Chapter３

コンピュータ構成要素

# 1. プロセッサ

## 1. コンピュータの種類

学習のポイント

✅ 出題頻度を参考に効率よく学習しよう！

コンピュータは、性能、形態、用途など、さまざまな視点から分類できます。

### １）パーソナルコンピュータ

パーソナルコンピュータ（パソコン、PC）は、1980年代のマイクロプロセッサ技術の進歩によって、個人で所有できる低価格のコンピュータとして出現しました。

🏋プラスアルファ

**●ワークステーション**

ワークステーションは、1980年代半ばに出現した科学計算や事務処理、デザインなどに特化した業務用の高性能なコンピュータです。

**●汎用コンピュータ**

汎用コンピュータは、多目的な利用形態に対応できるように設計されているコンピュータの  
ことで、1960年代半ばに出現したIBM社のSystem360が始まりです。

**●スーパコンピュータ**

スーパコンピュータは、原子力発電のシミュレーション、気象予測、人工衛星の軌道計算など、  
膨大な計算量を超高速で処理することが必要な科学技術計算の分野で使われるコンピュー  
タです。その歴史は、1970年代初頭に始まり、アメリカのクレイ社によるスーパコンピュータの  
Cray-1が有名です。当初は、同じ演算命令を複数のデータに対して一度に行うことができる  
機能をもつベクトルプロセッサを用いた**ベクトル型スーパコンピュータ**が主流でしたが、1990年 汎用コンピュータの例  
代以降アメリカでは、ワークステーションやパソコンで使われているスカラ型の汎用プロセッサを  
並列に結合した、**スカラ型スーパコンピュータ**の開発が主流となりました。

|  |
| --- |
| 例題　🏋プラスアルファ  ベクトルコンピュータの特徴はどれか。  ア　多数のPCをネットワークで接続し協調動作させる。  イ　多数の演算ユニットの接続形態を動的に切り替える。  ウ　一つの命令で配列中の複数のデータを同時に演算する。  エ　命令パイプライン上で複数の命令を同時に実行する。  ベクトルコンピュータとは、同じ演算命令を複数のデータに対して一度に行うことができる機能をもつコンピュータのことです。演算性能指標としてFLOPSが使用されます。  基本情報　平成19年度春　問25　[出題頻度：★☆☆]  解答－ウ |

## 2. コンピュータの構成

学習のポイント

✅ 各装置の役割を覚えよう！

コンピュータには、さまざまな規模、性能のものがありますが、その構成要素は、基本的には処理装置（**制御装置**と**演算装置**）、**記憶装置**、**入力装置**、**出力装置**に分類できます。この分類にしたがって対応する装置の総称や例を示すと次のようになります。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 機能 | | 対応する装置 | | | 例 |
| 制御装置（機能全体を制御） | | 制御装置 | 中央処理装置 | 本体 | CPU |
| 演算機能（計算や判断） | | 演算装置 |
| 記憶機能 | （一時的な記憶） | 主記憶装置 | | メモリ |
| （長期的な記憶） | 補助記憶装置 | | 周辺装置 | SSD，ハードディスク |
| 入力機能（データの入力） | | 入力装置 | | キーボード，マウス |
| 出力機能（データの出力） | | 出力装置 | | ディスプレイ，プリンタ |

入力装置

制御装置

演算装置

記憶装置

出力装置

データの流れ

制御の流れ

コンピュータの基本構成

なお、処理装置をプロセッサと呼びます。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 例題  コンピュータは，入力，記憶，演算，制御及び出力の五つの機能を実現する各装置から構成される。命令はどの装置から取り出され，どの装置で解釈されるか。   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | 取出し | 解釈 | | ア | 演算 | 制御 | | イ | 記憶 | 制御 | | ウ | 制御 | 演算 | | エ | 入力 | 演算 |   コンピュータは、制御装置、演算装置、記憶装置、入力装置および出力装置の５つの装置から構成されています。  制御装置は、主記憶装置内のプログラムを適切な順序で取り出して解釈し、命令どおりに処理を実行するために、コンピュータの各装置に信号を送って動作を制御する装置です。  演算装置は、データに対して加減乗除の算術演算や論理和・論理積などの論理演算を行う装置です。  記憶装置は、実際に処理で利用されるプログラムやデータを記憶しておく装置です。  入力装置は、コンピュータに指示を与えたり、データを入力するための装置です。  出力装置は、コンピュータ内で処理したプログラムやデータを人間の認識できる形、すなわち文字、数字、図形、音声などに変換して出力する装置です。  したがって、命令は記憶装置から取り出され、制御装置で解釈されます。  基本情報　平成18年度春　問26　[出題頻度：★☆☆]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-182

## 3. プロセッサのアーキテクチャ

学習のポイント

✅ RISCとCISCの特徴を覚えよう！

**プロセッサ**（**CPU**：Central Processing Unit）は、コンピュータの中枢部分で、算術演算や論理演算などの演算機能をもつ演算装置と、全体をコントロールする制御機能を持つ制御装置から構成されています。パソコンでは**MPU**（Micro Processing Unit）と呼ばれることもあります。

CPUの例

### １）プログラム格納方式

現在のコンピュータは、プログラムやデータをあらかじめ主記憶装置に記憶しておき、それに基づいてプロセッサが各装置に指示を与え命令を実行します。このような方式のことを、プログラム格納方式（**ノイマン型コンピュータ**）と呼んでいます。

なお、この方式では命令を実行する際に、主記憶装置の処理速度がプロセッサより遅いことがボトルネック（全体の処理効率を悪くする要因）となっています。

|  |
| --- |
| 例題  主記憶に記憶されたプログラムを，CPUが順に読み出しながら実行する方式はどれか。  ア　DMA制御方式 イ　アドレス指定方式 ウ　仮想記憶方式 エ　プログラム格納方式  プログラム格納方式は、現在のほとんどのコンピュータで利用されている方式で、処理に先だって、主記憶装置にプログラムとデータを読み込んで実行していく方式です。考案者のフォン・ノイマンにちなんで、「ノイマン型コンピュータ」とも呼ばれます。  ア　DMA制御方式は、CPUを介さずに、データ転送用のハードウェア（DMAコントローラ）によって、主記憶装置と入出力装置の間で直接転送を行う方式です。  イ　アドレス指定方式は、命令のアドレス部から、処理対象となるデータが格納されている主記憶装置上のアドレス（実効アドレス）を得るための方法です。  ウ　仮想記憶方式は、主記憶装置が提供する実空間よりも大きな仮想空間を用意し、実空間である主記憶装置上に格納しきれないプログラムについては、一定の単位で仮想空間（一般には磁気ディスク装置などの補助記憶装置）上に格納しておき、プログラムの実行時に必要な部分だけを実空間に読み込んで実行させる方式です。  基本情報　平成26年度春　問9　[出題頻度：★☆☆]  解答－エ |

プラスアルファ

**●命令形式**

命令部

アドレス部

命令語

命令語は、**命令部**（オペレーションコード）と**アドレス部**（**オペランド**）  
から構成されています。命令部はコンピュータで実行すべき操作の指示に用  
いられ、アドレス部はデータや命令の蓄えられている主記憶装置上の場所  
（アドレス）、もしくはデータや演算結果を収容すべき場所の指示に用いら 命令語の構成  
れます。したがって、命令の種類によって、オペランドの数も異なります。

例えば、データを移動させる転送命令の場合には、転送元と転送先の指定が、加算命令の場合には、加算する数と加算される数および結果を収容する場所の指定が必要です。ただし、スタックを使用する場合には演算対象はスタックに格納されているので、収容場所の指定すなわちオペランドは必要ありません。

|  |
| --- |
| 例題  次の一連の３アドレス命令で得られる結果xを表す式はどれか。ここで，３アドレス命令では，三つのオペランドを用いた命令“c＝a op b”を“op(a，b，c)”として表記する。opは一つの演算子を表し，結果xを表す式においては優先順位の高い順に＊，／，＋，－とする。  ／(c，d，w1)  ＋(b，w1，w2)  ／(e，f，w3)  －(w3，g，w4)  ＊(w2，w4，x)  ア　b＋c／d＊e／f－g イ　b＋c／d＊(e／f－g)  ウ　(b＋c／d)＊e／f－g エ　(b＋c／d)＊( e／f－g)  問題文の指示に従い、一連の命令アドレスの式を求めると次のようになります。  ／（c，d，w1） → w1＝c／d  ＋（b，w1，w2） → w2＝b＋w1＝b＋c／d  ／（e，f，w3） → w3＝e／f  －（w3，g，w4） → w4＝w3－g＝e／f－g  ＊（w2，w4，x） → x＝w2＊w4＝(b＋c／d)＊(e／f－g)  基本情報　平成22年度春　問22　[出題頻度：★☆☆]  解答－エ |

別冊演習ドリル 》 1-183

### ２）命令セット

プロセッサが使用できる命令の組合せを命令セットと呼びます。命令セットはプロセッサの種類によって異なります。

使用頻度の高い単純な命令に限定して命令セットを構成することで、**ワイヤードロジック**（結線論理）というハードウェアでの実行を可能にし、処理の高速化を図った**ワイヤードロジック制御方式**のコンピュータを**RISC**（Reduced Instruction Set Computer：リスク）と呼びます。これに対して、単一の命令で複雑な処理を行う命令セットをマイクロプログラムというソフトウェアで実行可能にしたマイクロプログラム制御方式のコンピュータを**CISC**（Complex Instruction Set Computer：シスク）と呼びます。

CISCは、命令の長さと実行時間にばらつきがありますが、RISCは１命令当たりの実行時間が短く命令の長さもほぼ一定となるため、パイプライン処理（後述）に適しています。

|  |
| --- |
| 例題　RISCアーキテクチャのMPUの特徴として，適切なものはどれか。  ア　固定長の命令だけでなく，可変長の命令がある。  イ　ハードウェア回路とパイプラインの技術を使い，１命令当たりおおよそ１クロックで実行できる。  ウ　命令の形式には，レジスタ-レジスタ間の操作をする形式だけでなく，レジスタ-メモリ間の形式及びメモリ-メモリ間の形式がある。  エ　命令の実行は，マイクロプログラムというファームウェアで行う。  RISCアーキテクチャは、プロセッサの設計様式の１つで、命令セットを基本的な簡易命令だけにとどめ、ハードウェアの結線論理（ワイヤードロジック）により実現する方式です。パイプライン処理の効率を高め、処理速度の向上を図ります。  なお、ア、ウ、エはCISCアーキテクチャの特徴を述べています。  ソフトウェア開発　平成17年度秋　問17　[出題頻度：★★☆]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-184～186

## 4. プロセッサの構造と方式

学習のポイント

✅ 例題や演習ドリルで出題されている用語を優先に覚えよう！

プロセッサを構成する装置には、レジスタ、加算器、補数器、命令デコーダなどがあります。

🏋プラスアルファ

**●レジスタ**

レジスタは、計算結果やアドレスなどのデータを一時的に保持する装置です。代表的なレジスタには次のようなものがあります。

**①命令アドレスレジスタ**（命令カウンタ、プログラムカウンタ）

プログラムを正しい順序で実行するため、次に実行すべき命令の主記憶装置上での位置（アドレス）を指示するためのレジスタです。毎回、このレジスタの指示する番地から、実行すべき命令語が取り出されます。

