

# コンピュータ科学序説

—コンピュータは魔法の箱ではありません  
—そのからくり教えます—

博士(学術) 米村 俊一 共著  
工学博士 徳永 幸生

コロナ社

# まえがき

本書は、現代社会を支えわれわれの生活に大きなインパクトを与えてくれるコンピュータについて、事前知識のない人にも理解できるように書いた初学者向けの入門書です。

コンピュータの出現によって、われわれの生活レベルはコンピュータ以前とは次元が違うほどに大きく変貌へんぼうしました。パーソナルコンピュータはもとより、スマートフォンやゲーム機、インターネットやSNS、ロボットや自動運転車など、われわれが身近に使っている機器やサービスの根幹部分においてコンピュータが使われています。もはや、コンピュータは現代の神器であるといっても過言ではなく、あらゆる産業分野の基盤であり、われわれにとっては不可欠な存在です。

では、われわれの生活を支える不可欠な存在であるコンピュータとは、一体どのようなものなのでしょうか？ どのような仕組みで動いているのでしょうか？ なぜあのように高度な情報処理ができるのでしょうか？ コンピュータの将来はどうなっていくのでしょうか？

もちろん、コンピュータは魔法の箱などではありません。人間が作り上げた機械です。一言でいえば、現代のコンピュータとは on/off の機能をもつスイッチの塊です。しかし、そのスイッチの使い方に関して、多くの先人達の英知が詰まっています。数学や論理学、工学から心理学に至るまで、多くの学問分野の知見がぎっしりと詰まっているのがコンピュータなのです。

本書では、コンピュータに少しでも興味をもつ読者に、コンピュータが生まれた背景、コンピュータの原理や基本動作、ソフトウェアやネットワークの仕組みなど、コンピュータに関する基本知識を網羅的に学んでもらうことを目的としています。本書を通じてコンピュータに関する最低限の基礎を学び、さら

にその先にあるさまざまな専門書を理解していただきたいと思っています。

コンピュータを構成する基本的な要素は、大別すればハードウェアとソフトウェアですが、もう少し詳しく見れば、例えば Windows とか Macintosh とか呼んでいるオペレーティングシステム、ネットワークに接続するための通信制御、機器の操作性を決めるインタラクションなど、多岐にわたります。これらの要素は、それぞれが単独で存在するわけではなく、相互に関わりながら高度で多彩な機能が実現されています。

本書では、これら各分野の基本技術について、相互の有機的な関連をもたせながら学んでもらうため、コンピュータが開発され、発展してきた歴史的な経緯を基軸とし、この歴史的流れに沿ってコンピュータの基本概念を学んでもらうことを狙っています。

本書は、コンピュータとはどのような機械なのか (1章)、ハードウェアはどのような構造なのか (2章)、機械に計算させるための原理 (3章)、コンピュータの中で情報はどのような形で表現されているのか (4章)、プログラムとはどのようにしてつくるのか (5章)、オペレーティングシステムとはなにか (6章)、コンピュータはどのようにして通信するのか (7章)、使いやすいコンピュータとはなにか (8章)、という構成となっています。前半の1章～4章を米村が、後半の5章～8章を徳永が担当しました。

是非、本書を最後まで読み通していただき、コンピュータという現代における強力な道具を十分に使いこなす契機としていただきたいと思います。

2019年2月

著 者

# 目 次

## 1. コンピュータとは

1.1	コンピュータの社会的意義	1
1.1.1	情報技術は感動を生み出す	2
1.1.2	情報技術は新しい産業創出の源である	4
1.1.3	情報技術はコミュニケーション革命をもたらす	5
1.2	コンピュータのルーツ — 手動式計算機械から現代型コンピュータへ	7
1.2.1	手動式計算機械の時代	7
1.2.2	現代型コンピュータへ	9
1.3	現代型コンピュータは2進数で動く	11
1.4	スーパーコンピュータと人工知能	12
1.4.1	高速計算へのかぎりない需要とスーパーコンピュータ	12
1.4.2	『人工知能』が支配する近未来 — 2045年問題 (シンギュラリティ) —	13
1.4.3	情報工学の役割	13
	1章の参考文献	15

