社会人が業務に活かせる

ネットワーク&セキュリティ

一般財団法人
日本ビジネス技能検定協会

情報ネットワーク・セキュリティ検定1級　対応

NETWORK & SECURITY

応用 テキスト

■Windows は、米国 Microsoft 社の登録商標です。
■UNIX は、米国 X/Open Company,Ltd. の登録商標です。
■IBM は、米国 International Business Machines 社の登録商標です。
■その他記載されている社名、製品名はそれぞれの会社の商標および登録商標です。
■本書では、TM、R マークを明記しておりません。

■本書の内容の運用による結果の影響につきましては、責任を負いかねますので、
あらかじめご了承ください。

■写真提供：アライドテレシス株式会社、エイム電子株式会社、エプソン販売株式会社、サンワサプライ株式会社、スタック電子株式会社、株式会社バッファロー、パナソニックシステムネットワークス株式会社、ブラックボックス・ネットワークサービス株式会社、株式会社 PFU、RSA セキュリティ株式会社

目次

第１章　コンピュータシステムの構成
1-1　コンピュータシステム ……2
1-1-1　ハードウェアとソフトウェア ……2
1. ハードウェア ……2
2. コンピュータの 5 大要素 ……3
3. ソフトウェア ……5
4. ソフトウェアの分類 ……5
5. ソフトウェアとハードウェアの連携 ……6
1-1-2　コンピュータシステム上のデータ表現 ……7
1. 補助単位 ……7
2. インタフェース速度 ……8
3. 処理速度 ……8
1-2　ハードウェア ……9
1-2-1　アーキテクチャ ……9
1-2-2　CPU ……9
1. CPU の構造 ……9
2. CPU の役割 ……10
3. CPU の特性 ……10
4. CPU のソケットタイプ ……13
5. CPU の冷却 ……13
1-2-3　メモリ ……13
1. RAM の種類 ……13
2. メモリチップ ……14
3. メモリモジュールの規格 ……14
4. メモリの速度と互換性 ……17
5. 仮想メモリ ……17
1-2-4　内蔵ドライブ ……19
1. 記憶媒体とドライブ ……19
2. 光学式メデイィア ……19
3. ハードディスクドライブ ……20
4. ハードディスクの構成 ……20
5. プラッタ ……21
6. シリンダ ……21
7. セクタ ……21
8. クラスタ ……21
9. ハードディスクの性能 ……22
10. SSD（ソリッドステートドライブ） ……23

11. ツール（デフラグ、スキャン） ……25
1-2-5　リムーバブルメディア ……26
1. フラッシュドライブ ……26
2. USB メモリ ……28
1-2-6　内蔵インタフェース ……30
1. マザーボード ……30
2. SATA（SerialATA） ……34
3. 接続インタフェース ……35
4. ディスプレイ以外のデバイスのコネクタとケーブル ……37
5 デバイスのコネクタとケーブル ……38
6. RJ-45　RJ-11 ……40
7.ポート変換コネクタ ……41
8.電源ユニット ……42
1-2-7　周辺機器 ……43
1. ディスプレイデバイス ……43
2. プリンタ ……47
3. VR（Virtual Reality） ……49
4. その他の周辺装置 ……50
1-2-8　通信用インタフェース ……55
1. Bluetooth（ブルートゥース） ……55
2. その他のワイヤレス接続 ……56
3. 無線 LAN ……56
1-2-9　コンピュータの種類 ……57
1. デスクトップ PC ……57
2. ノート PC ……57
3. スマートフォン ……62
4. タブレット PC ……63
5. スマートウォッチ ……63
1-2-10　デジタル家電等 ……64
1. DLNA（Digital Living Network Alliance） ……64
1-3　ソフトウェア ……65
1-3-1　ソフトウェアの分類と役割 ……65
1. 起動プロセス ……65
2. BIOS ……65
3. オペレーティングシステム ……69
4. アプリケーション ……69
5. ミドルウェア ……69
6. デバイスドライバ ……70

1-3-2　オペレーティングシステムの種類 ……71
1. PC 用 OS に共通する機能 ……71
2. モバイルデバイス用の OS ……72
3. ファイルシステム ……73
1-3-3　データ形式 ……76
1. 文字コード ……76
2. 文書（TXT、PDF） ……77
3. 画像、音声、動画データの表現 ……77
4. アーカイブ ……81
1-3-4　仮想化技術 ……83
1. サーバの仮想化 ……83
2. デスクトップ仮想化 ……84
3. 仮想デスクトップ ……85

第２章　ネットワークテクノロジ

2-1　ネットワークの種類 …… 88
2-1-1　ネットワークエリア …… 88
1. PAN（Personal Area Network） …… 88
2. LAN（Local Area Network） …… 88
3. WAN（Wide Area Network） …… 88
4. インターネット …… 89
2-1-2　ネットワークトポロジ …… 91
1. バス型 …… 91
2. スター型 …… 91
3. リング型 …… 92
4. メッシュ型 …… 92
5. ハイブリッド型 …… 93
2-2　ネットワークの構成 …… 94
2-2-1　ネットワークの構成機器 …… 94
1. ネットワークカード …… 94
2. LAN 間接続機器 …… 94
2-2-2　イーサネット …… 99
1. イーサネット規格 …… 99
2. 通信速度 …… 99
3. 伝送方法 …… 99
4. 媒体等 …… 100
5. アクセス制御（CSMA/CD 方式） …… 101
2-2-3　ネットワークケーブル …… 104
1. ツイストペアケーブル …… 105
2. 光ファイバケーブル …… 107
3. 同軸ケーブル …… 109
2-2-4　ワイヤレス LAN …… 110
1. 無線 LAN の規格 …… 110
2. 無線 LAN の設定 …… 111
3. 無線 LAN のチャネル …… 113
4. CSMA/CA 方式 …… 115
2-2-5　Wide Area Network（WAN） …… 116
1. PPP（Point to Point Protocol） …… 116
2. インターネット接続回線 …… 117
3. VPN（Virtual Private Network） …… 123
2-3　ネットワークプロトコルとアドレス …… 129
2-3-1　ネットワークモデル …… 129

1. OSI 参照モデル …… 129
2. TCP/IP モデル …… 130
2-3-2　通信プロトコル …… 130
1. ARP（Address Resolution Protocol） …… 130
2. IP（Internet protocol） …… 131
3. ICMP（Internet Control Message Protocol） …… 131
4. TCP と UDP …… 132
2-3-3　アプリケーションプロトコル …… 135
1. FTP (File Transfer Protocol) …… 135
2. FTPS（FTP over SSL/TLS） …… 136
3. TELNET (Telecommunication Network) …… 136
4. SSH　(Secure Shell) …… 136
5. HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) …… 136
6. HTTPS (Hyper Text Transfer Protocol over Secure Sockets Layer) …… 137
7. SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) …… 137
8. POP3(Post Office Protocol Version3) …… 139
9. IMAP4 (Internet Message Access Protocol version 4) …… 140
10. DHCP …… 140
11. DNS …… 141
12. SMB　(Server Message Block) …… 147
13. SNMP（Simple Network Management Protocol） …… 148
2-3-4　ネットワークアドレス …… 149
1. MAC アドレス …… 149
2. IP アドレスのクラス …… 149
3. グローバル IP アドレスとプライベート IP アドレス …… 150
4. ネットワークアドレス …… 152
5. サブネット分割 …… 152
6. ブロードキャストアドレス …… 153
7. マルチキャストアドレス …… 154
8. IPv6 …… 155
9. アドレス変換 …… 156
10. ポートフォワーディング …… 158
2-3-5　IP アドレスの設定 …… 158
1. 静的アドレス …… 158
2. サブネットマスク …… 158
3. デフォルトゲートウェイ …… 159
4. ルーティングプロトコル …… 160
5. クライアント PC の DNS 設定 …… 165

6. IP アドレスの自動設定 …… 165
7. IP アドレスの手動設定 …… 166
2-4　ネットワークサービス …… 167
2-4-1　代表的なネットワークサービス …… 167
1. Domain Name System（DNS） …… 167
2. WWW（World Wide Web） …… 168
3. 電子メールサービス …… 168
4. ファイル転送サービス …… 168
5. IP 電話 …… 168
2-5　クラウドコンピューティング …… 175
1. クラウドコンピューティング概要 …… 175
2. NIST によるクラウドコンピューティングの定義 …… 176
3. 5 つの基本的な特徴 …… 176
4. 3 つのサービスモデル …… 177
5. 4 つの実装モデル …… 179
6. クラウドサービス導入のための検討事項 …… 181

第３章　ネットワークの構築と運用

3-1　ネットワークの構築 …… 186
3-1-1　ネットワーク接続サービス …… 186
1. ホームネットワークとエンタープライズネットワーク …… 186
2. ホームネットワークの設計 …… 187
3. エンタープライズネットワークの設計 …… 187
4. インターネット接続サービス …… 189
5. 接続機器 …… 189
3-1-2　ネットワーク機器 …… 190
1. 機器の選択 …… 190
2. ブロードバンドルータ …… 190
3. モバイル通信 …… 191
3-2　ネットワーク端末の接続 …… 193
3-2-1　ネットワーク接続設定 …… 193
1. TCP/IP プロトコル …… 193
2. ファイル共有 …… 194
3. プリンタ共有 …… 194
4. 無線 LAN …… 194
5. UPnP …… 194
6. ネットワークインタフェースカード …… 194
7. デバイスドライバ …… 194
3-2-2　ネットワーククライアントの設定 …… 195
1. Web ブラウザ …… 195
2. メールクライアント …… 195
3. 各種アプリケーション …… 195
4. クラウド …… 195
5. ネットワーク仮想化 …… 195
3-3　トラブルシューティング …… 197
1. トラブルシューティングの手順 …… 197
2. マザーボード等のトラブルシューティング …… 206
3. ハードディスクドライブと RAID のトラブルシューティング …… 214
4. ネットワークのトラブルシューティング …… 219
5. ネットワークに関するコマンドラインツール …… 238
6. ネットワークハードウェアツール …… 248
7. ネットワークのトラブルシューティングⅡ …… 249
8. オペレーティングシステムのトラブルシューティング …… 255
9. セキュリティ問題のトラブルシューティング …… 262
10. ノート PC のトラブルシューティング …… 269

