

1. プロセッサ

1.1 コンピュータの種類

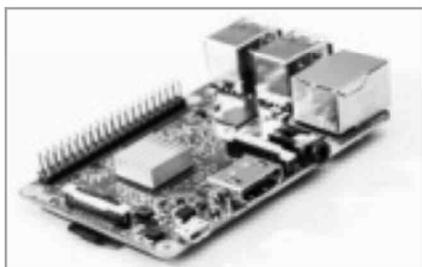
学習のポイント

- バソコンにどんな種類のものがあるか、確認しよう！

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、個人用としても業務用としても、様々な用途で使用されているコンピュータです。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。その形態により、卓上に設置して利用するデスクトップ PC、ノート型のノート PC、携帯できる端末としてスマートフォンやタブレット PC、1枚の小型基板（シングルボード）上に、CPU やメインメモリ、チップセット、入出力端子など必要な全ての機能を備えた**シングルボードコンピュータ**（SBC : Single Board Computer）などがあります。



シングルボードコンピュータの例

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、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大型コンピュータで、主に企業などで業務処理を行う基幹システムとして利用されています。

●スーパーコンピュータ

スーパーコンピュータは、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。スーパーコンピュータは計算方法により、2種類に大別できます。

一つの演算命令で複数のデータを一度に処理することで高速な計算を行うものを**ベクトルコンピュータ**、データを複数のコンピュータに分けて並列に処理することで高速な計算を行うものを**スカラコンピュータ**と呼びます。



汎用コンピュータの例

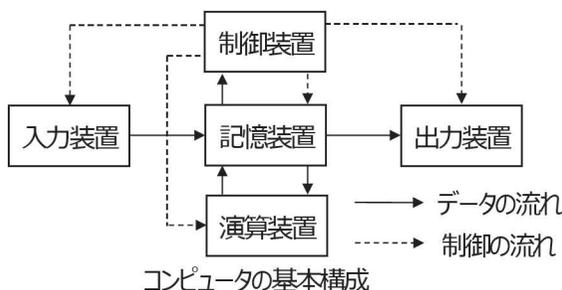
2. コンピュータの構成

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。この分類を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	CPU（プロセッサ）
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		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



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：★☆☆]

解答ーイ

3. プロセッサのアーキテクチャ、プロセッサの種類

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、コンピュータの中核部分で、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。また、近年ではコンピュータ上にCPUとは別に、画像処理を専門に行うプロセッサとして**GPU (Graphics Processing Unit)** を搭載するものが増えています。GPU は、画像の解析処理や3D 画像処理など、高度な画像処理をCPU に代わって処理します。



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 " $c = a \text{ op } b$ " を " $\text{op}(a, b, c)$ " 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 $b+c/d*e/f-g$

ウ $(b+c/d)*e/f-g$

イ $b+c/d*(e/f-g)$

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) \rightarrow $w1 = c/d$
 $+$ (b, w1, w2) \rightarrow $w2 = b + w1 = b + c/d$
 $/$ (e, f, w3) \rightarrow $w3 = e/f$
 $-$ (w3, g, w4) \rightarrow $w4 = w3 - g = e/f - g$
 $*$ (w2, w4, x) \rightarrow $x = w2 * w4 = (b + c/d) * (e/f - g)$

基本情報 平成22年度春 問22 [出題頻度：★★☆]

解答-1

📖 プラスアルファ

● 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。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。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。

例題 📖 プラスアルファ

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-1

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。

1) 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。

2) 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** (Arithmetic and Logic Unit) と呼びます。

3) 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。

📖 プラスアルファ

● その他のレジスタ

CPU 上に搭載されるレジスタには、他にも次のようなものがあります。

① 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。

② 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。

③ 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。

④ 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。

⑤ 状態レジスタ (フラグレジスタ)

演算結果 (正、負、ゼロ、オーバーフローの有無) が格納されるレジスタです。

⑥ 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。

⑦ 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。

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持ち、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：★★☆]