**②命令レジスタ**

主記憶装置から読み出された命令を一時的に記憶しておくレジスタです。命令レジスタに読み出された命令は、この後、デコーダで解読されます。

**③メモリアドレスレジスタ**

データの読出し、書込みを主記憶装置に対して行うときに、そのデータが格納されているアドレス、またはそのデータを格納するアドレスを計算し、保持するレジスタです。

**④メモリデータレジスタ**

メモリアドレスレジスタによって指定された主記憶装置上のデータを読み書きするときに、対象となるデータが格納されるレジスタです。

**⑤指標レジスタ（インデックスレジスタ）**

命令のアドレス部の番地を修飾する場合に使われるレジスタです。

**⑥基底レジスタ（ベースレジスタ）**

プログラムの先頭アドレス（基底アドレス）を入れるレジスタです。

**⑦状態レジスタ（フラグレジスタ）**

演算結果（正、負、ゼロ、オーバフローの有無）が格納されるレジスタです。

**⑧汎用レジスタ**

特定の機能に限定せず、多目的に使用されるレジスタです。

**⑨アキュムレータ**（累算器）

演算結果や被演算数を入れるためのレジスタです。

**●加算器と補数器**

加算器は、２つの数値の和を求める装置で、補数器は、ある数値の補数を求める装置です。

なお、加算器や補数器などの演算回路やアキュムレータ、状態レジスタなどを総称して**ALU**（Ainthmetic and Logic Unit）と呼びます。

**●デコーダ（命令デコーダ）**

命令を解読して関係する各装置に信号（パルス）を送る装置です。

なお、プロセッサを命令の実行過程における役割によって演算装置と制御装置に分けた場合、前者にはALUが、後者にはデコーダが該当します。

|  |
| --- |
| 例題　🏋プラスアルファ  プロセッサの制御機構に分類されるものはどれか。  ア　ALU イ　アキュムレータ  ウ　命令デコーダ エ　メモリアドレスレジスタ  命令デコーダは、プロセッサに与えられた命令コードから命令内容を判断し、プロセッサ内の各機構に指令を与える機能をもち、制御機構に分類されます。  ア　ALU（Arithmetic and Logic Unit）は、四則演算や論理演算など算術的な処理を行う回路で、演算機構に分類されます。  イ　アキュムレータは、演算中の累計結果や中間結果を記憶させるもので、演算機構に分類されます。  エ　メモリアドレスレジスタは、実行すべき命令を主記憶から取り出すときに、対象データが格納されている主記憶上のアドレスを一時的に保持するレジスタです。制御機構には含まれません。  基本情報　平成19年度春　問26　[出題頻度：★☆☆]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-187

## 5. プロセッサの動作原理

学習のポイント

✅ ６種類のアドレッシング方式を覚えよう！

✅ 割込みの種類を覚えよう！

### １）命令の実行プロセス

コンピュータの命令実行の第一歩は、主記憶装置上の命令を取り出すことです。命令を取り出すことを命令フェッチと呼び、その後、命令は一定のプロセスを経て解読されます。続いて必要なデータが入っている主記憶上のアドレスを求め、これをもとにオペランドが取り出され、命令が実行されます。なお１つの命令を取り出してから、その実行が終了するまでの過程を**命令サイクル**と呼び、命令サイクルを繰り返すことによって、プログラムが順番に実行されます。命令サイクルは、命令取り出し段階と命令実行段階の２つの段階に分けられます。

STEP０

・主記憶装置に、プログラム（命令群）とデータをあらかじめ格納しておく。

STEP１

・主記憶装置から、あらかじめ格納しておいたプログラム中の一つの命令を取り出す。

STEP２

・取り出された命令がどのような内容になっているかデコーダと呼ばれるもので解読する。

STEP３

・解読した結果を受けて、必要なデータを主記憶装置に取りに行き、そのデータを実行（処理）する。

命令取出し段階

（命令サイクル）

命令実行段階

（実行サイクル）

|  |  |
| --- | --- |
| 命令１ | ０番地 |
| 命令２ | １番地 |
| 命令３ | ２番地 |
| 命令４ | ３番地 |
| 命令５ | ４番地 |
| … | … |
| 70点 | 100番地 |
| 60点 | 101番地 |
| 85点 | 102番地 |
| 48点 | 103番地 |
| … | … |

《主記憶装置》

《プロセッサ》

命令の取り出し

命令の解読

（デコード）

命令の実行

STEP１

STEP２

STEP３

STEP０

《デコーダ》

コンピュータの命令実行プロセス

🏋プラスアルファ

**①命令取り出し段階**（命令取り出しサイクル、フェッチサイクル）

１．命令アドレスレジスタで指定された主記憶装置の番地（アドレス）に格納されている命令を取り出して、命令レジスタに格納する。

２．命令部及びアドレス部は、それぞれデコーダ及びメモリアドレスレジスタに送られ解読される。

３．命令アドレスレジスタの値に１（命令語の長さ）が加算される（分岐命令の場合には、分岐先のアドレスがセットされる）。

|  |  |
| --- | --- |
| 命令１ | ０番地 |
| 命令２ | １番地 |
| 命令３ | ２番地 |
| 命令４ | ３番地 |
| 命令５ | ４番地 |
| … | … |
| 70点 | 100番地 |
| 60点 | 101番地 |
| 85点 | 102番地 |
| … | … |

《主記憶装置》

《制御装置》

命令アドレスレジスタ

メモリデータレジスタ

メモリアドレスレジスタ

命令レジスタ

命令部　 アドレス部

デコーダ

演算装置

⑥

①

②

③

④

⑤

バス

バス

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ① | 命令アドレスレジスタ | 解読する為の命令の番地（アドレス）を記憶しているレジスタ |
| ② | メモリアドレスレジスタ | 命令を取りに行く前に、その番地を格納するレジスタ |
| ③ | メモリデータレジスタ | 取り出した命令を受け取るレジスタ |
| ④ | 命令レジスタ | 取り出した命令を、解読する為に一時的に格納するレジスタ |
| ⑤ | デコーダ | 命令部を解読し、処理方法を各装置に指示を出す装置 |
| ⑥ | 命令アドレスレジスタ | 次の命令を取りにいくための準備を行なう（＋１を加算） |

**②命令実行段階**（命令実行サイクル、エグゼキューションサイクル）

４．デコーダは、解読された命令の実行に必要な装置に信号を送る。

５．メモリアドレスレジスタ内で実効アドレスが解読（計算）され、命令が実行される。

|  |
| --- |
| 例題　コンピュータの命令実行順序として，適切なものはどれか。  ア　オペランド読出し→命令の解読→命令フェッチ→命令の実行  イ　オペランド読出し→命令フェッチ→命令の解読→命令の実行  ウ　命令の解読→命令フェッチ→オペランド読出し→命令の実行  エ　命令フェッチ→命令の解読→オペランド読出し→命令の実行  ①命令フェッチ：命令の取出し。命令を解読するため、まずこの動作から行います。  ②命令解読：取出した命令をもとに、どのような動きをするかを解読します。  ③実効アドレスの計算：必要なデータが入っている主記憶上の番地を求めます。  ④オペランド読出し：上記で求めた番地を基に必要なデータを取り出します。  ⑤命令の実行：命令を実行します。  基本情報　平成18年度春　問18　[出題頻度：★☆☆]  解答－エ |

別冊演習ドリル 》 1-188,189

### ２）アドレッシング（アドレス指定）

命令のアドレス部から、処理対象となるデータが格納されている主記憶装置上のアドレス（**実効アドレス**）を得るための方法をアドレス指定方式と呼びます。代表的なアドレス指定方式には、次のものがあります。

#### ①直接アドレス指定方式

直接アドレス指定方式は、命令語のアドレス部で指定した値を、そのまま実効アドレスに適用する方法です。

命令部

アドレス部

ロード

481

実効アドレス

記憶装置

アドレス

1573

481

取り出されるデータ

直接アドレス指定方式（例）

#### ②指標付きアドレス（インデックスアドレス）指定方式

指標付きアドレス指定方式は、命令語のアドレス修飾部において指標レジスタ（インデックスレジスタ）番号を指定し、アドレス部で基準となるアドレスを指定する方法です。指定された指標レジスタには、基準となるアドレスからの隔たりを表す変位（ディスプレースメント）が格納されています。この方法では、アドレス部の値に指標レジスタの内容が加算され、実効アドレスが求められます。

実効アドレス

記憶装置

アドレス

8632

481

取り出されるデータ

レジスタ群

475

GR5

ロード

005

６

命令部

アドレス

修飾部

アドレス部

＋

GR：汎用レジスタ（指標レジスタ）

指標付きアドレス指定方式（例）

#### ③間接アドレス指定方式

間接アドレス指定方式は、命令語のアドレス部で指定した値が、実効アドレスが格納されている主記憶装置上のアドレスを示す方法です。したがって、命令の実行に際しては、主記憶装置を２回以上アクセスする必要があります。

命令部

アドレス部

ロード

583

実効アドレス

記憶装置

アドレス

3757

265

取り出されるデータ

265

583

間接アドレス指定方式（例）

#### ④ベースアドレス指定方式

ベースアドレス指定方式は、命令語のアドレス修飾部においてベースレジスタ番号を指定し、アドレス部でディスプレースメントを指定する方法です。指定されたベースレジスタ内には、基準となるアドレスが格納されています。この方法では、ベースレジスタの内容に、アドレス部の値が加算され、実効アドレスが求められます。

実効アドレス

記憶装置

アドレス

3283

336

取り出されるデータ

レジスタ群

333

BR3

ロード

003

３

命令部

アドレス

修飾部

アドレス部

＋

BR：ベースレジスタ

ベースアドレス指定方式（例）

#### ⑤相対アドレス指定方式

相対アドレス指定方式は、命令語のアドレス部において今実行している命令の次に実行される命令のアドレス（プログラムカウンタの値）とディスプレースメントを指定する方式です。プログラムカウンタの値にアドレス部の値が加算され、実効アドレスが求められます。

実効アドレス

記憶装置

アドレス

6313

261

取り出されるデータ

プログラムカウンタ

253

＋

ロード

８

命令部

アドレス部

252番地の内容

相対アドレス指定方式（例）

#### ⑥即値アドレス指定方式

即値アドレス指定方式は、命令語のアドレス部において処理の対象データそのものを直接指定する方法であり、記憶装置などを参照することなく、すぐに命令を実行できます。

命令部

アドレス部

ロード

622

データ

即値アドレス指定方式（例）

|  |
| --- |
| 例題  図に示すアドレス指定方式はどれか。  2  100  命令  命令部  レジスタ番号  アドレス定数  50  レジスタ番号  0  1  2  3  処理対象データ  主記憶アドレス  0番地  1番地  2番地  3番地  150番地  …  …  ＋  ア　指標付きアドレス指定方式 イ　相対アドレス指定方式  ウ　直接アドレス指定方式 エ　レジスタ間接アドレス指定方式  指標付きアドレス指定方式はインデックスアドレス指定方式とも呼ばれ、命令語のアドレス修飾部で指定された指標レジスタ（インデックスレジスタ）の内容と、アドレス定数部の値を加算した結果を、実効アドレスとする方式です。  イ　相対アドレス指定方式とは、命令カウンタの値にアドレス定数部の値を加算した結果を、実効アドレスとする方式です。  ウ　直接アドレス指定方式とは、アドレス定数部で指定した値を、そのまま実効アドレスとする方式です。  エ　レジスタ間接アドレス指定方式とは、命令語のアドレス定数部で、実効アドレスの格納されたレジスタ番号を指定する方式です。  基本情報　平成19年度秋　問18　[出題頻度：★★★]  解答－ア |