11. プリンタのトラブルシューティング …… 271

第４章　情報セキュリティ

4-1　情報セキュリティの基礎知識 …… 278
4-1-1　情報セキュリティの分類 …… 278
1. 情報セキュリティの用語と概念 …… 278
2. 情報セキュリティの要件 …… 281
3. 情報セキュリティの対策 …… 283
4. 情報セキュリティポリシー …… 284
4-1-2　認証 …… 288
1. 認証の役割と仕組み …… 288
2. 認証情報 …… 288
3. アカウント …… 289
4. パスワード …… 290
5. バイオメトリクス …… 291
6. シングルサインオン（SSO/ Single sign-on） …… 292
7. RAS …… 292
4-1-3　暗号化 …… 303
1. 暗号技術の用語 …… 303
2. 暗号の大まかな分類 …… 303
3. 暗号技術の要素 …… 304
4. 暗号のより詳細な分類 …… 305
5. 暗号化技術の概念 …… 306
4-1-4　データバックアップ …… 311
1. データバックアップ …… 311
2. データの復元 …… 312
3. バックアップメディア …… 313
4. オンラインストレージ …… 313
5. システムバックアップ …… 313
4-1-5　代表的な攻撃手法 …… 314
1. サービス妨害 …… 314
2. エクスプロイト攻撃 …… 315
3. ゼロデイ攻撃（zero-day attack） …… 315
4. バッファオーバーフロー …… 316
5. Cookie の危険性 …… 316
6. クロスサイトスクリプティング（XSS/Cross-site scripting） …… 316
7. P2P …… 317
8. ソーシャルエンジニアリング …… 318
9. 盗聴 …… 319
10. ウォードライビング（War driving） …… 319

11. スパム（Spam） …… 320
12. TCP/IP ハイジャック …… 320
13. Man in the Middle（中間者） …… 320
14. スプーフィング（なりすまし） …… 321
15. DNS ポイズニング（DNS poisoning） …… 321
16. ARP ポイズニング（ARP Poisoning） …… 322
17. パスワードクラッカー …… 322
18. ステガノグラフィ（Steganography） …… 323
4-1-6　マルウェア …… 325
1. マルウェアの種類と特徴 …… 325
2. マルウェア対策 …… 328
3. 感染経路 …… 329
4. 感染時の行動 …… 329
4-2　情報セキュリティ技術の導入と運営 …… 333
4-2-1　人的なセキュリティ対策 …… 333
1. ソーシャルエンジニアリング …… 333
2. SNS 利用の注意 …… 333
3. ネット利用の教育 …… 333
4. 利用制限 …… 334
5. ネットいじめ …… 335
4-2-2　物理的なセキュリティ対策 …… 336
1. 社員証・入館証・バッジ等 …… 336
2. RFID …… 336
3. 暗証番号 …… 336
4. バイオメトリクス …… 337
5. RSA SecurID …… 337
6. 共連れ対策 …… 337
7. 施錠保管 …… 337
8. 廃棄 …… 338
9. クリアデスク、クリアスクリーン …… 338
10. プライバシーフィルター …… 338
11. セキュリティワイヤーの利用 …… 338
12. セキュアエリア …… 338
13. 物理アクセスのログ／リスト …… 338
14. 入退室管理システム（ドアアクセスシステム） …… 339
15. マントラップ …… 339
16. ビデオ監視 － カメラの種類と配置 …… 339
17. 職務の分離（Separation of duties） …… 339

18. ジョブローテーション（Job rotation） …… 340
4-2-3　論理的なセキュリティ対策 …… 341
1. アンチウイルスソフトの導入 …… 341
2. パーソナルファイアウォールの導入、役割 …… 341
3. 修正パッチのインストール …… 341
4. 端末ロックの設定 …… 342
5. 遠隔ロック・遠隔消去サービスの利用 …… 343
6. ワイヤレスアクセスポイントの隠匿 …… 343
7. 通信機器の認証（MAC アドレスフィルタリング） …… 343
8. スパム対策（Anti-spam） …… 343
9. ポップアップブロッカー（Popup blockers） …… 343
10. DMZ …… 343
11. NAC（検疫ネットワーク） …… 344
12. ファイアウォール …… 345
13. プロキシサーバ …… 346
14. インターネットコンテンツフィルタ …… 346
15. ハニーポット …… 347
16. 入力検証（Input validation） …… 348
17. 侵入テスト …… 348
18. 暗号化 …… 348

第１章
コンピュータシステムの構成

1-1　コンピュータシステム

1-1-1　ハードウェアとソフトウェア

1. ハードウェア

現在のコンピュータは、使用している OS（オペレーティングシステム）によって、次のいくつかの種類に分けられています。

①PC/AT 互換機

IBM PC/AT は発売当初よりアーキテクチャをオープンにし、そのため数々の他メーカが IBM PC/AT と互換性のあるコンピュータ（PC/AT 互換機）や周辺製品を開発してきました。そして、現在では PC の標準ともいえるほどにその地位を不動のものにしています。

また、IBM PC/AT の発売と共に MS-DOS を発売した Microsoft 社は、その後 Windows を発表しました。Windows は PC/AT 互換機と共に進化をとげ、いまでは PC/AT 互換機=Windows マシンといわれるまでになりました。

かつて日本では、PC/AT 互換機で日本語が使えるようにするため[DOS/V]という OS が作られました。そのため、PC/AT 互換機のことを[DOS/V マシン]と呼ぶこともあります。

現在 PC/AT 互換機で動作する OS は DOS/V、Windows、Linux、UNIX 等があります。PC/AT 互換機で使用される CPU は Intel Core や AMD Ryzen 等の CPU（詳細は後述）です。

②Mac（旧 Macintosh）

アップル社が 1984 年に開発した PC です。グラフィック機能が優れており、出版、デザイン、イラストといった画像関係のアプリケーションを利用する業界で Mac は利用されていました。

ウィンドウ、アイコン、マウス、ポインタ、といったインタフェース、いわゆる GUI（Graphical User Interface）が当初から搭載されました。

MacOS X 以降では BSD UNIX ベースの新しい OS となり、UNIX の特徴であるプリエンティブマルチタスク、Aqua と呼ばれるユーザインタフェース、独自のヒラギノフォント等を搭載しています。最近では iTunes 等のアプリケーションを標準で搭載し、簡単に画像や動画の編集や、楽曲の購入、視聴ができるようにしている等、個人ユーザ向けの環境も整っています。

また、2006 年に CPU が PowerPC 系の CPU から PC/AT 互換機と同じ Intel の x86 系の CPU に変更されました。CPU の変更に伴い追加された BootCamp 機能により、Windows もインストールできるようになりました。

更に、2020 年後期に発売された一部のモデルから、CPU が Apple シリコンに移行されています。

Mac にはノート型 PC として MacBook Air、MacBook Pro、デスクトップ PC として MacPro、iMac、MacMini 等があります。Mac で動作する OS は MacOS です。Mac で使用される CPU は、M1、Intel Core、Xeon です。

③PC サーバ

PC サーバとは、一般的に、PC/AT 互換機と共通の仕様のサーバです。PC/AT 互換機と共通の部品を使うことで、比較的高性能でありながらも安価にサーバを構築することができます。PC サーバで動作する OS には Windows Server、UNIX、Linux、BSD 等があります。

PC サーバ

2. コンピュータの 5 大要素

コンピュータには、入力、出力、記憶、演算、制御の 5 つの機能があります。

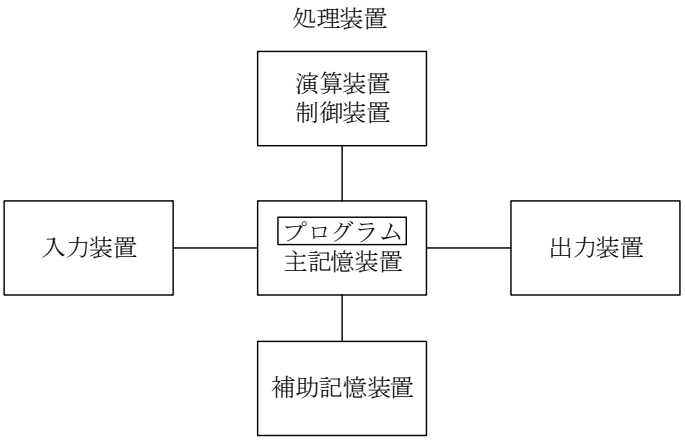
①コンピュータの構成要素

コンピュータシステムは、ハードウェアとソフトウェアから構成されています。ハードウェアは、コンピュータ、周辺装置といった物理的な装置のことを指し、ソフトウェアはプログラムや、コンピュータシステムを利用するための技法・機能のことを指します。