## 2. コンピュータのハードウェア構成

2.1	計算する機械の概念	16
2.1.1	チューリングマシン	16
2.1.2	状態遷移図	17

2.2	世界初のコンピュータ ENIAC (エニアック) .....	21
2.3	ノイマン型コンピュータ .....	24
2.4	ハードウェアとソフトウェアとの分離 .....	28
2.5	コンピュータアーキテクチャ .....	32
2.5.1	コンピュータアーキテクチャとは .....	32
2.5.2	システムアーキテクチャ .....	33
2.5.3	コンピュータアーキテクチャの目標 .....	34
2.5.4	ハードウェアとソフトウェアのトレードオフ .....	34
2.6	高性能コンピュータ .....	35
2.6.1	高性能コンピュータへの期待 .....	35
2.6.2	スーパーコンピュータ .....	35
2.6.3	次世代コンピュータ .....	37
	2章の参考文献 .....	37

### 3. 計算する機械の原理 —論理代数と論理演算—

3.1	記号論理学とは .....	38
3.1.1	論理学とその記号化 .....	38
3.1.2	論理演算と真理値表 .....	39
3.2	命題論理 .....	42
3.3	ブール代数 (論理代数) .....	44
3.3.1	論理変数 .....	44
3.3.2	ブール代数の公式 .....	45
3.3.3	ブール代数を用いた推論のプロセス .....	46
3.4	論理演算を実現する論理回路 .....	47
3.4.1	NOT 演算回路 .....	48
3.4.2	AND 演算回路 .....	50
3.4.3	OR 演算回路 .....	53

3.4.4	論理回路と回路記号	55
3.5	組合せ回路	57
3.5.1	半加算器	57
3.5.2	全加算器	58
3章	の参考文献	60

## 4. 情報の表現

4.1	コンピュータ内での数値表現	61
4.1.1	10進数と2進数/8進数/16進数	62
4.1.2	基数変換—10進数と2進数/8進数/16進数—	65
4.2	補数表現と浮動小数点表示	71
4.2.1	補数表現	71
4.2.2	補数を用いた減算	73
4.2.3	2進数の補数の計算方法	75
4.2.4	浮動小数点表示	77
4.3	文字と記号の表現	80
4.4	情報量とは	81
4.4.1	情報量とビットの概念	82
4.4.2	情報のエントロピー	83
4.5	アナログからデジタルへ—アナログ/デジタル変換—	84
4.6	デジタルデータの符号化と圧縮	88
4章	の参考文献	89

## 5. コンピュータのソフトウェア構成

### —プログラミング言語およびアルゴリズムとデータ構造—

5.1	プログラミング言語	90
-----	-----------	----

5.1.1	言語の特性	90
5.1.2	モデル駆動開発	92
5.1.3	プログラミング言語の発展	93
5.1.4	プログラミング言語のモデル	95
5.1.5	プログラミング言語に関わるいくつかの補足	98
5.2	アルゴリズム + データ構造 = プログラミング	99
5.3	アルゴリズム	99
5.3.1	アルゴリズムの設計指針 — 構造化プログラミング —	100
5.3.2	アルゴリズムの表現手段 — 構造化チャート —	101
5.3.3	アルゴリズムの評価尺度 — 計算量理論 —	102
5.4	データ構造	104
5.4.1	データ構造の体系	104
5.4.2	データ構造を規定する四つの基準	105
5.4.3	いろいろなデータ構造の例	106
5章	の参考文献	108

## 6. オペレーティングシステム

6.1	オペレーティングシステムの定義	109
6.2	オペレーティングシステムの役割	110
6.3	オペレーティングシステムの誕生と意義	113
6.4	さまざまなオペレーティングシステム	116
6.5	オペレーティングシステムに関わるいくつかの補足	119
6章	の参考文献	121

