

第5回授業の前にあらかじめ目を通し、問題を解いておくこと。

[1] 命令セット (教科書 3.1.3)

a. 命令セットとは、() (教科書 3.1.3)

(注: 「1種類のCPUについての、すべての命令」である。つまり「Intel Pentium という CPU の命令セット」とか「ARM という CPU の命令セット」ということになる。但しややこしいのは、同じ種類の CPU ~ 同じ命令セットの CPU ~ であっても、スピードが違ったり内部の構成が違ったり世代が違ったり、ということがある。)

[2] COMET II の命令

COMET II の命令の詳細については、下記 URL にある資料の命令の説明表を参照のこと。

http://www.jitec.jp/1_00topic/topic_20081027_hani_yougo.pdf

a. 機械語命令は (正しいものには○、間違っているものには×をつけよ)

- ① CPU から読み出されて、メモリの上でその命令に指示された動作を実行する
- ② メモリから読み出されて、CPU でその命令に指示された動作を実行する
- ③ メモリから読み出されて、CPU または入出力機器においてその命令に指示された動作を実行する
- ④ 入出力機器から読み出されて、CPU でその命令に指示された動作を実行する

b. 機械命令の中に含まれないものを指摘せよ

- ① 加減算などの演算命令、メモリと汎用レジスタの間の転送をするロード・ストア命令、条件付および無条件の分岐(ジャンプ)命令
- ② 加減乗除のほかよく使われる sin, cos, log, 指数関数などの関数命令、for 文に対応した指定回数を繰り返す繰り返し命令
- ③ ビット AND、ビット OR などの論理演算命令、大小比較演算をする比較演算命令
- ④ 論理シフト(左右)、算術シフト(左右)を行うシフト演算命令

c. 空欄を埋めよ

機械語命令は、メモリ上では () として表現されているが、人間にとって扱いにくいので人間が読み書きする時には () で表現することが多い。COMET II の命令表資料の9ページ(参考資料)を見ると、表の第1語の左から主OP、副OPの欄にあるように、主OPが4ビット2進数()、副OPが4ビット2進数()であるとき、命令 ST (ストア命令) を示す。

d. オペランドとは何か (正しいものには○、間違っているものには×をつけよ)

- ① 機械語命令で、命令を指定している部分である
- ② 機械語命令で、演算操作の対象となるデータの在り処を指定している部分である
- ③ 機械語命令で、演算の数値を示している部分である
- ④ 機械語命令で、命令の次のとび先を指定している部分である

e. COMET II の算術加算命令のオペランド指定の仕方は (正しいものには○、間違っているものには×をつけよ)

- ① (メモリ M(A) + レジスタ RX ⇒ レジスタ RX)の2オペランド方式のみである
- ② (レジスタ RX +レジスタ RY ⇒ レジスタ RX)の1オペランド方式のみである
- ③ (メモリ M(A) + レジスタ RX ⇒ レジスタ RX)の2オペランド方式と、(レジスタ RX +レジスタ RY ⇒ レジスタ RX)の2オペランド方式の両方が使える
- ④ (メモリ M(A) + レジスタ RX ⇒ レジスタ RX)の2オペランド方式と、(レジスタ RX +レジスタ RY ⇒ レジスタ RX)の0オペランド方式の両方が使える

f. COMET II の命令 ADDA GR2, 7531 の動作を説明せよ

g. 命令 SUBA GR2, 7531 の動作を説明せよ

h. 命令 LD GR2, 7531 の動作を説明せよ

i. 命令 ST GR2, 7531 の動作を説明せよ

j. 命令 JUMP 7531 の動作を説明せよ

k. 命令 JPL 7531 の動作を説明せよ

l. COMET II を使って、汎用レジスタ GR3 にある数値 X と、メモリ上の 2579 番地にある数値 Y を加えて、結果を GR3 に格納するには、どのような命令を使えばよいか