②コンピュータの 5 大機能

コンピュータを構成するハードウェアには次の 5 つの機能があり、これらを実現するために基本的な 5 つの種類の装置があります

・入力　・出力　・記憶　・演算　・制御



コンピュータの 5 大機能

③入力装置

プログラムやデータをコンピュータに入力する装置のことです。

対話形式で入力する装置	キーボード、マウス、ディジタイザ、音声入力装置等
シート形式で入力する装置	イメージスキャナ、光学式文字読取装置（OCR）、光学式マーク読取装置（OMR）等
その他	バーコード読取装置、ディジタルカメラ、IC カード読取装置、磁気カード読取装置等

代表的な入力装置

④出力装置

コンピュータで処理した結果を外部に出力する装置のことです。ディスプレイやプリンタ、プロッタ等があります。

分類	種類	特徴
ディスプレイ	液晶ディスプレイ	液晶、軽く消費電力も小さい
	有機 EL ディスプレイ	電圧により自ら発光する有機化合物を利用
プリンタ	インパクトプリンタ	ピンがインクリボンをたたいて印刷
	インクジェットプリンタ	インクを紙に吹き付けて印刷
	レーザプリンタ	コピー機と同様の方法で印刷
プロッタ	XY プロッタ	図面データを出力、CAD で利用
プロジェクタ	液晶プロジェクタ	液晶パネル上のデータをスクリーンに投影

代表的な出力装置

⑤記憶装置

データやプログラムを記憶しておく装置のことです。

主記憶装置	コンピュータの内部にあって、制御装置や演算装置と直接つながり、実行するプログラムや必要なデータを記憶しておく（SRAM、DRAM）。
補助記憶装置	コンピュータの外部にあって、プログラムやデータを保存しておく（ハードディスク、SSD、DVD、USB メモリ等）。

記憶装置

主記憶装置は記憶容量に限界があること、また、電源を切るとデータが消えてしまうこと等から、通常ほとんどのデータ、プログラムは補助記憶装置を用いて保存します。実際にデータを記憶するメディアのことを媒体といいます。

・補助記憶装置はハードディスク装置、光ディスク装置等

・媒体はハードディスク（HD）、SSD、CD-ROM、DVD-ROM 等

⑥演算装置

処理に必要な計算や判断を行う装置です。

⑦制御装置

主記憶装置に読み込まれたプログラムの命令に従って、他の装置に対する動作の指示や、制御を行う装置です。

3. ソフトウェア

コンピュータを動かすための命令をコンピュータが理解できる形式で記述したものをソフトウェアと呼びます。

4. ソフトウェアの分類

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に大別できます。

①システムソフトウェア

システムソフトウェアは、PC に基本的な機能を働かせるために必要なソフトウェアです。

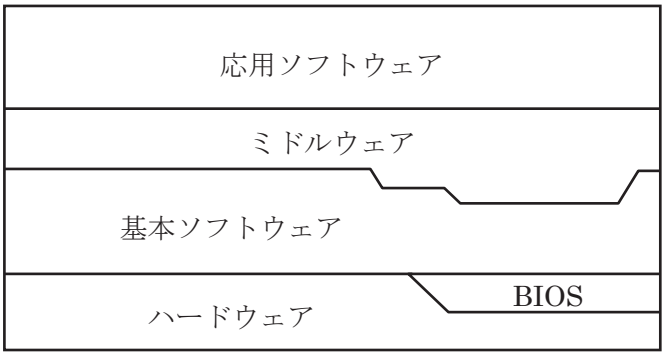
オペレーティングシステムと呼ばれるソフトウェア群と、オペレーティングシステムの機能を利用して、多様な利用分野で共通するより高いレベルの基本機能を提供するミドルウェアと呼ばれるソフトウェア群から構成されています。

②アプリケーション

アプリケーションは、利用目的に対応したソフトウェアで、業務や業種に限定したものからコンピュータ利用者に共通的に使用されるものまで、広範囲に渡ります。

5. ソフトウェアとハードウェアの連携

ソフトウェアはハードウェアの上に階層構造を作りコンピュータを動かしています。



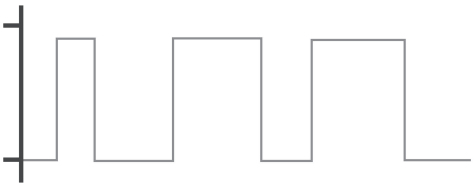
ソフトウェアとハードウェアの連携

BIOS（Basic Input/Output System）は、コンピュータに接続された周辺装置を制御するためのプログラム群です。今日では、BIOS に代わって UEFI（Unified Extensible Firmware Interface）を採用するものがほとんどです。

1-1-2　コンピュータシステム上のデータ表現

自然界に存在する音、光、熱等の全ての物理現象は、連続的な値を取るアナログデータです。一方、コンピュータ内部で扱われる全ての情報は、0 と 1 から構成される 2 進数で表現されたディジタルデータです。

アナログ信号



ディジタル信号

したがって、アナログデータに対して、コンピュータによって何らかの処理を施す場合には、アナログデータからディジタルデータへの変換が必要となり、これを A/D 変換といいます。また、コンピュータが処理したディジタルデータを、ディスプレイを光らせる、用紙に印刷する等の形で、アナログデータとして提供する際には、ディジタルデータからアナログデータへの変換が必要となり、これを D/A 変換といいます。

アナログデータとディジタルデータの主な特徴は、次のとおりです。

	アナログ	ディジタル
例	空気中の人間の声、アナログ電子デバイス	コンピュータ、CD、DVD、その他のディジタル電子機器
信号	物理的測定値を表す連続信号	離散時間信号
技術	波形をそのまま記録	アナログ波形を限られた数にサンプリングして記録
ノイズに対する耐性	送信時及び書込み/読出し時にノイズの影響を受けやすい	伝送中及び書込み／読出しサイクル中の劣化がなく、ノイズ影響を受けにくい

アナログとディジタル

1. 補助単位

記憶容量のように非常に大きい数値を表現するときや、処理速度のように非常に小さい数値を表現するときには 10 の 3 乗、もしくは 2 の 10 乗ずつをまとめて K(キロ)のように表現することがあります。この K を補助単位といい、その他、次のような補助単位がよく用いられます。

補助単位	値	
	10の累乗で表す場合	2の累乗で表す場合
p（ピコ）	10^{-12}	2^{-40}＝１／1,099,511,627,776
n（ナノ）	10^{-9}	2^{-30}＝１／1,073,741,824
μ（マイクロ）	10^{-6}	2^{-20}＝１／1,048,576
m（ミリ）	10^{-3}	2^{-10}＝１／1,024
K（キロ）	10^{3}	2^{10}＝1,024
M（メガ）	10^{6}	2^{20}＝1,048,576
G（ギガ）	10^{9}	2^{30}＝1,073,741,824
T（テラ）	10^{12}	2^{40}＝1,099,511,627,776
P（ペタ）	10^{15}	2^{50}＝1,125,899,906,842,624
E（エクサ）	10^{18}	2^{60}＝1,152,921,504,606,846,976

補助単位

2. インタフェース速度

インタフェース速度（転送速度）は、１秒に転送可能な情報量を表し、単位に bps（bits per second : bit／秒）を用います。コンピュータ内部のデータ転送速度や、通信回線の速度を表す場合に用いられています。bps の前に補助単位を付けて「Mbps」、「Gbps」と用いることが一般的です。

（例）USB 3.0 の伝送速度…6Gbps
　　光回線の通信速度…100Mbps～2Gbps

3. 処理速度

プロセッサの性能を表す処理速度は、バス数とクロック周波数で表わされます。
バスは、プロセッサの内部や、プロセッサと主記憶装置、周辺装置との間でデータをやりとりするための信号路で、バスの幅が大きいほど高速にデータを送受信できます。通常、一度にやり取りする bit 数を用いて、バス幅 16bit、あるいは 16bit バス等と表現します。

クロック周波数は、コンピュータの動作の基準となる信号（クロックパルス）の１秒間に生成される回数のことで、単位には Hz（ヘルツ）を用います。

現在のプロセッサは数 GHz（ギガヘルツ）のものがほとんどですが、例えば、「クロック周波数１GHz」という場合には、１秒間に 10 億周期の信号でプロセッサが動作していることを表します。

1-2　ハードウェア

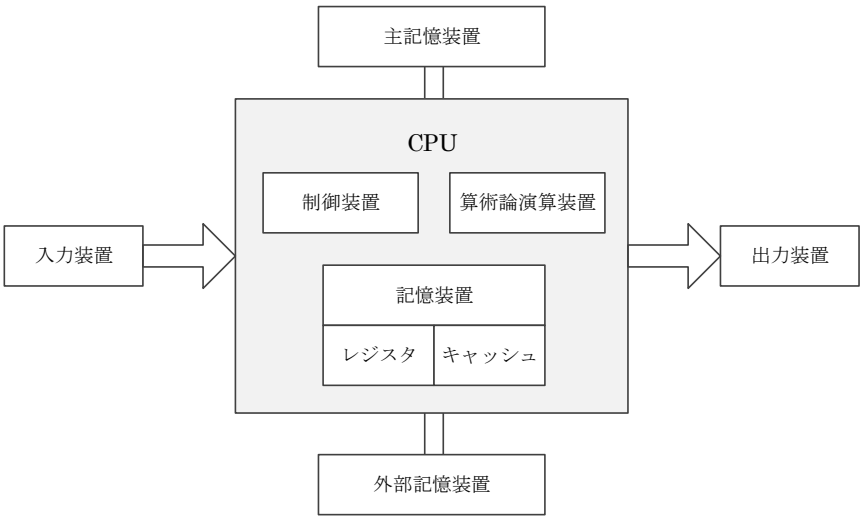
1-2-1　アーキテクチャ

アーキテクチャの本来の意味は「建築物」「建築様式」等を意味する言葉ですが、コンピュータの世界ではコンピュータアーキテクチャとして「構造」「構成」といった意味で用いられています。コンピュータを構成するにあたり、ある程度標準的な仕様を定めておくことにより、製造メーカがその仕様に合せてコンピュータを開発できるようになり、利用者側にとっても使用用途に応じて交換・アップグレードが可能になる等自由度が高まります。ここでは、コンピュータアーキテクチャを構成するのに必要なハードウェアを学習します。なお、それぞれのハードウェアにもコンピュータを動作させるためのアーキテクチャが存在しています。