別冊演習ドリル 》 1-190～195

### ３）割込み

プロセッサでは、入出力装置や演算装置の動作状況を監視し、異常の発生や緊急の処理を必要とする場合には、速やかに対処する必要があります。そのため、緊急の場合には特別な信号をプロセッサに送り、実行中のプログラムを一時中断し、緊急用のプログラムを実行するための割込みが行われます。

異常事態Ａ発生

プログラムの実行

異常事態Ｂ発生

中断

再開

中断

再開

割込み処理プログラムA

割込み処理プログラムＢ

実行

実行

#### ①割込みの手順

割込みは、次のような手順に従って行われます。

ⅰ）通常、プログラムを実行するユーザモードから、割込み処理を行う特権モードに移行する。

ⅱ）割込み前のプロセッサの状態を表す現PSW（Program Status Word：プログラム状態語）の内容を、主記憶の固定領域（スタック領域）に退避させる。

ⅲ）実行する割込みの種類に応じた情報を主記憶の固定領域から読み込む。読み出した内容には、割込み処理プログラムのアドレスや制御情報が含まれているので、ただちに割込み処理プログラムの実行に入ることができる。

ⅲ）割込み処理プログラムの実行が終了すると、退避していたPSWの内容を復元し、中断されたプログラムの実行を再開する。

|  |
| --- |
| 例題  割込みが発生すると，あるアドレスが退避され，割込み処理が実行される。割込み処理が完了すると，退避されていたアドレスが復帰され，割込み直前に実行していたプログラムの実行が再開される。退避されていたアドレスはどれか。  ア　割込みが発生したときに実行していた命令のアドレス  イ　割込みが発生したときに実行していた命令の次の命令のアドレス  ウ　割込み処理の最後の命令のアドレス  エ　割込み処理の先頭の命令のアドレス  割り込みが発生すると、現在実行中のプログラムが中断され、新たに別のプログラムが実行されます。割り込まれたプログラムを正常に中断された時点から再開するためには、割り込み発生時に実行していた命令の次の命令のアドレスを退避させておきます。  基本情報　平成14年度春　問22　[出題頻度：★☆☆]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-196～198

#### ②割込みの種類

割込みは、その発生原因によってさまざまに分類されますが、まずはプログラムそのものによって発生する**内部割込み**と、プログラム以外の外部の要因によって発生する**外部割込み**に大別されます。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分類 | 名称 | 原因例 |
| 内部割込み | プログラム割込み | ０による除算、オーバフローなど |
| SVC割込み | 入出力要求など |
| 外部割込み | 入出力割込み | 入出力動作の終了、入出力装置の異常など |
| 機械チェック割込み | 誤動作、電源異常など |
| タイマ割込み | プロセッサ使用可能時間の終了など |
| コンソール割込み | コンソールからの指示など |

割込みの種類

なお、複数の割込みの発生に備え、個々の割込み原因には優先順位が付けられています。

そのため、現在実行中の割込み処理よりも優先度の高い処理が発生した場合には、実行中の処理を一時的に中断（マスク）し、優先度の高い方が実行されます。

|  |
| --- |
| 例題  外部割込みに分類されるものはどれか。  ア　インターバルタイマによって，指定時間が経過したときに生じる割込み  イ　演算結果のオーバフローやゼロによる除算で生じる割込み  ウ　仮想記憶管理において，存在しないページヘのアクセスによって生じる割込み  エ　ソフトウェア割込み命令の実行によって生じる割込み  外部割込みとは、ハードウェアの特定の状態に応じて起こる割込みのことであり、機械チェック割込み、入出力割込み、タイマ割込みなどがあります。  ア　タイマ割込みに関する記述であり、外部割込みに分類されます。  イ　プログラム割込みに関する記述であり、内部割込みに分類されます。  ウ　ページフォルトによる割込みに関する記述であり、内部割込みに分類されます。  エ　SVC割込みに関する記述であり、内部割込みに分類されます。  基本情報　平成29年度秋　問10　[出題頻度：★★★]  解答－ア |

別冊演習ドリル 》 1-199,200

## 6. プロセッサの性能

学習のポイント

✅ 補助単位を覚えよう！

✅ クロック周波数、MIPSの計算問題に備えよう！

### １）コンピュータで使われる補助単位

膨大な量のデータをきわめて短時間に処理できる、というのがコンピュータのきわ立った特性です。コンピュータでは天文学的な極大の数と、微粒子を表すような極小の数が同時に扱われます。そこで、多くのゼロが並ぶわずらわしさを避けるため、次のような補助単位（接頭語）を使います。

1k (キロ) ＝1,000（103）

1M (メガ) ＝1,000,000（106）

1G (ギガ) ＝1,000,000,000（109）

1T (テラ) ＝1,000,000,000,000（1012）

**大きな値を  
表す単位**

1m (ミリ) ＝0.001（10-3）

1μ (マイクロ) ＝0.000001（10-6）

1n (ナノ) ＝0.000000001（10-9）

1p (ピコ) ＝0.000000000001（10-12）

**小さな値を  
表す単位**

k、M、G、Tなどの補助単位は、GB（ギガバイト）のように記憶容量などを表す場合に用いられ、m、μ、n、pなどの補助単位は、ns（ナノ秒）のようにコンピュータの処理時間などを表す場合に用いられます。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 例題  あるコンピュータのメモリとディスクのアクセス時間及び容量は，表に示す値である。その値を，10の整数乗倍を表す単位の接頭語を用いて表現したものはどれか。   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | アクセス時間 | 容量 | | メモリ | 70×10－９秒 | 32×10６バイト | | ディスク | 20×10－３秒 | 1.5×10９バイト |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | |  | メモリアクセス時間 | メモリ容量 | ディスクアクセス時間 | ディスク容量 | | ア | 70ナノ秒 | 32ギガバイト | 20マイクロ秒 | 1.5メガバイト | | イ | 70ナノ秒 | 32メガバイト | 20ミリ秒 | 1.5ギガバイト | | ウ | 70ピコ秒 | 32ギガバイト | 20マイクロ秒 | 1.5テラバイト | | エ | 70ピコ秒 | 32メガバイト | 20ミリ秒 | 1.5ギガバイト |   10の整数倍を表す接頭語（補助単位）は、次のとおりです。  10－12 10－9 10－6 10－3 103 106 109 1012   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   p n μ m k M G T  （ピコ） （ナノ） （マイクロ） （ミリ） （キロ） （メガ） （ギガ） （テラ）  これにもとづいて表を書き直すと、次のようになります。   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | アクセス時間 | 容量 | | メモリ | 70ナノ秒 | 32メガバイト | | ディスク | 20ミリ秒 | 1.5ギガバイト |   初級システムアドミニストレータ　平成13年度春　問58　[出題頻度：★★★]  解答－イ |
|  |

### ２）プロセッサの性能とクロック周波数

プロセッサ（CPU）の性能を表す処理速度は、バス数とクロック周波数で表示されます。

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。

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、**Hz**（ヘルツ）で表されます。

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 CPUをマザーボードにセットするイメージ  
号でプロセッサが動作していることを表します。

なお、１命令の実行に要するクロック数を、**CPI**（Cycles Per Instruction）と呼びます。

1クロック

クロック周波数が

高いほど高速動作！

クロック信号

１つの命令は、複数

クロックで実行！

命令2

命令1

|  |
| --- |
| 例題  1GHzのクロックで動作するCPUがある。このCPUは，機械語の1命令を平均0.8クロックで実行できることが分かっている。このCPUは1秒間に平均何万命令を実行できるか。  ア　125 イ　250 ウ　80,000 エ　125,000  １GHzでは、１秒間に109回（1,000,000,000クロック／秒）のクロックパルスを生成します。この問題では、１命令を平均0.8クロックで実行できますので、１秒間で実行できる命令数は次のように計算できます。  1,000,000,000クロック／秒 ÷ 0.8クロック／命令 ＝1,250,000,000命令／秒  ＝125,000万命令／秒  基本情報　平成26年度秋　問9　[出題頻度：★★★]  解答－エ |

別冊演習ドリル 》 1-201,202

プロセッサ（CPU）での命令の実行、制御信号やデータの転送はクロック周波数に同期して行われ、１命令が数クロックで実行されます。したがって、同じ構造のプロセッサであれば、クロック周波数の値が大きいほど高速に動作します。

|  |
| --- |
| 例題  PCのクロック周波数に関する記述のうち，適切なものはどれか。  ア　CPUのクロック周波数と，主記憶を接続するシステムバスのクロック周波数は同一でなくてもよい。  イ　CPUのクロック周波数の逆数が，１秒間に実行できる命令数を表す。  ウ　CPUのクロック周波数を２倍にすると，システム全体としての実行性能も２倍になる。  エ　使用しているCPUの種類とクロック周波数が等しければ，２種類のPCのプログラム実行性能は同等になる。  CPUのクロック周波数と主記憶（メモリ）を接続するシステムバスのクロック周波数は、必ずしも同一である必要はありません。  イ　CPUのクロック周波数の逆数は、１クロックのパルスの間隔を表します。ただし、クロック周波数が上がると、１秒間に実行できる命令数は増えます。  ウ　パソコンのシステム全体の性能はCPUだけでなく、メモリやハードディスクなどの周辺装置の性能も含めて決まります。  エ　CPUの種類とクロック周波数が等しくても、メモリやハードディスクなどの周辺装置の性能が異なれば、実行性能は同等にはなりません。  基本情報　平成28年度春　問9　[出題頻度：★☆☆]  解答－ア |

### ３）MIPSとFLOPS

MIPS（Million Instructions Per Second：ミップス）は、１秒間に実行できる命令の個数を百万単位で表したものです。また、実行中の各命令に対する使用頻度を、その命令の実行時間に重み付けし、その和を求めることで平均命令実行時間を求めることができます。その際に利用する標準的な命令を、命令ミックスと呼びます。

FLOPS（FLoating point Operations Per Second：フロップス）は、１秒間に実行できる浮動小数点演算の回数を表したものです。１FLOPSであれば、１秒間に１回浮動小数点演算ができることを表します。

|  |
| --- |
| 例題  50MIPSのプロセッサの平均命令実行時間は幾らか。  ア　20ナノ秒 イ　50ナノ秒 ウ　2マイクロ秒 エ　5マイクロ秒  50MIPSということは、１秒間に50,000,000命令実行できるので、平均命令実行時間は次の値になります。  １秒 ÷ 50,000,000命令／秒 ＝0.00000002秒／命令  ＝0.00002ミリ秒／命令  ＝0.02マイクロ秒／命令  ＝20ナノ秒／命令  基本情報　平成27年度秋　問9　[出題頻度：★★★]  解答－ア |

別冊演習ドリル 》 1-203～206

## 7. プロセッサの高速化技術

学習のポイント

✅ パイプライン制御を優先に、各技術の特徴を覚えよう！

プロセッサの性能は、同一の構造であればクロック周波数に比例しましたが、クロック周波数の値には限界があります。そこで、処理を高速化するためにさまざまな方法が考えられました。

### １）先回り制御

プロセッサによる命令実行の過程は、前述したように、命令取り出し段階と命令実行段階の２つの段階に分けられ、これを繰り返すことによって、順番に実行されます。

先回り制御は、１つの命令の実行が終了しないうちに、次の命令を読み出す方式です。これによって、命令取り出し段階と命令実行段階を並行して行うことができるので、全体の処理速度は向上します。ただし、前の命令が分岐命令であるために先取りした命令が実行されない場合や、前の命令で次の命令の内容が変更されたため読み出された命令が実行できない場合は、先取りした命令は無視されるので、改めて命令を取り出さなければなりません。そのため、複雑な制御が必要となります。

