、フラッシュメモリのウェアレベリングと FeRAM を追加しました。

第 4 章 CPU 内部の動作説明を基本的に残し、旧試験用アセンブラ言語 CASL で説明していた内容を一般的な説明に修正しました。

第 5 章 新たに登場した OS の Windows 11 やウェアラブル OS を追加しました。旧第 7 章のファイル編成の一部説明をこの章に移動し（他は Web 参考資料）、言語プロセッサ、仮想化技術の説明を修正しました。

第 6 章 全体に渡って図表を見やすくする修正をしました。AI 技術の理論的根拠を示す式の展開に関する説明と、ニューラルネットワークの CNN と RNN を Web 参考資料にしました。

第 7 章 章タイトルを「データベース」に変更して、全体を新たな説明で書き換えました。データモデル、データベース管理システム、SQL、同時実行制御について、基礎から応用までの知識を説明しました。

第 8 章 通信サービス、HTTP セッションの例、IPv6、QUIC の説明を追加・修正し、ネットワーク管理の arp, dig, traceroute コマンドを追加しました。

第 9 章 章タイトルを「セキュリティ」に変更し、シラバス内容に従った説明順序にしました。AI 関連を含めたサイバー攻撃、セキュリティ関連ガイドライン、認証技術の説明を追加しました。

第 10 章 システムの信頼性に関してフォールトマスキングと、RAID10 と RAID50 の説明を追加しました。

第 11 章 スクラム、DevOps、UX デザイン、オブジェクト指向の SOLID 原則、情報流通プラットフォーム対処法、システム監査／管理基準の説明を修正しました。従来からあった構造化チャート、共通フレームの説明と、新たに解説したドメイン駆動の説明を Web 参考資料としました。