解答ーウ

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！

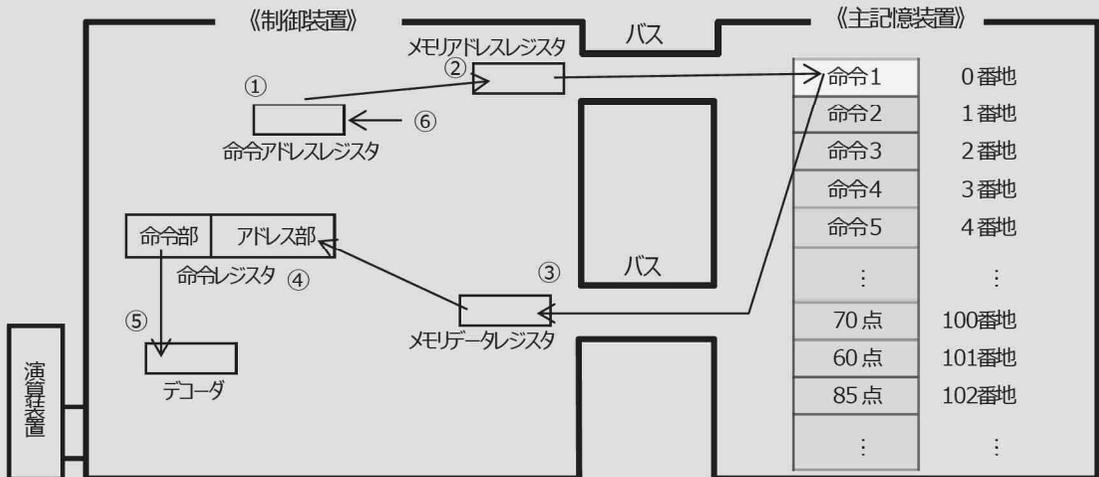
1) 命令の実行プロセス

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。

□ 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 (命令フェッチ)、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)。



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	次の命令を取りに行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 **□** プラスアルファ

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：★★☆]