### ２）パイプライン制御

パイプライン制御は、命令を複数のステージ（命令の取出し、解読、実効アドレスの計算、データの読出し、実行）に分割し、各ステージを並行して実行する方式です。

なお、分岐命令があると条件が確定するまで処理は中断します。そこで、パイプライン制御を有効に機能させるには、なるべく分岐命令が少なくなるようにプログラミングする必要があります。また、パイプラインの性能を向上させるために、条件が確定する前に分岐先を予測して命令を実行する、投機実行という技法が使われることもあります。

さらに、並列処理の考え方をパイプライン制御に適用して高速化する方法に、スーパパイプラインとスーパスカラの２つがあります。

**スーパパイプライン**とは、各命令の処理過程を１クロックサイクルずつずらし、複数命令をオーバーラップさせて実行することでステージ数を増やしてクロックサイクル時間の短縮を図る方法です。

**スーパスカラ**とは、独立して動作する演算装置を複数用意して、複数のパイプラインで並列に命令を処理できるようにした方法です。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 例題  すべての命令が５ステージで完了するように設計された，パイプライン制御のコンピュータがある。20命令を実行するには何サイクル必要となるか。ここで，すべての命令は途中で停止することなく実行でき，パイプラインの各ステージは１サイクルで動作を完了するものとする。  ア　20 イ　21 ウ　24 エ　25  パイプライン制御では、命令を複数のステージに分け、各ステージを少しずつずらしながら実行することにより、各命令の実質的な実行サイクル数を減少させます。例えば、５命令を実行する場合には、次のように実行時間は９サイクルとなります。   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 命令1 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |  |  |  |  | | 命令2 | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |  |  |  | | 命令3 | | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |  |  | | 命令4 | | | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |  | | 命令5 | | | | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | |  | １ | ２ | ３ | ４ | ５ | ６ | ７ | ８ | ９ |   このことから、ｎ命令の実行に要するサイクル数は、(ｎ－１)＋５であることがわかります。各命令が５サイクルで完了する命令を20命令実行するのに必要なサイクル数は、  (20－１)＋５＝24サイクル  となります。  応用情報　平成28年度秋　問8　[出題頻度：★★★]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-207～212

🏋プラスアルファ

**●VLIW（Very Long Instruction Word）**

VLIWは、事前に実行可能な複数の動作を１つの命令にまとめることで、１命令の実行に要するクロック数（CPI：Cycles Per Instruction）を減少させて、処理の高速化を図る方式です。

|  |
| --- |
| 例題　プラスアルファ  プロセッサの高速化技法の一つとして，同時に実行可能な複数の動作を，コンパイルの段階でまとめて一つの複合命令とし，高速化を図る方式はどれか。  ア　CISC イ　MIMD ウ　RISC エ　VLIW  ア　CISCは、単一の命令で複雑な処理を行う命令セットをマイクロプログラムというソフトウェアで実行可能にしたプロセッサです。  イ　MIMDは、プロセッサごとに異なる命令を並列に実行させる方式のことです。  ウ　RISCは、縮小命令セットコンピュータとも呼ばれ、基本的な命令に限定して命令セットに収めることで、実行時間の短縮化を図ったプロセッサです。実行時間が均一なのでパイプライン処理に適しています。  応用情報　平成30年度春　問9　[出題頻度：★☆☆]  解答－エ |

別冊演習ドリル 》 1-213

## 8. 並列処理

学習のポイント

✅ S（Single）、M（Multiple）、I（Instruction）、D（Data）の組み合わせで覚えよう！

一般的に使用されているコンピュータ（プログラム記憶方式）では、主記憶装置から命令を順番にプロセッサに取り込んで実行する方式が採られています。この方式を、１つの命令で１つのデータを処理という意味で、**SISD**（Single Instruction Single Data）と呼びます。

この方法では、たとえプロセッサの性能を向上させても、プロセッサと主記憶装置との間のデータ転送能力によって、処理速度には限界が生じてしまいます。そこで、よりいっそう処理を高速化する方法として、SIMDやMISD、MIMDなどが考えられました。

**SIMD**（Single Instruction Multiple Data）は、複数のプロセッサを用いて、異なるデータに対して同じ命令を実行する方法であり、その代表的なものにベクトルプロセッサやアレイプロセッサなどがあります。

MISD（Multiple Instruction Single Data）は、１つのデータに対する複数の命令を同時に実行する方法ですが、一般的にこのようなコンピュータは存在せず、パイプライン制御をこれにあてる場合もあります。

**MIMD**（Multiple Instruction Multiple Data）は、複数のプロセッサで複数のデータを並列処理する方法で、スーパスカラ方式のコンピュータがこれにあたります。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Single Data | Multiple Data |
| Single 　Instruction | SISD | SIMD |
| Multiple 　Instruction | MISD | MIMD |

|  |
| --- |
| 例題  複数のデータに対して１個の命令で同一の操作を同時並列に行う方式で，マルチメディアデータなどを扱うCPUに採用されているものはどれか。  ア　MIMD イ　MISD ウ　SIMD エ　SISD  ア　MIMDとは、複数の命令で複数のデータに対して並列に処理を行う方式です。スーパスカラ方式のコンピュータがこれにあたります。  イ　MISDとは、複数の命令で1つのデータに対して並列に処理を行う方式です。  エ　SISDとは、1つの命令で1つのデータに対して処理を行う方式です。主なコンピュータがこの方式を採用しています。  応用情報　平成27年度秋　問9　[出題頻度：★☆☆]  解答－ウ |

🏋プラスアルファ

**●マルチプロセッサシステム**

複数のプロセッサを搭載し、高速化及び高信頼化を実現したシステムにマルチプロセッサシステムがあります。複数のプロセッサが１つの主記憶装置を共有するものを**密結合マルチプロセッサシステム**、各プロセッサが各々１つずつ主記憶装置と接続するものを**疎結合**（そけつごう）**マルチプロセッサシステム**と呼びます。

前者は、プロセッサ間の同期や情報伝達を高速に行うことができ、複雑な通信制御を必要としませんが、主記憶装置がダウンすると、処理を続行することが不可能となります。また、同時に複数の処理を行う場合、同じ主記憶装置を利用することで競合による処理の遅延が発生します。それに対して後者は、障害が発生した場合にも障害部分を切り離して運転が可能なため、システムとしての信頼性が高いです。

・密結合多重プロセッサシステム

プロセッサ

主記憶装置

…

データベース

プロセッサ

プロセッサ

・疎結合多重プロセッサシステム

プロセッサ

主記憶装置

…

データベース

プロセッサ

プロセッサ

主記憶装置

主記憶装置

|  |
| --- |
| 例題　プラスアルファ  コンピュータシステムの構成に関する記述のうち，密結合マルチプロセッサシステムを説明したものはどれか。  ア　通常は一方のプロセッサは待機しており，本稼働しているプロセッサが故障すると，待機中のプロセッサに切り替えて処理を続行する。  イ　複数のプロセッサが磁気ディスクを共用し，それぞれ独立したOSで制御される。ジョブ単位で負荷を分散することで処理能力を向上させる。  ウ　複数のプロセッサが主記憶を共用し，単一のOSで制御される。システム内のタスクは，基本的にどのプロセッサでも実行できるので，細かい単位で負荷を分散することで処理能力を向上させる。  エ　並列に接続された２台のプロセッサが同時に同じ処理を行い，相互に結果を照合する。１台のプロセッサが故障すると，それを切り離して処理を続行する。  ア　デュプレックスシステムに関する記述です。  イ　疎結合マルチプロセッサシステムに関する記述です。  エ　デュアルシステムに関する記述です。  基本情報　平成23年度春　問15　[出題頻度：★☆☆]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-214

# 2. メモリ

## 1. メモリの種類と特徴

学習のポイント

✅ RAMとROMの違い（揮発性/不揮発性）を覚えよう！

✅ DRAMとSRAMの特徴を覚えよう！

✅ ROMはフラッシュメモリを中心に覚えよう！

コンピュータでは、主記憶装置など多くの装置で半導体メモリが使用されています。**半導体メモリ**は、シリコンなどの半導体を用いて情報を記録する回路です。この回路をメモリセルと呼び、このメモリセルを高度に集積化した集積回路（IC:Integrated Circuit）が用いられています。

半導体メモリは、用途や特性により、次のように分類されます。

半導体メモリ

RAM

ROM

SRAM

DRAM

マスクROM

PROM

EPROM

EEPROM

フラッシュメモリ

SDRAM

半導体メモリの種類

### １）RAM（Random Access Memory：ラム）

RAMは、電源を切ると記憶していた情報が失われる性質（揮発性）をもち、読出しと書込みがともに可能な半導体メモリです。

①SRAM（エスラム） ：高速ですが、消費電力が大きいです。フリップフロップ回路を用いており、データを保持するための再書込み（リフレッシュ）動作は不要です。

②DRAM（ディーラム） ：消費電力は小さいですが、低速です。電荷の有無で記憶するコンデンサを用いており、データを保持するための再書込み（リフレッシュ）動作が必要です。主記憶やVRAM（画像データの表示に使われるメモリ）に用いられています。なお、CPUとの信号のやりとりを行うシステムバスと同期することで、高速で動作するように改良されたDRAMを**SDRAM**（Synchronous DRAM：エスディーラム） と呼び、現在の主記憶装置の主流となっています。



DRAMの例

### ２）ROM（Read Only Memory：ロム）

ROMは、電源を切っても記憶していた情報が残っている性質（不揮発性）をもち、基本的には読出し専用の半導体メモリです。

①マスクROM ：製造工程で情報を書き込み、その後の書換えはできません。

②PROM ：書き込みが可能ですが、一度書き込むと変更はできません。

a. **EPROM** ：紫外線を照射することで情報を消去し、書換えできます。

b. **EEPROM** ：電気的に情報を消去し、書換えできます。BIOS（基本入出力システム）を格納するのに用いられています。情報の消去はバイト単位で行われます。

・**フラッシュメモリ**：EEPROMの情報の消去単位をブロック単位で行うように改良したものです。ディジタルカメラなどの記憶媒体（SDカードなど）やUSBメモリ、SSD（後述）などに利用されています。

🏋プラスアルファ

フラッシュメモリにはNOR型とNAND型の２種類があります。最初に開発されたのがNOR型です。書込みはNAND型の方が高速ですが、読み出しはNOR型がバイト単位に対してNAND型はブロック単位なので、ランダムアクセスはNOR型の方が高速です。NAND型の方が安価に大容量化できるため、USBメモリなどの記憶媒体には主にNAND型フラッシュメモリが採用されています。

|  |
| --- |
| 例題  メモリセルにフリップフロップ回路を利用したものどれか。  ア　DRAM イ　EEPROM ウ　SDRAM エ　SRAM  SRAMは、フリップフロップと呼ばれる回路によって構成されています。フリップフロップは、直前の入力値と現在の入力値によって出力値が確定する回路で、回路内部で「１」と「０」の状態を保ち続けることができます。コンデンサで構成されるDRAMと比較すると、電源を切らない限りデータが失われないので、リフレッシュの必要がなく、さらに、高速で動作することができます。  ア　DRAMは、消費電力は小さいが、低速です。データを保持するための再書込み（リフレッシュ）動作が必要です。  イ　EEPROMは、フラッシュメモリとも呼ばれ、電気的に情報を消去して書換えできるROMで、ディジタルカメラの記憶媒体などに利用されています。  ウ　SDRAMは、外部バスインタフェースが一定のクロック数に同期して高速で動作するように改良されたDRAMです。パソコン用の主記憶として多く使用されています。  基本情報　平成31年度春　問21　[出題頻度：★★★]  解答－エ |