## 7. コンピュータネットワーク

7.1 通信ネットワークの発展	122
7.1.1 電話網 —アナログ通信網からデジタル通信網へ—	123
7.1.2 移動通信ネットワーク —ケータイそしてスマートフォンへの道—	124
7.1.3 コンピュータネットワークの台頭	126
7.2 コンピュータネットワーク	128
7.2.1 LAN	128
7.2.2 無線 LAN	130
7.2.3 パケット通信	131
7.3 インターネット	132
7.3.1 インターネットの誕生	132
7.3.2 通信プロトコル	133
7.3.3 IP アドレスと DNS	135
7.3.4 インターネットの基本的な仕組み	136
7.4 コンピュータネットワークに関わるいくつかの補足	143
7章の参考文献	146

## 8. メディアとヒューマンインタフェース

8.1 メディア処理 —デジタルメディアの基本構造とその処理方法—	148
8.1.1 情報の圧縮/符号化	148
8.1.2 情報の生成・合成	152
8.1.3 情報の認識・検索	155
8.2 マルチメディアインタフェース —もっと便利に、もっと楽しいメディア—	157



8.2.1	仮想現実感 (VR) .....	159
8.2.2	拡張現実感 (AR) .....	162
8.2.3	ウェアラブルコンピュータ (WC) .....	164
8.3	人間中心設計 —使いやすいコンピュータシステムを設計する世界標準— .....	166
8.3.1	人間工学, ヒューマンインタフェース (HI), ヒューマンコン ピュータインタラクション (HCI) .....	167
8.3.2	二重インタフェースモデル .....	169
8.3.3	ユニバーサルデザイン (UD) .....	172
8.4	人工知能と 2045 年問題 (シンギュラリティ) —人工知能が抱える問題— .....	174
	8 章の参考文献 .....	177
	<b>索 引</b> .....	178

---

---

# 1

# コンピュータとは

---

---

この章では、コンピュータとはどのような機械なのか、コンピュータの社会的な意義、コンピュータ開発の歴史、現代型コンピュータの特徴、スーパーコンピュータと人工知能について概説します。

## 1章のキーワード：

コンピュータ、情報工学、バベッジの階差機関、チューリングマシン、ENIAC、ノイマン型コンピュータ、ブール代数、2進数、スーパーコンピュータ、人工知能、シンギュラリティ

## 1.1 コンピュータの社会的意義

現代社会において、コンピュータはわれわれの生活の中に深く浸透し、幅広く使われています。われわれが日々使っている時計や電話機、電子レンジや洗濯機、自動車や航空機など、コンピュータが使われていない電子機器はないといっても過言ではなく、もはやコンピュータがなければ日々の生活は成り立たないでしょう。

コンピュータを駆使してさまざまな価値を生み出す**情報技術**（information technology, **IT**）は、現代社会を支える重要な社会基盤となっています。さまざまな情報技術が発展する中で、その原動力となってきたのが**コンピュータ科学**（computer science）と**情報工学**（information engineering）です。

コンピュータ科学と情報工学という言葉が、たがいに明確に区別して使われることは多くありませんが、実は科学（science）と工学（engineering）ではその目的が異なるのです。科学の目的は、その研究対象である自然現象や社会

## 2 1. コンピュータとは

現象を生じさせている基本原理や基本構造を明らかにするという、「真理の探究」です。一方、工学の目的は人間を幸福に導くことにあり、人間が抱える課題を解決するために有用な事物や環境を構築することを目指します。

したがって、人類の幸福という目的を達成するために科学で得られた成果を用い、「役に立つ」事物や環境を生み出すのが工学です。つまり科学においては、得られた結果がすぐに人間の役に立つかどうかは問わず、真理が探究できていれば目的を達成したことになります。一方、工学では、得られた結果が人間の役に立たなければ、その目的を達成したことにはなりません。

現代社会に生きるわれわれが日々恩恵を享受している情報技術は、コンピュータ科学と情報工学が車の両輪のように関わる中で生まれたものであり、現在もなおそのような関係を維持しながら発展をつづけています。