1-2-2　CPU

1. CPU の構造

CPU（Central Processing Unit）は、PC の心臓部です。メモリから受け取った命令やデータの処理、各入出力機器の制御等を行います。



CPU の構成

①算術論理演算装置（ALU：Arithmetic and Logic Unit）

算術論理演算を実行するために使用されるディジタル回路です。ALU は、レジスタからデータを取り込み、データを処理して結果をレジスタにコピーし、次のデータ処理に移ります。CPU の処理の大部分は、入力レジスタからロードされたデータに対する、ALU が実行する処理です

②レジスタ

処理の前後にデータを保持する CPU 内部のメモリ回路です。制御装置は、レジスタに格納されたデータに対してどのような演算を実行するかを ALU に伝え、ALU はその処理結果を出力レジスタに格納します。制御装置は、これらのレジスタ間でのデータ移動を行います。

③浮動小数点ユニット（FPU：Floating Point Unit）

IEEE 浮動小数点標準に基づく実数を使用する計算を行うための回路です。

④キャッシュ

高速な CPU と低速な RAM でのデータのやり取りにおいて、速度の低下を抑える働きをするメモリで、SRAM と呼ばれる高速なメモリが使用されます。キャッシュには、頻繁に使用されるデータを主記憶装置からコピーして格納します。

2. CPU の役割

CPU は、プログラムによって指示された演算や周辺機器の制御を高速に処理します。主な役割は、以下のとおりです。

・主記憶装置から命令（プログラム）を読み取り、その命令を解読して実行します。
・命令が演算命令ならば CPU 内部にある演算装置を使って計算をします。大小の比較も演算の一種です。
・命令が入出力命令ならば CPU の外部にある入出力装置に働きかけて、データの入力や出力を行わせます。
・主記憶装置（RAM）にあるデータを CPU 内部に取り込んだり、CPU 内部にあるデータを主記憶装置（RAM）に書き込んだりします。

3. CPU の特性

①bit 幅とアーキテクチャ

CPU の設計方針をアーキテクチャといい、ハードウェアの設計方針であるマイクロアーキテクチャと、ソフトウェアの設計方針である命令セットアーキテクチャに分けられます。どちらにおいても、一度に何 bit を処理するかがアーキテクチャの基本になります。

CPU が内部演算装置等で一度の処理で取り扱う bit 数を bit 幅と呼びます。例えば、64bitCPU では、CPU に対する命令や処理データを 64bit ずつ処理していきます。したがって、一般に、bit 数が大きいほど処理速度が速くなります。現在、PC 向けの CPU はほとんどが 64bitCPU です。

②クロック周波数と CPU の処理速度

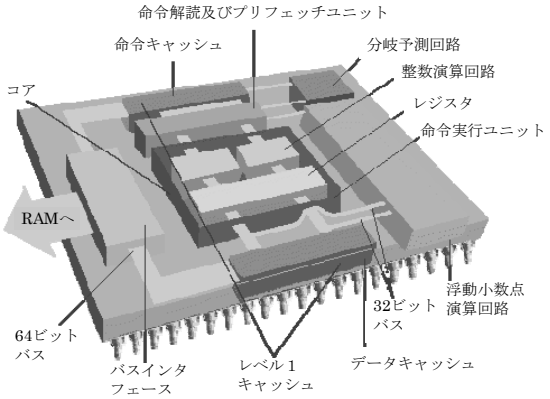
CPU は、クロック周波数でタイミングを取りながら命令を実行していきます。このクロック周波数が大きいほど処理速度も速くなります。例えば、Core i7-11700K 3.6GHz という書き方がしてある場合、クロック周波数が 3.6GHz という意味です。

しかし、現在の CPU は後述するマルチコアやハイパースレッディング等の並列処理を行っており、並列処理の数や、並列処理を効率よく実行するための仕組みによって CPU の実行速度は大きく異なるため、単純にクロック周波数が CPU の処理速度の指標とはなりません。

実際の処理速度は、特定の処理を実行させその処理時間を計測しなければ分かりません。この計測をベンチマークといい、PassMark、CINEBENCH 等のベンチマークソフトが有名です。

③シングルコア、マルチコア

マルチタスクに対応した OS で複数の処理を同時に行うことが増えてきたこと、CPU クロック周波数を上げて性能を向上させる方法が消費電力と発熱の増加により限界になってきたことから、1 つの CPU に複数の CPU コア（実際に演算を行う部分）を内蔵するマルチコア CPU が開発されました。現在は 1 つの CPU に 2 つのコアを内蔵するデュアルコア、4 つのコアを内蔵するクアッドコア、6 つのコアを内蔵するヘキサコア、8 つのコアを内蔵するオクタコア等の CPU があります。



CPU の内部構造（例）

CPU のマルチコア化によって、マルチコア対応のアプリケーションでは処理速度が向上し、またマルチコアに対応していないアプリケーションでも複数のアプリケーションを同時に利用する場合等は、シングルコアに比べて処理速度の低下が少ない等のメリットがあります。

④ハイパースレッディング（Hyper-Threading）

CPU 内部処理の空き時間を有効利用して、1 つのプロセッサコアをあたかも 2 つのプロセッサコアのように見せかける技術です。この機能により、1 つのスレッド（CPU 利用の単位）を処理する間に、CPU の内部構成要素（レジスタやパイプライン回路）に発生する空き時間を有効に利用し、別のスレッドの処理を進めることができます。

OS 側からは仮想的に 2 つのプロセッサが存在することになり、シングルプロセッサをデュアルプロセッサのように扱うことができます。

Intel 社では 2001 年に商品化され、現在は多くの CPU 製品で採用されています。例えば、Core i7-3770 3.40GHz（4 コア／8 スレッド）という書き方がされていれば、4 つのコアそれぞれでハイパースレッディング処理を実施し、合計 8 スレッドが並列処理できるという意味です。

⑤CPU キャッシュ（L1 キャッシュ、L2 キャッシュ、L3 キャッシュ）

アプリケーションが起動すると、データと命令は、読み込み速度の遅いハードディスクから素早く読み込める主記憶装置（DRAM : Dynamic RAM）に移されます。

CPU は主記憶装置と頻繁にアクセスを繰り返し、命令を実行していきますが、CPU の処理速度に比べ主記憶装置のアクセス速度は十分速いとはいえません。

そこで、CPU と主記憶装置とのアクセス時間のギャップを埋めるため、高速なメモリ（SRAM : Static RAM）を間に入れ、処理の高速化を図っています。この高速メモリのことをキャッシュメモリといいます。

初期の CPU は、16KB 程度の容量のキャッシュメモリを内蔵し、これとは別に 128～512KB 程度の容量のキャッシュメモリをマザーボード上に搭載しており、それぞれ L1 キャッシュ、L2 キャッシュと呼ばれていました。

今日の CPU では、L1 キャッシュ、L2 キャッシュとも CPU に内蔵され、さらに数 MB 程度の L3 キャッシュも内蔵するのが一般的であり、多くの CPU 商品は、その仕様として L3 キャッシュの容量を表示しています。例えば、Core i7-4960HQ (6M Cache，3.70GHz，4 コア，8 スレッド)の「6M Cache」は、L3 キャッシュの容量を表しています。L1 キャッシュと L2 キャッシュは、コア毎にそれぞれ 32K、256K が搭載されています。

⑥仮想化支援

Hyper-V や VMware 等の仮想化ソフトウェアを効率よく処理するための機能を仮想化支援機能といいます。Intel では Intel VT（Intel Virtualization Technology）、AMD では AMD-V（AMD Virtualization）と呼ばれています。最近では廉価版の CPU も含めほとんどの製品が対応しています。

⑦内蔵 GPU

GPU は 2D 及び 3D の画像処理を専門に行うプロセッサで、GPU の性能は特に 3D の画像処理速度に大きく影響します。3D 描画性能は、従来、3D/CAD 設計業務やゲームソフト等の特殊な分野における需要でしたが、Windows Vista が Aero インタフェースを採用して以降、一般の PC ユーザにも重要な要素になりました。

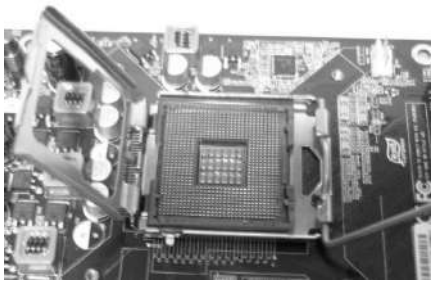
GPU は、従来マザーボード又はビデオカードに搭載されていましたが、2010 年頃から CPU に GPU を内蔵した製品が流通しました。CPU に内蔵することで、L2

キャッシュの利用やメモリアクセスの改善等のメリットが生まれます。Intel 社の CPU に内蔵されている「HD Graphics」等があります。

4. CPU のソケットタイプ

CPU によってマザーボードに取り付けるソケットのタイプが異なります。取り付けは、ソケット式のものとスロット式のものがありますが、今日ではそのほとんどがソケット式です。