解答ーエ

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

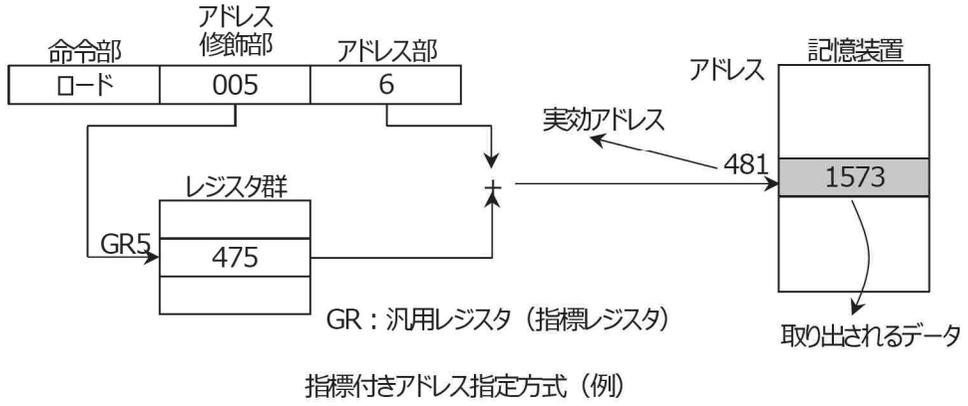
命令語のアドレス部で指定した値を、そのまま実効アドレスに適用する方法です。



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

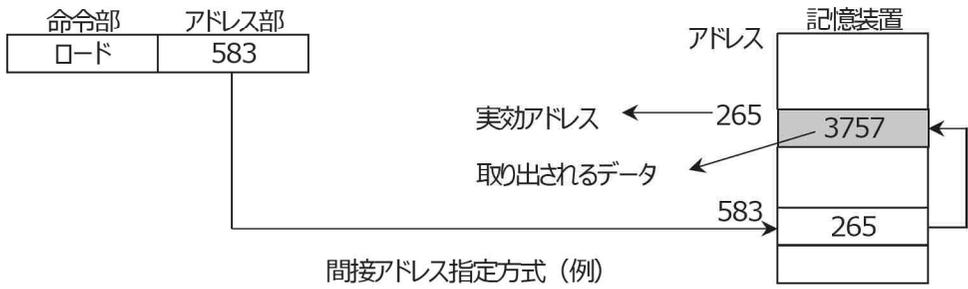
命令語のアドレス修飾部において指標レジスタ（インデックスレジスタ）番号を指定し、アドレス部で基準となるアドレスを指定する方法です。指定された指標レジスタには、基準となるアドレスからの隔たりを表す変位（ディスプレイメント）が格納されています。この方法では、アドレス部の値に指標レジスタの内容が加算され、実効アドレスが求められます。



プラスアルファ
 指標付きアドレス指定方式ではアドレスの修飾に汎用レジスタを用いますが、汎用レジスタの代わりに基底レジスタをアドレス修飾に用いる方式をベースアドレス指定方式とよびます。

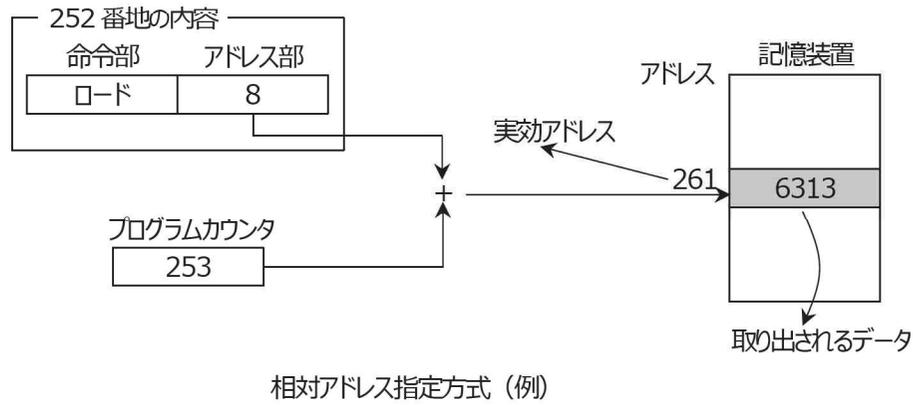
③ 間接アドレス指定方式

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。



④ 相対アドレス指定方式

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）と変位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。



⑤ 即値アドレス指定方式

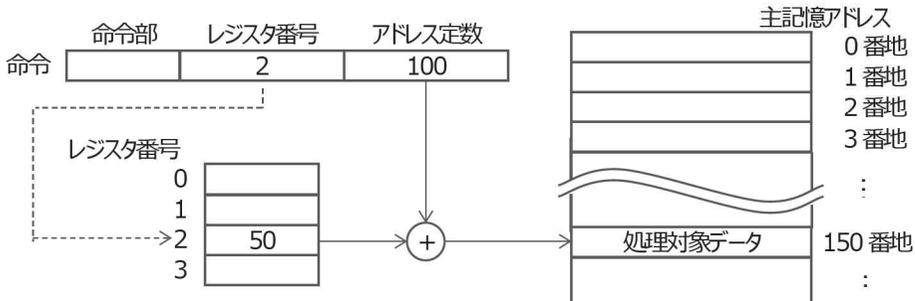
命令語のアドレス部において処理の対象データそのものを直接指定する方法であり、記憶装置などを参照することなく、すぐに命令を実行できます。



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。



- ア 指標付きアドレス指定方式
- ウ 直接アドレス指定方式

- イ 相対アドレス指定方式
- 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：★★☆]

解答ーア