つまり

「情報技術(IT)」=「コンピュータ科学(CS)」+「情報工学(IE)」  
ということです。

情報技術は「情報」を生成/伝達/蓄積/変換するための方法論であり、例えば、空想の世界をリアルに具現化するようなコンピュータグラフィックス、大量のメッセージを速く間違いなく遠隔地に届けるようなデジタル通信技術、クレジットカード情報や銀行預金など重要なデータを安全に保管するデータベース技術、人間が話す言葉を聞き取って質問に答える対話技術や人工知能技術など、われわれに感動を与えたり、新しい産業を創出したり、またコミュニケーションに革命をもたらすなど、われわれの生活を支える必要不可欠な技術なのです。

### 1.1.1 情報技術は感動を生み出す

映画や音楽、小説など、人に感動を与えるモノやコトはさまざまありますが、情報技術はその感動を生み出す場面で大きな力となっています。例えば、世界的にヒットした映画「タイタニック」(1997年に公開)は映画が制作された当時、先端 VFX (visual effects) 技術の博覧会といわれたほどでした。この

映画では、タイタニック号の沈没シーンにおいて船首が大きく傾いて乗客が落下していく様子をコンピュータグラフィックス（computer graphics, **CG**）技術で生成していますが、このシーンがスタントマンによる映像なのかCGで生成した映像なのか一見ただけでは区別がつかないほどの映像クオリティでした。コンピュータの性能が大きく向上した1990年代、映画を制作する過程でCG技術が用いられ始め、いまでは驚きと感動を与える映画制作にCGはもはや不可欠な技術となりました。

一方、音楽の世界でもコンピュータ技術は欠かせない存在となっています。特にパーソナルコンピュータ（略してパソコン、あるいはPCと呼ぶこともある）が広く普及した1990年代になると、DTM（desk top music）というコンピュータを用いる音楽環境が出現しました。DTMでは、パソコンに音源モジュール（さまざまな楽器の音を収録したデータユニット）とミュージックシーケンスソフト（音符などの音楽データを生成・蓄積・加工できるソフトウェア）を装備すれば、机上で楽曲を制作することが可能です。パソコンの画面で音符を入力して楽譜を作成し、楽譜の各パートにパソコン上で音源を割り当てることで、制作した曲をすぐに試聴することが可能です。DTMでの作曲はパソコン上で曲データをつくることに他ならないため、楽器の構成を変更することも容易です。例えば、作曲した楽曲のギターパートを、エレキギターからアコースティックギターに変更すれば、それぞれ違った楽器構成による曲をパソコン上で簡単に制作することができ、その場で曲を聴き比べることも容易となります。現在ではプロのミュージシャンの多くがDTMを使用する時代となりました。

その他にも、さまざまなコンピュータがわれわれの日常生活に潤いを与えています。近年、将棋や囲碁などはコンピュータ技術の進歩、とりわけ人工知能の進歩に伴って人間を超えるまでに進化しました。チェスの世界では、1997年にIBMのコンピュータ、ディーブブルー（Deep Blue）がチェスの世界チャンピオンであるガルリ・カスパロフを破り世の中に衝撃を与えました。チェスよりも複雑で人間を超える機械は現れないといわれていた将棋においても、コ

#### 4 1. コンピュータとは

コンピュータ将棋ポナンザがプロ棋士の佐藤天彦名人を破りました（2013年）。さらに、将棋よりも圧倒的に複雑である囲碁においても、コンピュータ囲碁アルファ碁が囲碁の世界チャンピオン、李世石（イ・セドル）を2017年に破りました。もはや、ボードゲームにおいては、人間はコンピュータには勝てないまでにコンピュータ技術が進展しました。

テクスチャマッピングという技術を用いて建築物などに映像を映し出すイベント、コンピュータ制御の舞台照明や音楽の演出、花火大会での花火の着火のタイミング調整にもコンピュータ制御が使われています。