別冊演習ドリル 》 1-215～221

## 2. 主記憶装置の構成

主記憶装置は、バスと呼ばれる信号線によってプロセッサと結ばれており、プロセッサが実行するプログラムやデータを記憶する装置です。記憶する場所には、一連の番地（アドレス）がついています。この番地を指定することにより、主記憶装置からデータの読み書き（アクセス）を行うことができます。

## 3. メモリシステムの構成と記憶階層

学習のポイント

✅ キャッシュメモリの特徴と、書き込み方式（ライトスルー・ライトバック）の特徴を覚えよう！

記憶装置は、高速かつ大容量であることが望ましいですが、これを実現するのは困難であるため、通常は、特性の異なる記憶装置を組み合わせて、全体の性能を高速で大容量に見えるようにしています。これを記憶装置の階層化といいます。階層化の考え方は、「どんなに大量なデータの処理であっても、短い時間の範囲では、記憶装置は少量のデータしか扱っていない」ことに着目し、高速・小容量の記憶装置と低速・大容量の記憶装置を併用して全体の性能を高めようというものです。

プロセッサ・CPU

（レジスタ）

キャッシュメモリ

（１次キャッシュ）

（２次キャッシュ）

主記憶装置

ディスクキャッシュ

補助記憶装置

（磁気ディスク）

速

遅

小

大

アクセス速度

記憶容量

記憶装置の階層化

|  |
| --- |
| 例題  アクセス時間の最も短い記憶装置はどれか。  ア　CPUの２次キャッシュメモリ イ　CPUのレジスタ  ウ　磁気ディスク エ　主記憶  レジスタとは、プロセッサ（CPU）の内部に置かれる小容量で高速なメモリであり、データを一時的に保存しておくために用いられます。また２次キャッシュメモリとは、２番目にプロセッサからアクセスされるキャッシュメモリです。プロセッサはまず１次キャッシュメモリにアクセスし、そこに必要な情報がない場合に２次キャッシュメモリにアクセスします。  基本情報　平成19年度春　問21　[出題頻度：★☆☆]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-222

### １）参照の局所性と緩衝記憶装置

記憶装置間の動作速度の差を埋めるための装置を緩衝記憶装置と呼びます。プロセッサと主記憶装置の間に置かれる**キャッシュメモリ**と、主記憶装置と補助記憶装置の間に置かれるディスクキャッシュがあります。

キャッシュメモリは主記憶装置より高速で、ディスクキャッシュは補助記憶装置よりも高速です。ただし、キャッシュメモリの記憶容量は、主記憶装置の一部分が記憶できるほどしかありません。同様に、ディスクキャッシュの記憶容量も補助記憶装置の一部分が記憶できるほどしかありません。これは、短い時間の範囲では、プログラムが参照する領域は一部に集中しているという「参照の局所性」を利用していて、参照される確率が高い部分のデータをキャッシュメモリやディスクキャッシュに置いているのです。

そのため、プロセッサでデータが必要となった場合は、主記憶装置より高速なキャッシュメモリを参照し、主記憶装置でデータが必要となった場合は、補助記憶装置より高速なディスクキャッシュを参照することになります。ただし、プロセッサが必要としているデータがキャッシュメモリにない場合には主記憶装置を、同様に、主記憶装置が必要となるデータがディスクキャッシュにない場合には補助記憶装置を参照することになります。そのため、必要となるデータがキャッシュメモリやディスクキャッシュに存在する確率（**ヒット率**）が重要となります。なお、ヒット率とは逆に、必要となるデータがキャッシュメモリやディスクキャッシュに存在しない確率を**NFP**（Not Found Probability）と呼びます。

|  |
| --- |
| 例題  処理装置で用いられるキャッシュメモリの使用目的として，適切なものはどれか。  ア　仮想記憶のアドレス変換を高速に行う。  イ　仮想記憶のページング処理を高速に行う。  ウ　主記憶へのアクセス速度とプロセッサの処理速度の差を埋める。  エ　使用頻度の高いプログラムを常駐させる。  キャッシュメモリは、コンピュータの処理速度向上のために、プロセッサと主記憶の間に置かれる緩衝記憶装置です。通常、主記憶の書込み／読出し速度はプロセッサよりも遅いため、主記憶の処理を待っていると全体の処理が滞ります。それを解決するために、主記憶よりも高速なキャッシュメモリを設置し、処理の高速化を図っています。  基本情報　平成20年度春　問20　[出題頻度：★★☆]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-223～225

### ２）書込み方式

キャッシュメモリのデータ書込み方式は、書き込むタイミングによって、ライトスルー方式とライトバック方式に分けられます。

**ライトスルー方式**は、書込み命令が実行された時に、キャッシュメモリと主記憶装置の両方を書き換える方式であり、キャッシュメモリと主記憶装置との間でデータの整合性が常に保たれ、制御も容易です。書込み時間は主記憶装置のアクセス時間と同じなので、高速化はあまり望めませんが、読込みに関しては高速化されます。

**ライトバック方式**は、キャッシュメモリだけを書き換えておき、主記憶装置の書き換えはブロックの入れ替え時に行う方式なので、データの読込みと共に書込みも高速化されます。ただし、キャッシュメモリと主記憶装置との間の整合性が保たれず、制御はやや困難ですが、ライトスルー方式に比べてプロセッサの待ち時間が短くなるため、動作が高速になるという利点があります。

　CPU（レジスタ）

　キャッシュメモリ（SRAM）

ライトスルー方式

ライトバック方式

　主記憶装置（DRAM）

|  |
| --- |
| 例題  キャッシュメモリへの書込み動作には，ライトスルー方式とライトバック方式がある。それぞれの特徴に関する記述のうち，適切なものはどれか。  ア　ライトスルー方式では，データをキャッシュメモリだけに書き込むので，高速に書込みができる。  イ　ライトスルー方式では，データをキャッシュメモリと主記憶の両方に同時に書き込むので，主記憶の内容は常に最新である。  ウ　ライトバック方式では，データをキャッシュメモリと主記憶の両方に同時に書き込むので，速度が遅い。  エ　ライトバック方式では，読出し時にキャッシュミスが発生してキャッシュメモリの内容が追い出されるときに，主記憶に書き戻す必要が生じることはない。  ライトスルー方式は、プロセッサが主記憶装置にデータを書き込む際に、同時にキャッシュメモリへも同じ内容を書き込む方式です。キャッシュメモリと主記憶装置との間にデータの整合性が常に保たれ、制御も容易です。書き込み時間は主記憶装置のアクセス時間と同じなので高速化はあまり望めませんが、読み出しに関しては高速化されます。  ライトバック方式は、プロセッサがデータを主記憶装置に書き込む際に、ひとまず主記憶装置より高速なキャッシュメモリのみに書き込んでおき、キャッシュメモリからデータを追い出すときに主記憶装置に書き込む方式です。データの読み込みだけでなく、書込みも高速化します。キャッシュメモリと主記憶装置との間の整合性が保たれず、制御はやや困難ですが、プロセッサの待ち時間が短くなるため、動作が高速になるという利点があります。  応用情報　平成24年度秋　問11　[出題頻度：★★☆]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-226～228

## 4. アクセス方式

学習のポイント

✅ メモリインタリーブの特徴をおさえ、例題のような問題を解けるようにしよう！

✅ 「バンク」という用語も問題文に含まれることがあるので覚えておこう！

一般に、プロセッサのアクセス時間と主記憶装置のアクセス時間を比べると、主記憶装置のアクセス時間のほうが遅いといえます。しかし、プログラムやデータは主記憶装置に格納されているため、実行時には、主記憶装置は頻繁にアクセスされ、プロセッサは主記憶装置の動作が完了するまでたびたび待たされることになります。このため、アクセス時間を短縮する方法として考えられたのが、**メモリインタリーブ方式**です。この方法では、主記憶装置をバンクと呼ばれる単位に分割し、各バンクを同時にアクセスできるようにしておきます。具体的には、連続したアドレスを別のバンクに割り当てることによって、データの先取りを可能にし、サイクル時間の短縮を図っています。

プロセッサ

バンク０

０

４

⋮

バンク１

１

５

⋮

バンク２

２

６

⋮

バンク３

３

７

⋮

０

１

(各バンクの)

アドレス

⋮

メモリインタリーブ方式（例）

|  |
| --- |
| 例題  メモリインタリーブの説明として，適切なものはどれか。  ア　新しい情報をキャッシュメモリに取り出すとき，キャッシュ上では不要になった情報を主記憶に書き込む。  イ　主記憶のアクセス時間と磁気ディスクのアクセス時間とのギャップを補う。  ウ　主記憶の更新と同時にキャッシュメモリの更新を行う。  エ　主記憶を幾つかの区画に分割し，連続したメモリアドレスへのアクセスを高速化する。  メモリインタリーブは、データの読み書きの時間を短縮するために、主記憶を独立に動作できる複数のバンクと呼ばれる領域に分け、各バンクにプロセッサとの間のアクセスバスを設置しておき、バンクを並列動作可能な状態にしておく方法です。  ア　ライトバック方式に関する記述です。  イ　ディスクキャッシュに関する記述です。  ウ　ライトスルー方式に関する記述です。  応用情報　平成25年度秋　問10　[出題頻度：★★☆]  解答－エ |

別冊演習ドリル 》 1-229

## 5. メモリの容量と性能

学習のポイント

✅ アクセス時間とサイクル時間、その内訳となる時間も含めて覚えよう！

✅ キャッシュメモリの計算問題が解けるように準備しよう！

### １）アクセス時間とサイクル時間

ある装置が主記憶装置に対して要求を出してからデータの受け渡しが完了するまでの時間を**アクセス時間**（アクセスタイム）といいます。また、次のデータのアクセス要求を受け付けることができるまでの時間を**サイクル時間**（サイクルタイム）といいます。なお、アクセス時間やサイクル時間という言葉は、主記憶装置に限らず、全ての記憶装置に対して、同様の時間を意味する場合に使われることがあります。

プロセッサ等からの要

求が発せられた時点

データの受渡しが完了した時点

次の要求の受付が

可能になる時点

データ転送の時間

アクセス時間

準備時間

サイクル時間

アドレス

選択の時間

アクセス時間とサイクル時間

### ２）実効アクセス時間

キャッシュメモリが存在するコンピュータでは、プロセッサはデータが必要になった場合に、まずキャッシュメモリにアクセスし、求めるデータがキャッシュメモリに存在しない場合には、主記憶装置にアクセスすることになります。そのため、アクセス時間は求めるデータがキャッシュメモリに存在するか否かで異なってきます。キャッシュメモリに存在する確率であるヒット率を加味したアクセス時間を実効アクセス時間と呼びます。

実効アクセス時間は次の式で求めることができます。

実効アクセス時間＝キャッシュメモリのアクセス時間×ヒット率＋主記憶装置のアクセス時間×（１－ヒット率）

|  |
| --- |
| 例題  キャッシュメモリのアクセス時間が10ナノ秒，主記憶のアクセス時間が60ナノ秒，キャッシュメモリのヒット率が90%であるときの，実効アクセス時間は何ナノ秒か。  ア　15 イ　25 ウ　35 エ　55  実効アクセス時間＝キャッシュメモリのアクセス時間×ヒット率＋主記憶装置のアクセス時間×(１－ヒット率)  ＝10ナノ秒×0.9＋60ナノ秒×(１－0.9)  ＝15ナノ秒  応用情報　平成21年度秋　問11　[出題頻度：★★★]  解答－ア |