ソケット自体にもさまざまな種類があり、ソケットごとに対応する CPU が異なります。



CPU ソケット

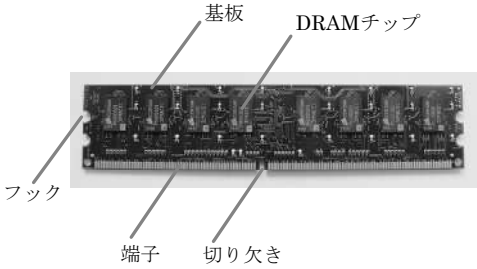
5. CPU の冷却

CPU の高速化に伴い、消費電力も増加していきました。それにより CPU の発熱も増え、当初はヒートシンク（放熱板）だけで十分だった冷却は、大型のヒートシンクとファンなど、冷却性能のより高いもので行う必要があります。

CPU 付属の CPU ファン（例）

1-2-3　メモリ

メモリは、プログラムやデータを記憶する装置です。大きく分けて ROM と RAM があります。ROM は読み出し専用ですが、RAM は読み書き自由なため、主記憶装置やキャッシュメモリに使われます。



メモリの構造（RAM）

1. RAM の種類

RAM は、内部構造の違いにより、SRAM（Static Random Access Memory）と DRAM（Dynamic Random Access Memory）に大別されます。

SRAM は高速アクセスに適しており、スーパーコンピュータの主記憶装置や PC のキャッシュメモリ等に用いられています。

DRAM は、SRAM に比べて構造が簡単でコストが安い反面、時間経過とともに記憶内容が消えてしまいます。そのため、一定時間ごとにリフレッシュという電流を流して、記憶内容が消えないようにする必要があり、その分、速度が遅くなります。

DRAM は PC の主記憶装置として用いられ、さらにいくつか種類があります。

2. メモリチップ

メモリチップとは、メモリ上に実装されている IC チップです。通常、1 枚のメモリには、複数のメモリチップが実装されメモリモジュールを構成しています。
例えば、256MB のメモリでは 128Mbit のメモリチップが両面に 16 個実装されているものと、256Mbit のメモリチップが片面に 8 個実装されているものがあります。DIMM では片面に実装されるメモリの個数は 8 の整数倍となっているため、1 枚のメモリモジュール上に搭載されるメモリチップの個数は 8 個（片面）、又は 16 個（両面）、32 個（両面）になります。

3. メモリモジュールの規格

メモリモジュールの規格には SIMM（Single Inline Memory Module）、DIMM（Dual Inline Memory Module）、RIMM（Rambus Inline Memory Module）等の種類がありますが、現在市販されているメモリのほとんどは DIMM です。

DIMM は、システムクロックに同期して動作する SDRAM（Synchronous DRAM）を基板上に複数個配置したものです。現在では、DIMM を拡張した DDR2～DDR4 が広く使われており、より高速に動作する DDR5、DDR6 の SDRAM も一部で利用されています。

DIMM	メモリクロック (MHz)	バスクロック (MHz)	プリフェッチ (bit)	データ転送速度* (MT/s)	転送速度 (GB/s)	電圧 (V)
SDRAM	100-166	100-166	1	100-166	0.8-1.3	3.30
DDR	133-200	133-200	2	266-400	2.1-3.2	2.5/2.6
DDR2	133-200	266-400	4	533-800	4.2-6.4	1.80
DDR3	133-200	533-800	8	1066-1600	8.5-14.9	1.35/1.5
DDR4	133-200	1066-1600	8	2133-3200	17-21.3	1.20

*データ転送の単位には、MT/s（Mega Transfer per second）、または Mbps（Mega bits per second）が使われます。

①SDR-SDRAM（Single Data Rate SDRAM）

SDR-SDRAM は 168 ピンの基板上に SDRAM を複数個配置したもので、メモリ基盤とメモリソケットの接点が 2 つです。PentiumII や PentiumIII の時代に主に使われていたメモリで、動作クロックが 66MHz の PC66、100MHz の PC100、133MHz の PC133 の 3 種類が一般的です。

DDR-SDRAM の登場後、SDRAM が DDR SDRAM を含む SDRAM 規格全体を表すようになったため、DDR(Double Data Rate)と対をなすように SDR（Single Data Rate）をつけるようになりました。

②DDR-SDRAM　（Double Data Rate SDRAM）

SDR-SDRAM がベースとなっていますが、クロックの立ち上がり、立ち下がりの両方のタイミングで動作するため、供給クロックの 2 倍の速度で動作可能です。DDR-SDRAM のメモリにはチップとモジュールの 2 つの規格が存在し、チップはメモリの周波数、モジュールはメモリの転送速度を表しています。

チップの規格	モジュールの規格	メモリクロック（MHz）	バスクロック（MHz）	転送速度（GB/秒）	ピン数
DDR200	PC1600	200	100	1.600	184 ピン
DDR266	PC2100	266	133	2.133	
DDR333	PC2700	333	167	2.667	
DDR400	PC3200	400	200	3.200	

DDR-SDRAM の規格

③DDR2-SDRAM（Double Data Rate2 SDRAM）

DDR2-SDRAM は、プリフェッチといわれるデータ先読み動作が高速化されています。

DDR-SDRAM では 1 クロック当たり 2bit 分のデータアクセスだったのに対し、DDR2-SDRAM では 4bit に拡張し、理論上は、同一クロックの DDR-SDRAM の 2 倍のデータ転送速度になるよう内部構造を変更したものです。また、動作電圧が DDR-SDRAM の 2.5V/2.6V から 1.8V 動作となっているため、消費電力が少なくなり、それにともなって発熱も少なくなっています。DDR-SDRAM との互換性はありません。

DDR2- SDRAM のメモリにはチップとモジュールの 2 つの規格が存在し、チップはメモリの周波数、モジュールはメモリの転送速度を表しています。

チップの規格	モジュールの規格	メモリクロック（MHz）	バスクロック（MHz）	転送速度（GB/秒）	ピン数
DDR2-400	PC2-3200	100	200	3.200	240 ピン
DDR2-533	PC2-4200	133	266	4.267	
DDR2-667	PC2-5300	166	333	5.333	
DDR2-800	PC2-6400	200	400	6.400	

DDR2-SDRAM の規格

④DDR3-SDRAM（Double Data Rate3 SDRAM）

DDR3-SDRAM は DDR2-SDRAM では 4bit だったプリフェッチ機能が 8bit に拡張され、理論上は、同一クロックの DDR2-SDRAM の 2 倍のデータ転送速度になるよう内部構造を変更したものです。また、動作電圧が DDR2-SDRAM の 1.8V から 1.5V 動作となっているため、さらに消費電力、発熱ともに少なくなっています。

チップとモジュールの 2 つの規格が存在し、チップはメモリの周波数、モジュールはメモリの転送速度を表しています。

チップの規格	モジュールの規格	メモリクロック（Mhz）	バスクロック（Mhz）	伝送速度（GB/秒）	ピン数
DDR3-800	PC3-6400	100	400	6.400	240 ピン
DDR3-1066	PC3-8500	133	533	8.533	
DDR3-1333	PC3-10600	166	667	10.667	
DDR3-1600	PC3-12800	200	800	12.800	

DDR3 -SDRAM の規格

⑤DDR4-SDRAM（Double Data Rate4 SDRAM）

DDR4-SDRAM は DDR3-SDRAM と同様の 8bit プリフェッチ機能をもちます。さらに、DDR3-SDRAM では 8 個であったメモリバンクを 16 個とし、4 個のメモリバンクを 1 個のバンクグループにまとめ、異なるバンクグループに連続してアクセスすることで、データ転送速度の最大値を DDR3 の 2 倍に高めました。

DDR3-SDRAM と同じく、チップとモジュールの 2 つの規格が存在し、チップはメモリの周波数、モジュールはメモリの転送速度を表しています。

チップの規格	モジュールの規格	メモリクロック(MHz)	バスクロック(MHz)	転送速度(GB/秒)	ピン数
DDR4-1600	PC4-12800	100	800	12.8	288 ピン
DDR4-1866	PC4-14900	116	933	14.8	
DDR4-2133	PC4-17000	133	1066	17.0	
DDR4-2400	PC4-19200	150	1200	19.2	
DDR4-2666	PC4-21333	166	1333	21.3	
DDR4-3200	PC4-25600	200	1600	25.6	
DDR4-4266	PC4-34100	266	2133	34.1	

DDR4-SDRAM の規格

⑥SODIMM（Small Online DIMM）と MicroDIMM

SODIMM はノート PC 用に開発された小型サイズのメモリモジュール規格です。DDR3-SDRAM-SODIMM、DDR2-SDRAM-SODIMM 等の製品が販売されています。MicroDIMM は SODIMM をさらに小型化したメモリモジュールです。

4. メモリの速度と互換性

DDR-SDRAM、DDR2-SDRAM、DDR3-SDRAM 等のメモリの種類には互換性がありません。DDR、DDR2、DDR3 を比較すると、モジュールの切り欠き位置が異なるため、例えば、DDR2 対応のマザーボードに DDR3 や DDR4 を装着することはできません。同じ規格の速度が異なるモジュールは、遅い方の速度で動作します。

例えば、DDR2-800(PC2-6400)対応のマザーボードに DDR2-667(PC2-5300)のメモリモジュールを装着すると 5.33GB/秒で動作します。

5. 仮想メモリ

一般的に入手可能なメモリモジュールの最大容量は 16GB 程度であり、また、マザーボード上のメモリスロットは多くても 4 つ程度ですので、メモリモジュールのみで大容量を実現するのは現実的ではありません。

仮想メモリは、ハードウェア及びソフトウェアを使用して、RAM からハードディスクにデータを一時的に転送することによって、コンピュータが物理メモリの不足を補うことを可能にする OS のメモリ管理機能です。