このようにコンピュータは、われわれが日々の生活を楽しく感動的に過ごす上で欠かせないさまざまな恩恵を与えてくれる存在となっています。

##### 1.1.2 情報技術は新しい産業創出の源である

1900年代初頭から情報技術をリードしてきたアメリカでは、情報技術を武器として成長するベンチャー企業が生まれましたが、その中から、いまや世界経済を牽引するほどの巨大企業にまで大きく発展した企業が複数存在します。例えば、マイクロソフト、アップル、グーグル、アマゾン、フェイスブックなど、その名を知らない人はほとんどいないでしょう。情報技術を武器とするいわゆるIT企業では経営者が若年であることも特徴的で、このことはIT企業が1900年代後半から急成長した証です。マイクロソフトを創業したビル・ゲイツ、アマゾンを創業したジェフ・ベゾス、フェイスブックを創業したマーク・ザッカーバーグなど、若くして彼らが立ち上げた会社は世界でも有数の優良企業へと成長しています。

日本国内では1982年秋に16ビットマイクロプロセッサを搭載したパソコンPC-9800シリーズ（NEC）の販売が始まり、さまざまな企業のオフィスでパソコンが使われ出しました。1990年代中盤には16ビットパソコンが広く世界に普及し、もはやコンピュータは科学技術の専門家のための機器ではなく、一般的なオフィス機器として広く普及していきます。この動きに合わせ、マイクロソフト社は16ビットパソコン用のOSとして、それまでのCUIに代わっ

て初心者でも扱いやすい GUI を提供する Windows95 を発売し、パソコンの売上げに拍車をかけました。また、1990 年代にはインターネット用のブラウザが複数社から提供され、コンピュータのネットワーク化が進みます。アメリカの検索サービス提供会社である Google は、1997 年にインターネット検索サービスを開始し、これ以降コンピュータをネットワークに接続してさまざまなサービスを利用する、現代型のコンピュータの利用スタイルが確立していきます。このような一連の技術的な発展と連動する形で、日本国内の情報サービス産業が大きな発展を遂げています。

さらに 2010 年には世帯保有率が 10% 程度であったスマートフォンが急速に普及し、2015 年ごろには世帯保有率が 70% を超えるまでに一気に普及しました。スマートフォンが世の中に登場する以前の携帯電話でもインターネットに接続する機能はありましたが、携帯電話はあくまでも電話機であって、その付属機能としてインターネットアクセスができるというものでした。しかし、スマートフォンは従来の携帯電話とは機器のコンセプトが異なります。スマートフォンは、インターネット接続機能を有するコンピュータに電話機能を搭載した機器であり、OS もモバイルコンピュータとしての汎用 OS を搭載しています。2016 年になるとパソコンの世帯保有率とスマートフォンの世帯保有率がほぼ一致します。そして、特に若年層においては、パソコンには触ったことがないがスマートフォンは日常的に使用しているといった、従来のコンピュータユーザには見られなかった傾向が現れるようになりました。1988 年には 2 兆円規模だった情報サービス産業の売上げが 2017 年には 11 兆円を超える規模にまで急成長してきた理由が、このようなコンピュータ技術の進展にあることがわかります。コンピュータを核とした情報技術は、新しい産業創出の源であり、その傾向は今後もさらに加速することでしょう。