別冊演習ドリル 》 1-230～234

# 3. バス

## 1. バスの種類と特徴

学習のポイント

✅ シリアルバスとパラレルバスの特徴を覚えよう！

コンピュータ内部や各部品間でのデータのやり取りに用いられる伝送路をバスと呼びます。

### １）シリアルバスとパラレルバス

バスには、１ビットずつデータを転送するシリアルバスと、複数ビットのデータをまとめて転送するパラレルバスの２つがあります。

シリアルバスでは、データ転送のタイミングを図る必要はありませんが、パラレルバスでは複数ビットのデータをまとめて転送するため、データ転送のタイミングを図る必要があります。タイミングを図るために使われる信号をクロック信号と呼びます。なお、パラレルバスにおいて、１回の転送で送ることができるデータの量をバス幅と呼びます。

🏋プラスアルファ

**●内部バスと外部バス**

バスには、プロセッサ内部の回路を結ぶ内部バスと、プロセッサとメモリ、外部インタフェースなどとの間を結ぶ外部バス、パソコン本体と拡張スロットとの間を結ぶ拡張バスの３つがあります。また、内部バスは、データをやり取りするためのデータバス、データの格納場所を指定するためのアドレスバス、アドレスバスで指定された場所に対して、データを取り出すか、書き込むかを指定するためのコントロールバス（制御バス）に分けられます。

なお、パソコンなどでは、CPUとチップセット（パソコン本体の基盤上で各種周辺装置を制御する装置）を結ぶ外部バスを**システムバス**、チップセットと主記憶装置を結ぶバスをメモリバスと呼ぶこともあります。チップセットを用いないコンピュータでは、CPUと主記憶装置、各種拡張スロットを結ぶバスを全てシステムバスと呼ぶこともあります。

|  |
| --- |
| 例題　プラスアルファ  コンピュータ内部において，CPUとメモリの間やCPUと入出力装置の間などで，データを受け渡す役割をするものはどれか。  ア　バス イ　ハブ ウ　ポート エ　ルータ  イ　ハブは、スター型LANにおいて、複数のLANをツイストペアケーブルで接続するための集線装置です。  ウ　ポートは、コンピュータが外部とのデータの入出力に使うインタフェースです。  エ　ルータは、複数のLAN（ネットワーク）を接続し、フィルタリング機能のほかに、IPアドレスを基に最適な通信経路を選択するルーティング（経路選択）機能をもつ装置です。  ITパスポート　平成26年度春　問62　[出題頻度：★☆☆]  解答－ア |

別冊演習ドリル 》 1-235,236

# 4. 入出力インタフェース

入力装置や出力装置、補助記憶装置などの周辺装置を入出力デバイスと呼びます。

## 1. 入出力インタフェースの種類と特徴

学習のポイント

✅ USBを中心に、各インタフェースの特徴を覚えよう！

コンピュータ本体に、入力装置や出力装置、補助記憶装置などの周辺装置を接続する際の、コネクタの形状やデータ転送方法についての規格には、以下のようなものがあります。

|  |  |
| --- | --- |
| 種類 | 特徴 |
| USB | ハブを介して周辺装置を、最大127台までツリー接続可 |
| RS-232C | シリアルインタフェースであり、本来はモデムを接続するための規格 |
| IEEE1394 | ハブを介して周辺装置を、最大63台までデイジーチェーン接続可。Fire Wireとも呼ばれる |
| SCSI | 外付けのハードディスク(HD)など、最大７台の周辺装置をデイジーチェーン接続可 |
| シリアルATA  （SATA） | 内蔵のHDの接続規格であるIDE（ATA）をシリアル転送に変更。ポートマルチプライヤを用いて15台まで接続可 |
| HDMI | 音声と映像を合わせて転送するための規格 |
| Bluetooth | 電波による無線通信技術。機器間の距離が10m以内なら障害物があっても通信可 |
| ZigBee | 低消費電力の無線通信方式。センサネットワークやスマートメータへの応用 |
| IrDA | 赤外線による無線通信技術。障害物があると通信不可 |
| NFC | ピアツーピアの機能を備えた近距離（数cm～１ｍ程度）無線通信規格 |

主な入出力インタフェース

ほとんどのパソコンに標準装備されている**USB**は、キーボードやマウス、プリンタなどの周辺装置のほかに、ディジタルカメラやオーディオ製品などの接続も可能なインタフェースで、データを１ビットずつ送信します（シリアルインタフェース）。また、パソコンの電源を入れたまま着脱できる**ホットプラグ**（ホットスワップ）や、接続すると自動的に環境設定（デバイスドライバのインストールと設定）を行う**プラグアンドプレイ**にも対応しています。

USBは、バージョンによって最大転送速度が異なり、主なバージョンには、以下のようなものがあります。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| バージョン | 最大転送速度 | 特徴 |
| USB 2.0 | 480Mbps | 1.5MbpsのLS（Low Speed）モード、12MbpsのFS（Full Speed）モード、480MbpsのHS（High Speed）モードの３種類のデータ転送速度があり、必要に応じて使い分けることができる。 |
| USB 3.0 | 5Gbps | 過去の転送モードに加え、5GbpsのSS（Super Speed）モードが利用可。 |
| USB 3.1 | 10Gbps | 過去の転送モードに加え、10GbpsのSS+（Super Speed +）モードが利用可。 |
| USB 3.2 | 20Gbps | SS+モードの伝送路のレーンを２つ用意することで、高速化を図っている。 |
| USB 4 | 40Gbps | USB3の後継規格。Thunderboltと呼ばれるインタフェースと互換性があり、デイジーチェーン接続可。 |

主なUSBのバージョン

2000年４月に仕様が公表されたUSB2.0のコネクタの形状にはＡタイプとＢタイプの２種類が存在します。また、USBのコネクタ形状にはType-A、Type-B、Type-Cなどがあり、バージョンによって更に細かい種類があります。

USBでは、USBポートから周辺装置への電源の供給を行うことができます。周辺装置へ電源を供給する際、パソコン本体のUSBポートからの電源を用いるものをバスパワー方式、本体とは別に、ACアダプタから電源を供給させるものをセルフパワー方式と呼びます。消費電力が少ないキーボードやマウスなどを接続する場合は、バスパワー方式で十分ですが、USB経由でのスマートフォン充電などを行う場合は、セルフパワー方式のUSBハブを使用します。また、転送プロトコルには、キーボードやマウスなど一定間隔でデータを転送するのに適したインタラプト転送、記憶装置やスキャナなどまとまった量でデータを転送するのに適したバルク転送、音声や映像などリアルタイム性の必要なデータを転送するのに適したアイソクロナス転送などがあります。

USBハブ

PC本体

キーボード

マウス

外付HDD

DVDドライブ

プリンタ

※USBハブを介して枝分かれに接続

|  |
| --- |
| 例題  USBの説明はどれか。  ア　PCに内蔵されるCD-ROM装置，DVD装置などを接続するためのパラレルインタフェースである。  イ　磁気ディスク，プリンタなどをデイジーチェーンで接続するパラレルインタフェースである。  ウ　ハブを介してツリー状に機器を接続できるシリアルインタフェースである。  エ　プリンタなどに赤外線を使ってデータを転送するシリアルインタフェースである。  ア　IDEに関する記述です。  イ　SCSIに関する記述です。  エ　IrDAに関する記述です。  基本情報　平成21年度秋　問11　[出題頻度：★★☆]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-237～245

## 2. デバイスドライバ

学習のポイント

✅ 例題を使って特徴を覚えよう！

周辺装置を制御するためのソフトウェアをデバイスドライバと呼びます。周辺装置ごとにデバイスドライバは異なります。そのため、周辺装置をコンピュータ本体に接続するには、あらかじめデバイスドライバを組み込んでおく必要があります。

|  |
| --- |
| 例題  デバイスドライバの説明として，適切なものはどれか。  ア　PCに接続された周辺機器を制御するソフトウェア  イ　アプリケーションプログラムをPCに導入するソフトウェア  ウ　キーボードなどの操作手順を登録して，その操作を自動化するソフトウェア  エ　他のPCに入り込んで不利益をもたらすソフトウェア  イ　インストーラーの説明です。  ウ　バッチファイルの説明です。  エ　マルウェアの説明です。  基本情報　平成31年度春　問17　[出題頻度：★☆☆]  解答－ア |

別冊演習ドリル 》 1-246,247

# 5. 入出力装置

## 1. 入力装置

学習のポイント

✅ 出題頻度を参考に効率よく学習しよう！

パソコンを操作する際、文字情報を入力するためのキーボードと、位置情報を入力するためのマウスを使用するのが一般的です。位置情報を入力する装置を総称して、特に**ポインティングデバイス**と呼びます。主な入力装置を示すと次のようになります。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 入力情報 | 種類 | | 特徴 |
| 文字情報 | キーボード | | 定められた配列上のキーをたたいて入力 |
| 位置情報 | マウス | ポインティング  デバイス | 装置を机上で動かして入力 |
| タッチパネル | 専用のパネルに指で触れて入力 |
| タブレット | 専用のパネル上でペンを移動させて入力 |
| ディジタイザ | タブレットの大型版、図面などを入力 |
| ジョイスティック | レバーを前後左右に倒して位置情報を指定 |
| トラックパッド | 専用のパッドを指でこすることで入力 |
| イメージ情報 | イメージスキャナ | | 図形や絵などをイメージ情報として入力 |
| バーコードリーダ | | バーコードを識別、POSシステムで利用 |
| OCR | | 手書き文字を光学的に識別 |
| OMR | | マークシート上の情報を光学的に識別 |

主な入力装置

|  |
| --- |
| 例題  入力装置に関する記述のうち，適切なものはどれか。  ア　ジョイスティックは，画面上に透明なセンサを取り付けたものであり，画面に指などを押し付けて座標を指示する。  イ　タブレットは，ペンのような装置と板状の装置を組み合わせた入力機器であり，ペンのような装置を押し付けて座標を指示する。  ウ　ディジタイザは，人間のもつ静電気を利用して指の位置を検出するポインティングデバイスであり，操作面を指して座標を指示する。  エ　トラックパッドは，球の一部分が装置の上面に出ているポインティングデバイスであり，球を指で直接回転させて，その変化量で座標を指示する。  タブレットは、その形状から細かい作業に向いているため、イラストや絵画を描くのに使われます。また、精度が高く大型のものはディジタイザといい、CADに使われます。  ア　タッチパネルに関する記述です。  ウ　トラックパッドに関する記述です。  エ　トラックボールに関する記述です。  初級システムアドミニストレータ　平成16年度秋　問7　[出題頻度：★☆☆]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-248,249

## 2. 出力装置

学習のポイント

✅ ディスプレイの種類とその特徴を覚えよう！

✅ 画像データの計算問題に備えよう！

出力装置には、パソコン内部で処理されたデータを外部に書き出すプリンタやプロッタ、処理されたデータを画面に出力するディスプレイやプロジェクタがあります。主な出力装置を示すと次のようになります。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分類 | 種類 | 特徴 |
| ディスプレイ | 液晶ディスプレイ | 軽くて消費電力が小さい |
| 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 |
| 3Dプリンタ | プラスチック等を熱レーザで溶かして立体物を造形 |
| 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 |