仮想メモリを使用するシステムは、大きなプログラムや複数のプログラムを同時に実行して、あたかも無限のメモリをもつように動作し、RAM を増やすことなく動作させることができます。この場合、プログラムはハードディスク装置に分割して格納しておき、実行に必要な部分だけを主記憶装置に読み込んで実行します。これをスワッピングといいます。

仮想メモリを使用するシステムにおいては、実際の RAM を実記憶、仮想メモリとして扱われるハードディスク装置の領域を仮想記憶と呼びます。

なお、プログラムは仮想メモリ上に読み込まれるので、プログラムを実行するために、仮想アドレス（仮想メモリ上の論理アドレス）を実アドレス（RAM 上の物理アドレス）に変換する必要があります。

1-2-4　内蔵ドライブ

1. 記憶媒体とドライブ

テレビ放送がディジタルハイビジョンになったように、コンテンツは高精度化し、そのデータは大容量化しています。その要求に応えるように、記憶媒体も大容量化、高速化しています。

2. 光学式メディア

（ｉ）CD-ROM

CD-ROM（Compact Drive ROM）は、セクタ長は一定で、連続したトラックにピットと呼ばれる突起が並んでおり、そのピットの並び方によってデータを記録します。

ディスクサイズ（直径）	最大容量
8cm	210MB
12cm	700MB

CD-ROM のディスクサイズと最大容量

データを追加して書き込める CD-R、データの書き換えが可能な CD-RW があります。CD-R のデータ書き込み、読み取り速度は、一般に、N 倍速で表現されます。CD の内側と外側とでは転送速度が均一ではない（回転速度が同じなら、外周の方が転送速度は速くなります）ため、通常、[平均 N 倍速]、[最大 N 倍速]といった表現をします。

（ⅱ）DVD

CD と同じ光ディスクメディアで、物理的な形状も CD と同じです。OS 等のソフトウェアの配布や、映画等映像作品の配布に利用されます。

読み出し専用の DVD-ROM、一度だけ書き込める（削除は不可能）DVD-R、DVD+R、書き換えや削除が可能な DVD-RW、DVD+RW、DVD-RAM があります。また、DVD-RW と DVD+RW には、記録面を 2 層構造にすることで記録容量を 2 倍にした DVD-RW DL と DVD+RW DL があります。

これら各メディアには互換性がありませんので、それぞれに対応するドライブが必要ですが、全てのメディアに対応するドライブもあります。また、DVD だけでなく、CD-R／RW メディアの読み込み／書き込みができるものもあります。このような、2 種類以上の光学メディアに対応するドライブはコンボドライブと呼ばれ、一般的には CD-R／RW メディアの読み込み／書き込み、DVD-ROM の読み出しが可能な製品を指します。

種別	最大容量
DVD-R、DVD+R、DVD-RW、DVD+RW	4.7GB
DVD-R DL（片面 2 層）、DVD+R DL（片面 2 層）	8.5GB
DVD-RAM	4.7GB（片面） 9.4GB（両面）

DVD の種別と最大容量

（ⅲ）Blu-ray Disc（ブルーレイディスク）と BDXL

DVD の後継として開発された大容量光ディスクの規格の 1 つです。BD と表記する場合もあります。CD や DVD と同じ直径 12cm の光ディスクをカートリッジに収納した形状です。DVD とは互換性がありません。

読み出し専用の BD-ROM、データの追記が可能（削除は不可能）な BD-R、書き換えや削除が可能な BD-RE があります。

両面に記録することも技術的には可能ですが、ディスクをひっくり返す手間が必要なため、片面に多重化することで大容量化が進められています。

記録方式	最大容量
片面 1 層記録	25GB
片面 2 層記録	50GB
片面 3 層記録	100GB
片面 4 層記録	128GB

Blu-ray Disc の記録方式と最大容量

ディスクには、あらかじめユニークな ID が書き込まれていて、これを使って著作権保護機能も実現できます。

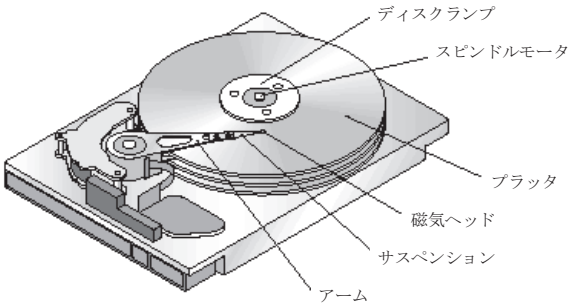
3. ハードディスクドライブ

ハードディスクは、OS やソフトウェア、ファイルを格納しておく保管場所です。メモリは電源を切るとデータが消えてしまいますが、ハードディスクは電源を切ってもデータは残ります。

4. ハードディスクの構成

ハードディスクの外観は下図のようになっています。ハードディスクは、回転機構をもった精密機械部品であるため、衝撃に弱いという特性があります。

また密閉されており、分解すると利用できなくなりますので、扱いには十分注意する必要があります。



ハードディスクドライブの構造

5. プラッタ

アルミニウムやガラス等の材質に磁性体を塗った円盤のことをプラッタといいます。このプラッタに磁気でデータを記録しています。

一般的なハードディスクには 1～4 枚のプラッタが入っており、裏表両面にデータが記録できます。データを読み書きする部品のことを磁気ヘッドといいます。

6. シリンダ

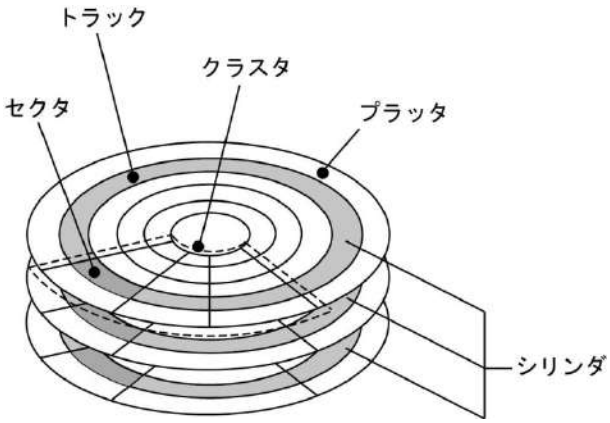
プラッタは常に高速回転しており、プラッタごとの同じ位置にあるトラックと呼ばれる複数の同一円周上に、アクセスアームの先についた磁気ヘッドによってデータが、記録されていきます。アクセスアームをあるトラックに位置付けたとき、各プラッタのトラックによって形作られる仮想的な円筒をシリンダといいます。

7. セクタ

ハードディスクへのデータ記録の最小単位です。

8. クラスタ

セクタをいくつかまとめたものをクラスタといいます。セクタがディスクの物理的な使用単位であるのに対し、クラスタはディスクの論理的な使用単位です。OS 側からはクラスタ単位でデータの入出力を行います。



シリンダ、プラッタ、トラック、クラスタ、セクタの関係

9. ハードディスクの性能

①回転数

ハードディスクの回転数は、プラッタが 1 分間に何回転するかで表されます。回転数が速ければ読み書き速度が向上しますが、発熱量が大きくなり、故障する確率が高くなります。

回転数の単位は rpm（Revolutions Per Minute）で表します。3.5 インチハードディスクの場合、5,400 回転、7,200 回転、10,000 回転のものが一般的ですが、15,000 回転の高速なものもあります。2.5 インチハードディスクの場合、4,200 回転、5,400 回転、7,200 回転のものが一般的です。

②転送速度

転送速度はインタフェースの仕様で決定されます。しかし、実際の読み書き速度は回転数、プラッタ容量、ヘッドの移動速度（シーク速度）等に依存します。

③接続方法

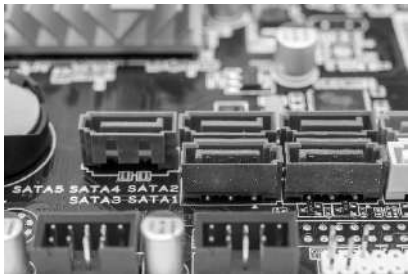
かつて、PC に内蔵されるハードディスクは PATA ドライブが一般的でしたが、現在では、多くの機種で SATA ハードディスクが使用されています。外付け HDD の場合、PC との接続には光学ドライブと同様に eSATA、USB を用いますが、使用されるのは SATA のディスクです。

（ｉ）Parallel ATA（PATA：Parallel Advanced Technology Attachment）

ハードディスクドライブや、光学ドライブ等をコンピュータシステムに接続するための、1980 年代の標準です。その名前が示すように、パラレル信号技術に基づいています。

（ⅱ）Serial ATA（SATA：Serial Advanced Technology Attachment）

現在はほとんどのハードディスクが Serial ATA で接続します。Serial ATA では 1 つのケーブルに 1 台の装置を接続するため、マザーボードには 4～8 個のコネクタが装備されています。ケーブルの最大長は 1m です。



マザーボード上の SATA コネクタ

SATA ケーブル

10. SSD（ソリッドステートドライブ）

SSD（Solid State Drive）は、データの保存にフラッシュメモリを採用したストレージです。HDD と同じ接続規格、同じ使い勝手で扱うことができ、容量も 128GB、256GB、512GB から 1TB 等の製品が流通しています。ノート PC やタブレット等で HDD の代わりとして使用されます。HDD と比較して価格が高いのが欠点ですが、次のようなメリットがあります。