### 1.1.3 情報技術はコミュニケーション革命をもたらす

情報技術は、コミュニケーションの分野でも革命的な変化をもたらしました。アナログ電話など、従来技術で運用されていた通信網が情報技術を用いて

# 索引

<b>【あ】</b>	<b>【お】</b>	<b>【く】</b>
アクセスポイント 130	オブジェクトコード 94	組合せ回路 57
アセンブリ言語 30, 94	オブジェクト指向モデル 96	クライアント/サーバシス
アダプタ 130	オペレーティングシステム 34, 110	テム 127
アナログ 84	音声合成 153	クラウド OS 117
アプリケーション層 138	音声コーパス 153	クラウドプロバイダ 117
アプリケーションプログラ ム 114	オンラインリアルタイム 処理 126	グラフ 107
アラン・ケイ 31		グラフィカルユーザインタ フェース 31
アルゴリズム 99	<b>【か】</b>	クロード・シャノン 9, 39
アルゴリズム工学 104	階差機関 8	<b>【け】</b>
アルファ基 4, 12	回路記号 55	計算可能性 103
<b>【い】</b>	可逆型符号化方式 88	計算量理論 102
イーサネット 128	拡張現実感 162	形式言語 91
位置透過 117	仮数部 77	形式言語理論 91
インターネット 132	仮想現実感 159	減基数の補数 72
インターネット層 137	可搬性 94	原子命題 42
インターネットプロトコ ル 134	感覚モダリティ 157	<b>【こ】</b>
インタプリタ 91, 94	関数型モデル 95	光学的文字読取り装置 155
インタラクション 158	<b>【き】</b>	高水準言語 94
インフラストラクチャ 122	偽 39	構造化言語 101
韻律モデル 153	木 106	構造化チャート 101
<b>【う】</b>	機械語 93	構造化プログラミング 100
ウェアラブルコンピュータ 164	記号論理学 38	構造化文 101
腕時計型 WC 164	基数 62	構造体 106
<b>【え】</b>	基数の補数 71	構造データ型 105
演算装置 25	基数変換 65	高能率符号化 148
エントロピー 84	基本3構造 101	コーパスベース音声合成 153
	基本データ型 105	コンパイラ 91, 94
	キャラクタユーザインタ フェース 31	コンピュータ 1
	キュー 107	—の5大機能 28

コンピュータアーキテクチャ	32	スタック	107	ディープブルー	3, 12
コンピュータウイルス	144	スーパーコンピュータ	12, 35	データ型	105
コンピュータ科学	1	スマートフォン	125	データグループ	160, 161
コンピュータグラフィックス	3	スループット	112	データ構造	99, 105
				手続き型モデル	95
		<b>【せ】</b>		<b>【と】</b>	
<b>【さ】</b>		正確さ	103	等価問題	103
サブネットアドレス	138	制御装置	25	道具型システム	171
サブネットマスク	139	セキュリティホール	145	トップダウンアプローチ	
サブネットワーク	138	ゼロックスアルト	31		100
サンプリング定理	86	全加算器	58	ドメイン名	136
指数部	77			トラッキング技術	160
		<b>【そ】</b>		トランジスタ	29
<b>【し】</b>		双対性	45	トランスポート層	137
システムアーキテクチャ	33	ソースコード	94	トランスレータ	91, 94
システムコール	112	ソフトウェア	34		
シースルー型 HMD	162			<b>【な】</b>	
自然言語	90	<b>【た】</b>		名前解決	136
収穫加速の法則	175	第三世代	125	名前形式	135
集積回路	29	ダイナブック	31	ナローバンド	143
主記憶装置	25	タイムシェアリングシステム	126		
出力装置	25	テム	126	<b>【に】</b>	
循環小数	64	ダグラス・エンゲルバート	31	二重インタフェースモデル	169
順序回路	57	タブレット端末	125	入力装置	25
状態遷移図	17	ターンアラウンドタイム	112	人間工学	167
情報	14	段階の詳細法	100	人間中心設計	166
情報技術	1			<b>【ね】</b>	
情報工学	1, 14	<b>【ち】</b>		ネットワークインタフェース層	136
情報量	82, 82	チャールズ・バベッジ	8	ネットワークトポロジー	128
情報理論	82	中央処理装置	25		
ジョージ・ブール	9	チューリングマシン	9, 16	<b>【の】</b>	
ジョン・スカリー	32			ノイマン型コンピュータ	10, 24
ジョン・フォン・ノイマン	10	<b>【つ】</b>			
真	39	通信プロトコル	133	<b>【は】</b>	
シンギュラリティ	13, 174	ツリー	106	倍精度	77
人工言語	90			排他的論理和	55
人工知能	12, 174	<b>【て】</b>		バイト	64, 81
真理値表	40	デジタル	84		
<b>【す】</b>		デジタルコンピュータ	9		
スター型	128	停止問題	103		