主な出力装置

### １）プリンタ

プリンタは、高速で高品質に印刷できることが望ましいですが、用途によって選択できる種類が決まります。

|  |
| --- |
| 例題  3Dプリンタの機能の説明として，適切なものはどれか。  ア　高温の印字ヘッドのピンを感熱紙に押し付けることによって印刷を行う。  イ　コンピュータグラフィックスを建物，家具など凹凸のある立体物に投影する。  ウ　熱溶解積層方式などによって，立体物を造形する。  エ　立体物の形状を感知して，3Dデータとして出力する。  ア　感熱式プリンタの説明です。  イ　プロジェクションマッピングの説明です。  エ　３Ｄスキャナの説明です。  基本情報　平成31年度春　問12　[出題頻度：★☆☆]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-250

カラープリンタでは、シアン（C）、マゼンタ（M）、イエロー（Y）、ブラック（K）の４色で色を表現しています。また、印刷される文字や図形はドットで構成されており、画質を示す解像度は１インチ（約2.5cm）当たりのドット数である**dpi**（dots per inch）で表現します。

C(シアン)

M(マゼンタ)

Y(イエロー)

K(ブラック)

カラー印刷

|  |
| --- |
| 例題  ある画像を600dpiのスキャナで入力し，画素数を変えずに200dpiのプリンタで出力した。このときの入力画像と印刷結果の面積比はどれか。  ア　1:3 イ　1:9 ウ　3:1 エ　9:1  dpi（dot per inch）は、１インチ当たりのドット数を示し、ある画像を600dpiのスキャナで入力すると、１インチ当たり600ドットとなります。この画像を画素数を変えずに200dpiのプリンタで出力するには、縦横ともに３インチ必要です。  したがって、面積比では、1:32＝1:9となります。  ソフトウェア開発　平成16年度春　問23　[出題頻度：★☆☆]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-251,252

🏋プラスアルファ

**●フォント**

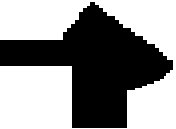
プリンタで文字を印字する場合には、文字の表現方式、種類やスタイルといったフォントと、文字の大きさを表すポイントを決めなければなりません。

文字の表現方式には、文字をドットの集まりで表現する**ビットマップフォント**と、文字を輪郭線で表現する**アウトラインフォント**があります。前者の方式では、文字を拡大すると曲線部分がぎざぎざ（ジャギー）になります。



なめらか

アウトラインフォント



ぎざぎざ（ジャギー）が目立つ

ビットマップフォント

この部分を拡大

初

アウトラインフォントとビットマップフォント（例）

|  |
| --- |
| 例題　プラスアルファ  ビットマップフォントよりも，アウトラインフォントの利用が適しているケースはどれか。  ア　英数字だけでなく，漢字も表示する。  イ　各文字の幅を一定にして表示する。  ウ　画面上にできるだけ高速に表示する。  エ　文字を任意の倍率に拡大して表示する。  文字の表現方式には、文字をドットの集まりで表現するビットマップフォントと、文字を輪郭線で表現するアウトラインフォントがあります。ビットマップフォントでは、文字を拡大すると曲線部分がぎざぎざ（ジャギー）になります。そのため、任意の倍率で文字を拡大して表示する場合には、アウトラインフォントが適しています。  基本情報　平成27年度春　問24　[出題頻度：★☆☆]  解答－エ |

別冊演習ドリル 》 1-253

### ２）ディスプレイ

ディスプレイにはさまざまな種類がありますが、**液晶ディスプレイ**は、小型軽量で消費電力が低く現在最も一般的に使われています。ただし従来からのブラウン管を使用した**CRTディスプレイ**と異なり、自身で発光しないため、バックライトまたは外部の光を取り込む必要があります。

**プラズマディスプレイ**は、不活性ガス中での放電を利用するので、自ら発光しますが高電圧が必要となります。また、自ら発光する有機化合物を使った**有機ELディスプレイ**も、近年注目を集めています。

|  |
| --- |
| 例題  液晶ディスプレイの特徴はどれか。  ア　CRTディスプレイよりも薄く小型であるが，消費電力はCRTディスプレイよりも大きい。  イ　液晶自身は発光しないので，バックライト又は外部の光を取り込む仕組みが必要である。  ウ　同じ表示画面のまま長時間放置すると，焼付きを起こす。  エ　放電発光を利用したもので，高電圧が必要となる。  液晶ディスプレイは、小型軽量で消費電力が低いため、多くの場所で使われています。ただし、従来のブラウン管を使用したCRTディスプレイと異なり、自身で発光しないため、バックライトまたは外部の光を取り込む必要があります。  ア　消費電力はCRTディスプレイの方が大きくなります。  ウ　焼付きを起こすのはCRTディスプレイです。  エ　プラズマディスプレイに関する記述です。  初級システムアドミニストレータ　平成18年度春　問4　[出題頻度：★★☆]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-254,255

ディスプレイに表示される文字や図形も、プリンタ同様にドットで構成されています。この、ディスプレイが備えているドットの表示能力を解像度と呼び、解像度が高いほど１画面に表示できる情報量は多くなります。

また、画像を表示する際、画像データは画像専用の記憶装置であるVRAM（ビデオメモリ）に一時的に記憶されます。したがって、VRAMの容量を超えるデータ量になる画像は表示することができません。

なお、画像を表示する際は、ドットごとに色を設定する必要があり、表示する色数によって、ドットごとのデータ量が変わります。

８ビット＝256色（28色）

24ビット＝約1,677万色（224色）

画像のデータ量は、画像の横のドット数×画像の縦のドット数×１ドット当たりの色の情報量　で求めることができます。

|  |
| --- |
| 例題  １画素当たり24ビットのカラー情報をビデオメモリに記憶する場合，横1,024画素，縦768画素の画面表示に必要なメモリ量は，約何Ｍバイトか。ここで，１Ｍバイトは106バイトとする。  ア　0.8 イ　2.4 ウ　6.3 エ　18.9  画面表示に必要なビデオメモリ（VRAM）の量を求めます。  画面全体の画素数（ドット数）は、1,024画素×768画素  また、１画素当たりの色の情報量は24ビット（3バイト）ですから、  画面全体の情報量は、  1,024画素×768画素×3バイト／画素＝2,359,296バイト≒2.4Mバイト  エンベデッド　平成23年度春Ⅱ　問5　[出題頻度：★★☆]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-256～258

## 3. 補助記憶装置

学習のポイント

✅ 磁気ディスクを中心に、各装置の特徴を覚えよう！

補助記憶装置は、主記憶装置の記憶容量の不足を補う役割をもつ装置です。大量の情報を補助記憶媒体に記憶しておき、必要に応じて主記憶装置へ読み出して処理を行います。また、処理が終了した後に残しておきたい情報は、不揮発性の補助記憶媒体に保存しておきます。なお、補助記憶装置は大量のデータの入出力装置としても使われます。主な補助記憶装置を示すと次のようになります。

|  |  |
| --- | --- |
| 種類 | 特徴 |
| 磁気ディスク装置（ハードディスク装置） | PCなどでプログラムやデータなどの格納に利用 |
| SSD（ソリッドステートドライブ） |
| メモリカード（SDカード等） | PC、ディジタルカメラや携帯電話などでデータの格納に利用  機器から手軽に取り外して持ち運ぶことが可能 |
| USBメモリ |
| CD | 音声、画像、動画などのマルチメディアデータを取り扱う場合に利用 |
| DVD |
| Blu-ray（BD） |
| 磁気テープ装置（ストリーマ） | 大量データのバックアップ用として利用 |

主な補助記憶装置

### １）磁気ディスク装置とその特徴

磁気ディスク（**ハードディスク**）装置（**HDD**）は、磁性体を塗布した円盤を１枚ないし複数枚重ね合わせた装置で、記憶容量が数十GB（ギガバイト）から数TB（テラバイト）と非常に大きく、経済性に優れているため、現在、最も利用されています。

データは、各記録面（ディスク）に配置されたアクセスアームの先端に付いている読み書きヘッド（磁気ヘッド）によってディスクに直接触れることなく読み書きされます。

ハードディスクの例

読み書きヘッド

（磁気ヘッド）

アクセスアーム

トラック

トラック

磁気ディスク装置の構造（１）

#### ①磁気ディスク装置の構造

データは、各ディスクの両面にある多数の同心円状の**トラック**と呼ばれる部分に記録されます。外側のトラックと内側のトラックでは長さが異なりますが、記録密度が外側ほど低いので、トラック当たりの記憶容量は同じです。なおトラックは、**セクタ**と呼ばれる区画に分割して管理されるのが一般的です。

また、データを読み書きするために読み書きヘッドを移動する場合、複数のアクセスアームは一体となっているため、同時に移動します。このとき、各アクセスアームの先端に付いている読み書きヘッドは、各ディスク面の同じ位置のトラックに位置付けられます。この、同時に位置付けられたトラック群は**シリンダ**と呼ばれ、アクセスアームを固定したままで読み書きができるトラックの集まりのことを指します。

…

トラック

０

１

２

…

シリンダ０

シリンダ１

外側のトラック

内側のトラック

記憶容量は同じ

記録密度：大

記録密度：小

磁気ディスク装置の構造（２）

|  |
| --- |
| 例題  磁気ディスク装置のヘッドが現在シリンダ番号100にあり，待ち行列にシリンダ番号120，90，70，80，140，110，60への入出力要求が並んでいる。次の条件のとき，ヘッドが移動するシリンダの総数は幾らか。  〔条件〕  (1)　入出力要求を並べ替えて，できるだけヘッドを一方向に動かし，シリンダ番号順に処理する，シーク最適化方式である。  (2)　現在のヘッドの移動方向は，シリンダ番号が増加する方向にある。  (3)　現在のヘッドの移動方向のシリンダに入出力要求がなくなったとき，ヘッドの移動方向を変える。  (4)　入出力要求の処理順序を変更しても，処理結果に影響はない。  (5)　処理中に新たな入出力要求は発生しない。  ア　80 イ　120 ウ　160 エ　220  〔条件〕(1)～(3)の内容に従って、ヘッドが移動するシリンダの総数を求め  100  140  60  シリンダ番号  ヘッド  ます。  現在のヘッドの位置はシリンダ番号100なので、ヘッドは100→110→120→  140と移動します。入出力要求の待ち行列にはこれ以上大きなシリンダ番号が  ないため、ここでヘッドの移動方向が変わり、140→90→80→70→60の順に移  動します。その結果、ヘッドは、まずシリンダ番号100から140までの40シリン  ダ移動し、その後、140から60までの80シリンダ移動するので、全体では120  シリンダ分移動することになります。  基本情報　平成23年度秋　問14　[出題頻度：★☆☆]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-259

#### ②磁気ディスク装置の記憶容量

磁気ディスクの記憶容量は、最も小さいセクタ単位から、順に掛け合わせて求めることができます。

…

1セクタ

当たりの

記憶容量

1トラック

当たりの

セクタ数

1シリンダ

当たりの

トラック数

磁気ディスク

全体の

シリンダ数

× × ×

総記憶容量の算式

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 例題  記録面が２面の磁気ディスク装置において，１面当たりのトラック数が1,500で，各トラックのセクタ数が表のとおりであるとき，この磁気ディスク装置の容量は約何Ｍバイトか。ここで，１セクタの長さは500バイト，１Ｍバイト＝10６バイトとする。   |  |  | | --- | --- | | トラック番号 | セクタ数 | | 0 ～ 699 | 300 | | 700 ～ 1499 | 250 |   ア　205 イ　410 ウ　413 エ　826  この問題では、１面当たりのトラック数が1,500ですが、トラック番号によってセクタ数が異なるので、トラックごとに容量の計算を行う必要があります。  トラック番号０～699（全700トラック）  500バイト×300セクタ×700トラック＝105,000,000バイト＝105Ｍバイト  トラック番号700～1499（全800トラック）  500バイト×250セクタ×800トラック＝100,000,000バイト＝100Ｍバイト  これらを合計すると１面当たりの容量は  105Ｍバイト＋100Ｍバイト＝205Ｍバイト  となり、記録面が２面なので、装置全体の記憶容量は  205Ｍバイト×２＝410Ｍバイト  となります。  初級システムアドミニストレータ　平成20年度秋　問3　[出題頻度：★★☆]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-260～262