内蔵用 SSD

・高速

機械動作がないため HDD に比べ高速、短時間で PC が起動でき、データ転送が高速になります。

・無音

モーターやディスクを内蔵しない SSD は“無音”で読み書きが可能です。HDD のようなモーター音等が発生しません。

・振動・衝撃に強い

回転等の機械動作がないため、振動や衝撃による故障を起こしにくいです。

・省電力

回転等の機械動作がないため、低消費電力です。

①SSD のメモリの種類

SSD で使用されている NAND 型フラッシュメモリの種類は主に 4 つです。

名称	特徴
SLC(Single Level Cell)	・読み書きの速度が高速 ・長寿命（10 万回程度の読み書きが可能） ・高価格
MLC(Multi Level Cell)	・読み書きの速度がやや高速 ・中程度の寿命（5 千～1 万回程度の読み書きが可能） ・やや高価格
TLC(Triple Level Cell)	・読み書きの速度がやや低速 ・寿命が短い（1 千～5 千回の読み書きが可能） ・やや低価格
QLC(Quadruple Level Cell)	・読み書きの速度が低速 ・寿命が短い（数百～千回の読み書きが可能） ・低価格

SSD で使用される NAND 型フラッシュメモリ

②SSD のタイプ

SSD には、2.5 インチ、mSATA、M.2、及び PCI-E 等のタイプ（形状）があります。

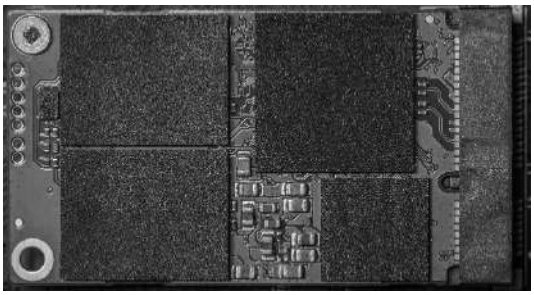
（ｉ）2.5 インチ

最も一般的なタイプです。ドライブ自体は軽量のケースで覆われており、SATA コネクタによって電源供給とデータ転送を行います。

2.5 インチ SSD

（ⅱ）mSATA

mSATA は、SSD のフォームファクタとインタフェースの両方を指します。このタイプの SSD は、回路基板がむき出しになっています。



mSATA SSD

（ⅲ）M.2（NGFF:Next Generation Form Factor）

形状は mSATA ドライブに似ており、回路基板の状態で使用します。

SATA と PCI-E の両方のバリエーションがあります。mSATA との最も顕著な違いは、M.2 フォームファクタには幅（12／16／22／30mm）と長さ（16／26／30／38／42／60／80／110mm）のさまざまな組合せがあり、その使用の柔軟性が増すことです。そのため、Ultrabooks やタブレット等のモバイルソリューションで多く使用されます。

M.2 SSD

さらに、M.2 は NVMe（Non-Volatile Memory Express）という規格をサポートしており、よりパフォーマンスを向上させることができます。

シリアル ATA の代表的な規格である AHCI は、回転系の SATA ドライブの読取り性能を最適化するように設計されており、SSD でも使用することは可能ですが、そのためには、OS から SSD が回転系の SATA ドライブに見えるようにするための回路が必要となり、それによるオーバヘッドが発生します。

NVMe では、PCIe バスを使って OS と SSD とがダイレクトに信号をやり取りすることにより、遅延の少ない、SSD の性能をフルに生かしたデータ転送が行えます。

また、PCI-Express SSD が流通しています。SSD のこの形式は、GB 当たりの価格が最も高価ですが、最高のパフォーマンスを提供します。これらの SSD は、インタフェースとして PCI-E スロットを使用するため、読み書き速度は PCI-E スロットの速度に制限されます。

11. ツール（デフラグ、スキャン）

①デフラグ

ハードディスクドライブでは、書込みや削除を繰り返し行うと、連続した空き領域が少なくなり、ファイルの配置が不連続になります。このような状態をフラグメンテーションと呼びます。目的のデータが連続した領域に記録されている場合は、ヘッドの移動回数が少ないため効率よく読み書きできますが、不連続な領域にとびとびに記録されている場合は、そのつどヘッドを移動させるため、読み書きの時間がその分多くかかります。

デフラグは、フラグメンテーションが発生したファイルを連続した状態に再配置します。

②スキャン

操作中のハードディスクに不良なセクタ等のエラーが存在すると、エラーが発生して、操作ができなくなる可能性があります。

スキャンは、ハードディスクのエラーをチェックして、エラーがあった場合に修復します。

1-2-5　リムーバブルメディア

1. フラッシュドライブ

USB メモリや SD カード等のフラッシュメモリを利用した記憶装置は、持ち運び可能な記憶媒体として利用されています。

フラッシュメモリの大容量化によって、ノート PC やタブレット端末等ではフラッシュメモリを常時装着して、フラッシュドライブとして利用する場合も増えています。

①コンパクトフラッシュ（CF）

米 SanDisk によって開発されました。

製品の寸法は 42.8mm×36.4mm×3.3mm の TypeI と、5mm の TypeII があります。主に高性能ディジタルカメラに利用されます。一般的に流通している最大容量は 512GB です。

コンパクトフラッシュ

②SD カード／miniSD カード／microSD カード

松下電器産業（現パナソニック）、SanDisk、東芝によって共同開発されました。SD は Secure Digital の略です。サイズによって 3 種類の規格があり、主にディジタルカメラ、スマートフォン、タブレット端末等に利用されます。

左から、SD カード、mini SD カード、microSD カード

SD カード

	SD カード	miniSD カード	microSD カード
幅（mm）	24	20	11
長さ（mm）	32	21.5	15
厚さ（mm）	2.1	1.4	1.0

各メディアの寸法

（ｉ）SDHC カード／SDXC カード

SD カードの容量は 2GB が上限でした。これを最大 32GB に拡大した規格が SDHC（SD High Capacity）です。4GB から 32GB までの製品が流通していま

す。サイズは SD カードと同じで、SDHC カード、miniSDHC カード、microSDHC カードがあります。

また、SDHC 規格の発表と同時に転送速度の規格が発表されました。Class2、Class4、Class6、Class10 のクラスが定義されています。

さらに SDXC（SD eXtended Capacity）規格では、仕様上の容量は最大 2TB まで拡大され、主に 64GB～512GB が流通しています。サイズは、SD カードと同じですが、mini はなく、SDXC カードと microSDXC カードがあります。

	SD	SDHC	SDXC
最大容量	2GB	32GB	2TB
ファイルシステム	FAT16	FAT32	exFAT

SDHC カード／SDXC カード

スピードクラス	Class2	Class4	Class6	Class10
最低保証レート	2MB/sec	4MB/sec	6MB/sec	10MB/sec

転送速度の規格

2. USB メモリ

USB ポートを用いてデータを転送する補助記憶装置です。データの記録は NAND 型フラッシュメモリを利用します。市場に登場した当初の記憶容量は 16MB、32MB 等でしたが、現在流通している製品は 2GB から 2TB まであります。

USB には、USB Mass Storage Class という補助記憶装置を接続する仕様があり、このクラスに対応した機器と OS であれば、接続するだけで直ちに利用可能となります。

USB メモリ

代表的な記録媒体の仕様と容量は、次のとおりです。

記憶メディア	仕様等	容量
CD	8cm	300MB
	12cm	700MB
DVD	片面 1 層	4.7GB
	片面 2 層	8.5GB
Blu-ray	片面 1 層	25GB
	片面 2 層	50GB
	片面 3 層	100GB
	片面 4 層	128GB
コンパクトフラッシュ	―	最大 512GB
SD カード	SD	最大 2GB
	SDHC	最大 32GB
	SDXC	最大 2TB
USB メモリ	―	最大 2TB

主要記憶媒体一覧

なお、PC で使用されることは通常はありませんが、サーバにおいてデータのバックアップなどに用いられる磁気テープには、次のような種類があります。

記憶メディア	仕様等	容量
磁気テープ	DDS	最大 160GB
	QIT	最大 50GB
	DTL	最大 800GB

磁気テープの仕様と容量

1-2-6　内蔵インタフェース

1. マザーボード

マザーボードは、さまざまな電子部品を搭載した基板です。さらに、多数のコネクタを搭載しており、それらのコネクタに CPU、ハードディスク、メモリ、ビデオカード、電源、光学ドライブ等を直接、又はケーブルを通じて接続します。

PC の進化とともにさまざまな規格が作られ、マザーボードやそれに接続するデバイスは、その時点の最新の規格に則って製造されることが一般的であるため、マザーボードが対応している規格と、それに取り付けたいパーツの規格とが合致していなければなりません。

①マザーボードの規格とサイズ

マザーボードのサイズやコネクタの配列等は規格化されており、フォームファクタと呼ばれます。

（ｉ）ATX

Intel 社が 1996 年 2 月に発表した規格です。ATX 仕様では、CPU ソケット、スロットの位置、コネクタ類の配線等が統一されています。サイズによっていくつか種類があります。