- |                 |         |                  |     |               |        |
|-----------------|---------|------------------|-----|---------------|--------|
| ハイパーテキスト        | 140     | プロバイダ            | 133 | モデル駆動開発       | 92     |
| ハイパーリンク         | 140     | 分散OS             | 117 | モバイル型AR       | 163    |
| 配列              | 106     | 分散型通信システム        | 133 | 問題向きデータ構造     | 105    |
| パケット            | 131     | 分散処理システム         | 127 |               |        |
| パケット通信          | 131     |                  |     | <b>【ゆ】</b>    |        |
| バス型             | 128     |                  |     | ユニバーサルデザイン    | 172    |
| パーソナルコンピュータ     |         |                  |     | ユニバーサルデザイン7原則 | 172    |
|                 | 31, 114 |                  |     |               |        |
| バッチ処理/リモートバッチ処理 | 126     | <b>【へ】</b>       |     |               |        |
| ハードウェア          | 34      | 平均情報量            | 84  |               |        |
| 半加算器            | 58      | ヘッダ情報            | 128 |               |        |
| 万能チューリングマシン     | 21      | ヘッドマウントディスプレイ    |     |               |        |
|                 |         | レイ               | 159 |               |        |
|                 |         |                  |     | <b>【ら、り】</b>  |        |
| <b>【ひ】</b>      |         | <b>【ほ】</b>       |     | ライスの問題        | 103    |
| 非可逆型符号化方式       | 89      | 補助記憶装置           | 25  | リアルタイムOS      | 116    |
| 光タイプ            | 143     | 補数表現             | 71  | 離散コサイン変換      | 150    |
| 秘書型システム         | 171     | ホスト              | 138 | リスト           | 106    |
| ビット             | 81      | ホストアドレス          | 139 | リストバンド型WC     | 164    |
| ヒューマンインタフェース    |         | 没入感              | 160 | 量子化           | 84, 86 |
|                 | 167     |                  |     | 量子化誤差         | 86     |
| ヒューマンコンピュータ     |         | <b>【ま】</b>       |     | 量子化ノイズ        | 87     |
| インタラクション        | 167     | マルウェア            | 144 | 量子コンピュータ      | 37     |
| 標準化             | 84, 85  | マルチコアプロセッサ       | 36  | リング型          | 128    |
|                 |         | マルチメディアインタフェース   | 158 |               |        |
|                 |         | マルチメディア情報        | 158 | <b>【る、れ】</b>  |        |
| <b>【ふ】</b>      |         | マルチモーダル          | 158 | ルートサーバ        | 136    |
| 負荷分散            | 117     | マルチモーダルインタラクシオン  | 158 | レイヤ1          | 137    |
| 複合現実感           | 159     | マルチモーダルコミュニケーション | 158 | レイヤ2          | 137    |
| 複合命題            | 43      |                  |     | レイヤ3          | 137    |
| 複雑性             | 103     |                  |     | レイヤ4          | 138    |
| 符号化             | 84, 87  |                  |     | レスポンスタイム      | 112    |
| 符号化処理           | 88      | <b>【む】</b>       |     |               |        |
| 符号部             | 77      | ムーアの法則           | 29  | <b>【ろ】</b>    |        |
| 浮動小数点           | 71      | 無線LAN            | 130 | 論理演算          | 40     |
| 浮動小数点表示         | 77      |                  |     | 論理回路          | 44, 47 |
| プラットフォーム        | 121     | <b>【め】</b>       |     | 論理型モデル        | 96     |
| ブル代数            | 9, 44   | 命題               | 39  | 論理結合子         | 43     |
| プログラミング言語       | 90      | 命題論理             | 42  | 論理積           | 43     |
| プログラム可変内蔵方式     | 24      | 眼鏡型WC            | 164 | 論理代数          | 42     |
| ブロードキャスト        | 128     | メモリ              | 25  | 論理否定          | 43     |
| プロトコル階層         | 136     |                  |     | 論理変数          | 44     |
| ブロードバンド         | 143     | <b>【も】</b>       |     | 論理和           | 43     |
|                 |         | 文字コード            | 80  |               |        |
|                 |         |                  |     | <b>【わ】</b>    |        |
|                 |         |                  |     | ワイファイ         | 130    |