#### ③磁気ディスク装置のアクセス時間

データの読み書き（アクセス）は、ヘッドによって行われます。ヘッドはまず目的のトラックに移動（シーク）し、次いで目的のデータが回ってくるまで待ち（サーチ）、そして目的のデータがヘッドの位置にきて読み書きが行われます。

したがって、磁気ディスク装置の**平均アクセス時間**は、**平均シーク時間**（**平均位置決め時間**）、**平均サーチ時間**（**平均回転待ち時間**）、**データ転送時間**の合計で求めることができます。

データが磁気

ヘッドに向け

回転移動中

データ

移動範囲

磁気ヘッド

データ

**データ転送時間**

磁気ヘッドで、ブロック単位のデータを読み書きする時間。

**平均サーチ時間**

データが磁気ヘッド直下まで回転移動する時間、1/2回転に要する時間を平均サーチ時間とする。

**平均シーク時間**

アクセスアームが動いて磁気ヘッドが目的のデータにあるトラック上に移動するまでの時間。

　　　　　　　　　　　　　　　＋　　　　　　　　　　　　　　 ＋

＋ ＋

※上の式に磁気ディスクを制御する装置であるコントローラの処理時間を加える場合もあります。

平均アクセス時間の算式

なお、平均サーチ時間は、ディスクが１回転するのに要する時間の半分とされるため、単位時間当たりのディスクの回転数によって決まります。

またデータ転送時間は、転送データの大きさとデータ転送速度によって決まり、次の式で求めることができます。

データ転送速度＝１トラック当たりのバイト数÷１回転に要する時間

データ転送時間＝１ブロック当たりのバイト数÷データ転送速度

コンピュータで処理する１件のデータをレコードと呼び、記録媒体の有効利用および入出力の効率化のために、いくつかのレコードを１つにまとめたものをブロックと呼びます。さらに、ブロック内のレコード数を**ブロック化因数**、各ブロック間に生じる間隔を**ブロック間隔**と呼びます。

|  |
| --- |
| 例題  回転速度が5,000回転／分，平均シーク時間が20ミリ秒の磁気ディスクがある。この磁気ディスクの1トラック当たりの記憶容量は，15,000バイトである。このとき，１ブロックが4,000バイトのデータを，１ブロック転送するために必要な平均アクセス時間は何ミリ秒か。  ア　27.6 イ　29.2 ウ　33.6 エ　35.2  磁気ディスクの回転速度（１回転にかかる時間）は、１分＝60,000ミリ秒であるため、  60,000ミリ秒÷5,000回転／分＝12ミリ秒／回転  したがって、平均サーチ時間（平均回転待ち時間）は、  12ミリ秒／回転÷２＝６ミリ秒  また、ディスクが１回転すれば、磁気ヘッドの下をトラックも１周するため、12ミリ秒で１トラック分のデータ（15,000バイト）が読み書きできます。したがって、データ転送速度は、  15,000バイト／トラック÷12ミリ秒＝1,250バイト／ミリ秒  １ブロック（4,000バイト）のデータ転送時間は、  4,000バイト／ブロック÷1,250バイト／ミリ秒＝3.2ミリ秒  以上より、平均アクセス時間（平均シーク時間＋平均サーチ時間＋データ転送時間）は  20ミリ秒＋６ミリ秒＋3.2ミリ秒＝29.2ミリ秒  となります。  基本情報　平成20年度秋　問21　[出題頻度：★★★]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-263～267

#### ④フラグメンテーション

磁気ディスク装置では、ヘッドを目的のデータが記録されているトラックに移動させてから、読み書きを行います。したがって、目的のデータが連続した領域に記録されていれば、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には、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。データが不連続な領域にとびとびに記録されている状態を、フラグメンテーション（断片化）と呼び、これを解消して連続した領域に記録し直す動作を、**デフラグメンテーション**（最適化）といいます。

|  |
| --- |
| 例題  磁気ディスク装置において，ファイルの書込みや削除を繰り返したところ，ファイルのフラグメンテーション（断片化）が発生した。この状況に関する記述のうち，適切なものはどれか。  ア　フラグメンテーションが進行すると，個々のファイルのサイズは増大していくので，磁気ディスク装置の利用率は低下していく。  イ　フラグメンテーションが発生したファイルを更にコピーした場合，コピー先でフラグメンテーションが進行することはあっても解消することはない。  ウ　フラグメンテーションを解消するには，専用ツールなどを使用して，フラグメンテーションが発生したファイルを連続した領域に再配置すればよい。  エ　フラグメンテーションを解消するには，複数のファイルを集めて一つのファイルにし，全体のファイル数を減らせばよい。  磁気ディスク装置に対して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ます。そのため、どの空きスペースにも入りきらないファイルが増え、ファイルを分割して２つ以上の空き領域に分けて保存するようになります。すなわち、ディスク内でのファイルの配置が不連続になります。このような状態がフラグメンテーションです。  フラグメンテーションが発生したファイルは、それを格納するのに十分なディスク領域にコピーもしくは移動するか、専用のツール（デフラグツール）を使用して再配置することにより、連続した状態に戻すことができます。  ソフトウェア開発　平成16年度春　問28　[出題頻度：★☆☆]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-268,269

### ２）ストリーマとその特徴

ストリーマは、カセット式の磁気テープを記録媒体とするもので、テープ１本あたり数GBから数十GBの記録容量があります。テープは、データの読み書きが順番にしかできないこと（シーケンシャルアクセス、または順次アクセス）や、磁気ディスクに比べて記憶データが壊れにくいことから、磁気ディスクのバックアップに使われています。代表的なものに、DAT（Digital Audio Tape）や、DDS（Digital Data Storage）があります。

DATの例

|  |
| --- |
| 例題  磁気ディスクのバックアップを取るために使用されるストリーマ（テープドライブ）の特徴はどれか。  ア　磁気ディスクの更新の差分をバックアップする場合は，記録データの部分書換え機能が利用できる。  イ　磁気ディスクの読出し速度に合わせて，書込み時の記録密度を変更できる。  ウ　データの書込み速度を向上させるために，複数の書込みヘッドを使用している。  エ　データの読み書きを連続して行い，ブロックごとにスタート，ストップさせることはしない。  ストリーマは、磁気テープを利用した大容量記憶装置で、バックアップ媒体として用いられています。旧型のテープドライブがテープの読み書きなどで頻繁に停止と動作を繰り返していたのに対し、最近のものはテープを停止させることなく連続してデータの読み書きが可能となりました。現在では、テープを用いた大容量記憶装置を全てストリーマと呼び、高速で大容量な媒体であり、単位記録容量当たりの価格が安価であることが特徴です。  基本情報　平成20年度春　問22　[出題頻度：★☆☆]  解答－エ |

別冊演習ドリル 》 1-270,271

### ３）光ディスクとその特徴

光ディスクは、レーザ光でデータの読み書きを行う記録媒体で、大容量、安価、耐久性に優れていることが特徴です。もともと音楽用に開発された**CD**（Compact Disk）と、その後に開発された、より大容量の動画や音声データを記録するための**DVD**（Digital Versatile Disk）、さらにDVDの後継となる**ブルーレイディスク**（**BD**;Blu-ray Disk）に大別されます。

CDの記録容量が最大700Ｍバイトであるのに対し、DVDはデータを記録する際のレーザ光線の波長を短くすることで片面１層で最大4.7Ｇバイトのデータを、さらに半透明の記録層を設けた片面２層で最大8.5Gバイトのデータを記録可能としています。ブルーレイディスクはさらに波長の短い青色レーザ光線を使用することで片面１層で25Ｇバイト、片面２層で50Gバイトのデータを記録可能とし、さらに記録層を増やすことで大容量化が進められています。

光ディスクは、いずれも読み出し専用のROM（Read Only Memory）、一度だけ追加書き込み可能なR（Recordable）、何度でも書き込み可能なRWまたはRE（ReWritable）の記録方式があります。なお、DVDにはこれ以外に、RWと同様に何度でも書き込み可能なRAM（Random Access Memory）という規格もあります。

**CD-ROM**やDVD-ROM、BD-ROMは、ディスクに極小の突起（ピット）を作り、その表面を特殊な樹脂によって覆う形で構成されています。これに対して、**CD-R**やDVD-R、BD-Rは、ディスクの記録層に有機色素を使い、レーザ光でピットと呼ばれる焦げ跡を作ってデータを記録し、**CD-RW**やDVD-RW、BD-REは、レーザ光で素材表面の結晶の向きを変化させてデータを記録します。いずれも樹脂の劣化によって記録内容が失われるため、データの保存期間に限界があります。

|  |
| --- |
| 例題  CD-Rのデータ記録方法として，適切なものはどれか。  ア　磁化されているディスクの記録膜にレーザ光を当てて熱し，磁気ヘッドで磁化の方向を変化させて記録する。  イ　ディスクに塗布した磁性体の磁化の方向を，磁気ヘッドによって変化させて記録する。  ウ　ディスクをはり合わせた２層構造をもち，レーザ光で記録層を相変化させて記録する。  エ　有機色素が塗られたディスクにレーザ光を当て，有機色素の層にピットと呼ばれる焦げ跡を作って記録する。  ア　光磁気ディスク（MO）のデータ記録方法に関する記述です。  イ　磁気ディスクのデータ記録方法に関する記述です。  ウ　DVD-RWのデータ記録方法に関する記述です。  基本情報　平成17年度秋　問24　[出題頻度：★☆☆]  解答－エ |

別冊演習ドリル 》 1-272～274

### ４）SSD（Solid State Drive）

SSDは、半導体メモリを複数個組み合わせることでHDD同様の機能をもたせた装置です。振動や衝撃に強く、HDDに比べて読み書きも速いと機能的には優れていますが、記憶容量当たりの価格が高いのが欠点です。なお、フラッシュメモリを使用したSSDは、書込み回数に上限があります。

|  |
| --- |
| 例題  フラッシュメモリを用いたSSD（Solid State Drive）は，ハードディスクの代わりとして期待されている記憶装置である。このSSDを用いるときに留意すべき点はどれか。  ア　書込み回数に上限がある。  イ　書込みより読出しが遅い。  ウ　振動や衝撃に弱い。  エ　ファイルの断片化による性能悪化が著しい。  フラッシュメモリを用いたSSDは、ランダムアクセス時の読出し性能に優れているため、OSやアプリケーションソフトウェアの起動に時間短縮が期待できます。  従来の多くのSSDでは、バックアップ電源を持たないと電源の切断によって記憶内容が消えてしまいましたが、フラッシュメモリは不揮発性なので、電源切断後も内容を長期にわたり保持できます。また、低消費電力で放熱も少なく、耐衝撃性にも優れ、小型で騒音も発しないので携帯用途に向いており、小型のパソコンで採用されることが多くなっています。  しかし、ハードディスクに比べて記憶容量当たりの単価が高く、記憶素子の書換え回数に上限があるため、ハードディスクと同様の使用方法では、比較的早期に書換え可能回数の上限を越えてしまい、やがては内部の記憶素子の劣化が進行することで記憶情報の保持ができなくなります。  ITパスポート　平成21年度秋　問57　[出題頻度：★☆☆]  解答－ア |