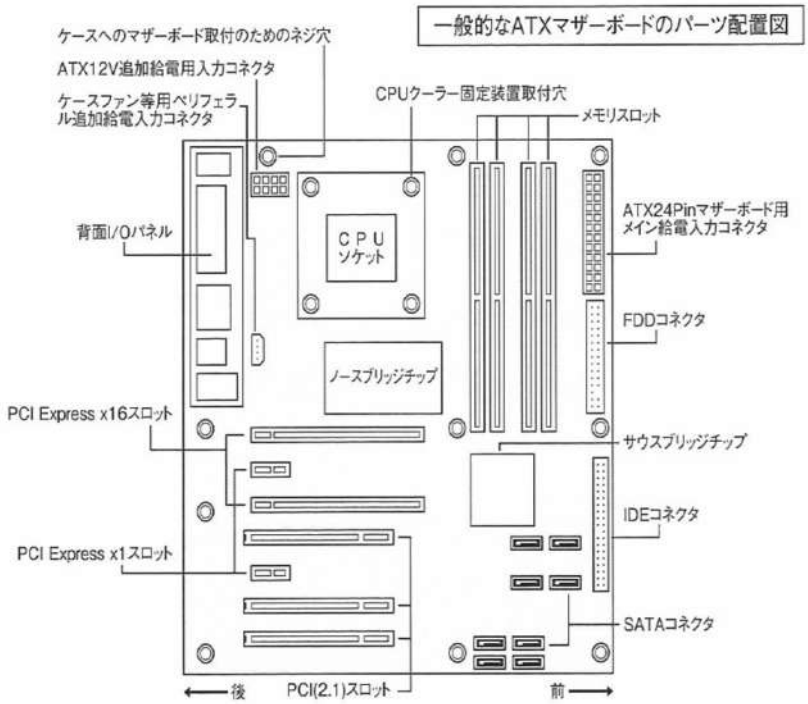
規格	サイズ
ATX	12 インチ×9.6 インチ(305mm×244mm)
MicroATX	9.6 インチ×9.6 インチ(244mm×244mm)
FlexATX	9.6 インチ×7.5 インチ(244mm×191mm)
ExtendedATX	12 インチ×13 インチ(305mm×330mm)
XL ATX	325mm×244mm

ATX 規格の基板サイズ

マザーボード上には各スロットが取り付けられています。基本として、

・CPU ソケット／スロット
・メモリソケット
・拡張バススロット
・SATA コネクタ（SerialATA コネクタ）
・チップセット
・電源コネクタ
・ジャンパー、DIP スイッチ

等があります。



ATX マザーボードの構成

上図には、FDD（フロッピーディスクドライブ）と IDE（PATA ハードディスクドライブ）コネクタが含まれていますが、これらは 2005 年頃から実装されなくなりました。

また、上図左上の背面 I/O パネルには、ディスプレイやキーボード、マウスを始めとする各種周辺装置用のケーブルを接続するためのポートが集められており、マザーボード付属のバックパネルという金属板を介して、PC ケースの背面に固定します。

背面 I/O パネルの例

（ⅱ）Mini-ITX／Nano-ITX／Pico-ITX

VIA 社が発表した規格で、極小フォームファクタで Mini-ITX、Nano-ITX、Pico-ITX の 3 つの規格があります。Mini-ITX は ATX 互換のフォームファクタのため、ATX 用ケースに搭載できますが、Nano-ITX、Pico-ITX は専用のケースが必要になります。

規格	サイズ
Mini-ITX	6.7×6.7 インチ(170×170mm)
Nano-ITX	4.7×4.7 インチ(120×120mm)
Pico-ITX	3.9×2.8 インチ(100×72mm)

ITX 規格の基盤サイズ

②チップセット

マザーボード上には、CPU からの指示に基づいて各種のデバイスを制御する機能をもつチップセットが搭載されています。チップセットによって、搭載可能な CPU のタイプ、RAM の最大容量、サポートされる内蔵及び外付けデバイス等の仕様が決まります。

初期のコンピュータでは、チップセットはマザーボード上に搭載された多数の独立した IC により構成されていましたが、1990 年代半ばには、2 つ又は 1 つの IC に統合されました。

PCI バスが登場した頃のマザーボードには、ノースブリッジ、サウスブリッジと呼ばれる 2 つのチップがありました。また、これらを 1 つのチップに統合したものもあります。

今日、PC 用のチップセットは、主に Intel 社と AMD 社により製造されています。

（ｉ）ノースブリッジ

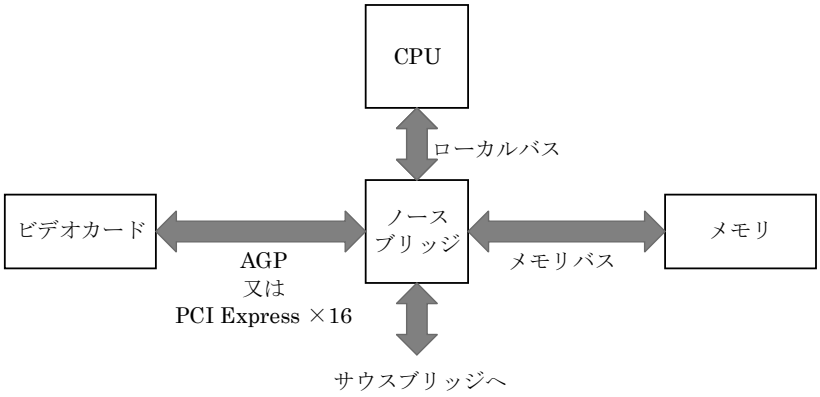
MCH（メモリコントローラハブ）とも呼ばれ、CPU に直接接続され、ビデオカードや RAM 等の高速なデバイスを制御します。

主に次の機能から構成されます。

・メモリコントローラ
・PCI Express コントローラ
・AGP バスコントローラ
・サウスブリッジチップとの間のデータ転送のためのインタフェース

現在の CPU にはノースブリッジチップが内蔵されており、マザーボード上でこのチップを見かけることはなくなりました。

メモリコントローラを内蔵していない CPU の場合、システム構成は次の図のようになります。このようなシステムでは、ノースブリッジチップ内のメモリコントローラの性能が、コンピュータのパフォーマンスに大きな影響を与えます。しかし、メモリコントローラを内蔵する今日の CPU では、チップセットによる性能の差はほとんどありません。



メモリコントローラを内蔵しない CPU を搭載したノースブリッジ

ノースブリッジとサウスブリッジの接続はバスを介して行われます。最初は PCI バスが使用され、後に専用バスに置き換えられました。

（ⅱ）サウスブリッジ

ICH（I / O コントローラハブ）又は PCH（プラットフォームコントローラハブ）とも呼ばれます。

ノースブリッジ又は CPU に接続され、次に示す、低速なデバイスの I/O 制御を行います。

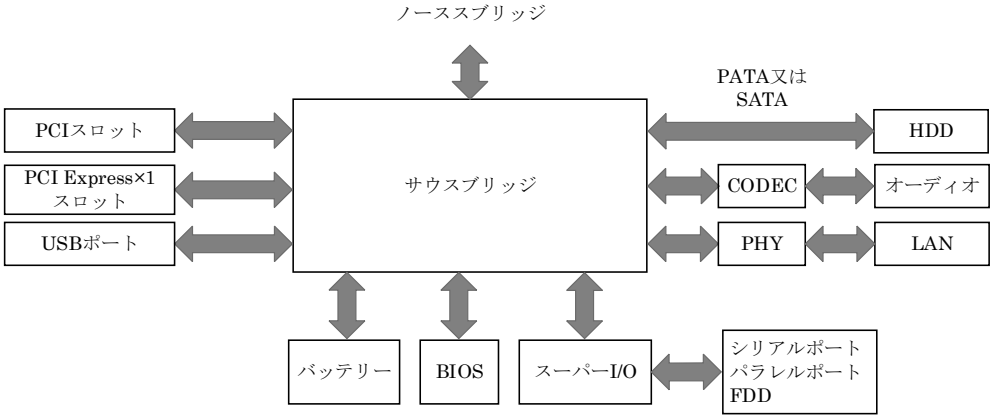
・ストレージポート（パラレル及びシリアル ATA ポート）
・USB ポート
・オンボードオーディオ*1
・オンボード LAN*2
・PCI バス
・PCI Express レーン
・リアルタイムクロック
・CMOS メモリ
・割込みコントローラや DMA コントローラ等のレガシーデバイス（現在ではほとんど使用されない旧規格のデバイス）
・古いマザーボード上の ISA スロット

＊1　サウスブリッジにオーディオコントローラが内蔵されている場合、CODEC と呼ばれる外部チップが必要です。

＊2　サウスブリッジにネットワークコントローラが内蔵されている場合、動作させるための PHY と呼ばれる外部チップが必要です。

後付けの USB、SATA、ネットワークコントローラ等の統合デバイスは、個々の PCI Express ×1 レーンを介してサウスブリッジチップに接続されます。

また、サウスブリッジは、マザーボード上の BIOS チップ及び Super I / O チップとも接続されます。ここで、BIOS チップは BIOS を格納するチップ、Super I / O チップはシリアルポート、パラレルポート、フロッピーディスクドライブ、キーボードとマウス用の PS / 2 ポート等のレガシーデバイスを制御するチップです。



サウスブリッジ

2. SATA（SerialATA）

SerialATA は旧規格（IDE）のパラレル伝送方式での速度向上が技術的に困難になってきたため、シリアル伝送方式に変更し、伝送方式を向上させた規格です。SATA の最初の規格では通信速度が 1.5Gbps、2004 年 4 月に発表された SATA2 は 3Gbps、2008 年 8 月に発表された SATA3 では 6Gbps に引き上げられました。

規格	転送速度
IDE	33Mbps
SATA1	1.5Gbps
SATA2	3Gbps
SATA3	6Gbps

ATA 規格一覧

SATA には後方互換性があり、SATA2 では SATA1 と SATA2 のドライブが、SATA3 では SATA1、SATA2、及び SATA3 のドライブが使用できます。ただし、実際の転送速度は、ドライブが対応する規格のものとなります。

シリアル伝送方式を採用した結果、ケーブルがスリムになり、筐体内の配線の取り回しも容易になりました。SATA のケーブル長は最大で 1m です。

外付けにも対応し、外付け専用のコネクタ規格として、eSATA があります。eSATA のケーブル長は延長され、最大で 2m です。