<b>【A~C】</b>	ID 情報	128	TSS	126	
ADSL タイプ	143	IEEE 754	79	<b>【U, V】</b>	
AI	12, 174, 174	IoT	176	UD	172
AND 回路	50	IPv4	135	UDP	138
AP	114	IPv6	135	UIMS	113
API	111	IP アドレス	135	UNIVAC1	11
AR	162	IP 電話	144	UNIX	118
ARPAnet	133	ISDN	124	URL	140, 141
ASCII コード	80	IT	1	VoIP	144
BASIC	30	<b>【J】</b>		VoIP アダプタ	144
CATV タイプ	143	JavaVM	119	VR	159
CG	3	Java 仮想マシン	119	<b>【W】</b>	
COBOL	30	Java バイトコード	119	WC	164
CPU	25	JPEG	150	W-CDMA	125
CSMA/CD 方式	128	JUNET	133	Web	139
CUI	4, 31, 114	<b>【L~N】</b>		Web ブラウザ	141
C 言語	30	LAN	128	Wi-Fi	130
<b>【D~G】</b>		LTE	125	world wide web	139
DCT	150	MAC アドレス	128	WWW	139
DNS	136	N <sup>2</sup> 型	104	<b>【X, Y】</b>	
EDSAC	11	NAND 回路	51	Xerox Alto	31
EDVAC	11	NOR 回路	51	XNOR	57
ENIAC	10, 21	NOT-AND 回路	51	XOR	55
FORTRAN	30, 94	NOT-OR 回路	51	YCbCr 形式	150
FTP	138	NOT 演算	48	<b>【数字】</b>	
FTTH	143	NOT 回路	50	10 進数	61, 62
GUI	5, 31, 114	N 進数	61	10 進法	61
<b>【H】</b>		<b>【O~T】</b>		16 進数	62, 64
HCD	166	OCR	155	2045 年問題	13, 176
HCI	167	OR 回路	50	2 <sup>N</sup> 型	104
HI	167	OS	4, 34, 110	2 進数	61, 62
HMD	159, 160	OSI 基本参照モデル	133	3G	125
HTML	141	PC	31, 114	5G	126
HTTP	138, 141	PPP	137	4 ビット	77
https	141	RGB 形式	150	8 進数	62, 64
Huffman 符号化	89, 149	Run-Length 符号化	89, 152		
<b>【I】</b>		SMTTP	138		
IC	29	TCP	138		
		TCP/IP	135		

— 著 者 略 歴 —

米村 俊一 (よねむら しゅんいち)  
1985年 新潟大学大学院修士課程修了  
(電気工学専攻)  
1985年 日本電信電話株式会社勤務  
2008年 博士(学術)(早稲田大学)  
2012年 芝浦工業大学教授  
現在に至る

徳永 幸生 (とくなが ゆきお)  
1973年 東京工業大学大学院修士課程修了  
(化学工学専攻)  
1973年 日本電信電話株式会社勤務  
1984年 工学博士(東京工業大学)  
1999年 芝浦工業大学教授  
2013年 芝浦工業大学名誉教授

## コンピュータ科学序説

— コンピュータは魔法の箱ではありません— そのからくり教えます—

Introduction to Computer Science © Shunichi Yonemura, Yukio Tokunaga 2019

2019年4月5日 初版第1刷発行



検印省略

著 者 米 村 俊 一  
徳 永 幸 生  
発 行 者 株式会社 コロナ社  
代 表 者 牛 来 真 也  
印 刷 所 三 美 印 刷 株 式 会 社  
製 本 所 有 限 会 社 愛 千 製 本 所

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 978-4-339-02892-8 C3055 Printed in Japan

(金)



< 出版者著作権管理機構 委託出版物 >

本書の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。複製される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構(電話 03-5244-5088, FAX 03-5244-5089, e-mail: info@jcopy.or.jp)の許諾を得てください。

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います。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いません。落丁・乱丁はお取替えいたします。