m. COMET II を使って、メモリ上の 2579 番地にある数値 X を、汎用レジスタ GR3 に移動する(コピーする)には、どのような命令を使えばよいか

n. COMET II を使って、汎用レジスタ GR4 にある数値 Y を、メモリ上の 879 番地に格納する(コピーする)には、どのような命令を使えばよいか

o. COMET II を使って、357 番地の命令へジャンプするには、どのような命令を使えばよいか

p. COMET II を使って、フラグレジスタの内容がもしプラス(SFが0でZFが0)を示していれば 468 番地の命令へジャンプするが、もしプラスでない(ゼロかマイナス)を示していればジャンプせず単に次の命令へ移る、というためには、どのような命令を使えばよいか

q. COMET II を使って、汎用レジスタ GR1 にある数値 X と、汎用レジスタ GR2 にある数値 Y とを加えて、汎用レジスタ GR1 に格納するには、どのような命令を使えばよいか

r. COMET II を使って、メモリ上の 2500 番地にある数値 X と、メモリ上の 2600 番地にある数値 Y とを加えて、汎用レジスタ GR5 に格納するには、どのような命令を使えばよいか

s. COMET II を使って、汎用レジスタ GR5 にある数値 X を2倍して、汎用レジスタ GR5 に格納するには、どのような命令を使えばよいか

t. COMET II を使って、メモリ上の 3100 番地にある数値 X と、メモリ上の 3101 番地にある数値 Y とを加えて、メモリ上の 3102 番地に変数 Z として格納するには、どのような命令を使えばよいか

[3] 有効(実効)アドレスとアドレッシングモード

a. 有効アドレス(effective address)とは何か (正しいものを選び)

- ①主記憶のアドレス範囲のうち、ハードウェア的にメモリ素子が存在し、機械命令・データを置くことができる(アドレス)の範囲
- ②ハードウェア的に存在する主記憶のうち、(データではなく)、プログラム(機械命令)を置いてよい(アドレスの)範囲
- ③命令中でオペランドアドレスとして指定された値
- ④命令中でオペランドアドレスとして指定された値に、指定されたアドレス修飾を施した結果、最終的に(=実際に)メモリにアクセスするときの値

(注: 教科書では「有効」アドレスと呼んでいるが、「実効」アドレスという呼び方もある。COMET II の仕様書では「実効」アドレスと呼んでいる。)

b. 直接アドレッシングで読み出す場合は (正しいものを選び)

- ①命令中で指定されたオペランドアドレスの指す場所に書かれている値をアドレスとして、そのアドレスの指す場所の中身を取り出す
- ②命令中で指定されたオペランドアドレスの指す場所に書かれている値を取り出す
- ③命令中で指定された値(命令中に書かれた値)と指定された汎用レジスタの内容を加算し、その和をアドレスと思ってその指す場所の中身を取り出す
- ④命令中で指定された値(命令中に書かれた値)そのものを取り出す

c. 間接アドレッシングで読み出す場合は (正しいものを選び)

- ①命令中で指定されたオペランドアドレスの指す場所に書かれている値をアドレスとして、そのアドレスの指す場所の中身を取り出す
- ②命令中で指定されたオペランドアドレスの指す場所に書かれている値を取り出す
- ③命令中で指定された値(命令中に書かれた値)と指定された汎用レジスタの内容を加算し、その和をアドレスと思ってその指す場所の中身を取り出す
- ④命令中で指定された値(命令中に書かれた値)そのものを取り出す

d. インデックス(指標)アドレッシングで読み出す場合は (正しいものを選び)

- ①命令中で指定されたオペランドアドレスの指す場所に書かれている値をアドレスとして、そのアドレスの指す場所の中身を取り出す
- ②命令中で指定されたオペランドアドレスの指す場所に書かれている値を取り出す
- ③命令中で指定された値(命令中に書かれた値)と指定された汎用レジスタの内容を加算し、その和をアドレスと思ってその指す場所の中身を取り出す
- ④命令中で指定された値(命令中に書かれた値)そのものを取り出す

e. 即値アドレッシングで読み出す場合は (正しいものを選び)

- ①命令中で指定されたオペランドアドレスの指す場所に書かれている値をアドレスとして、そのアドレスの指す場所の中身を取り出す
- ②命令中で指定されたオペランドアドレスの指す場所に書かれている値を取り出す
- ③命令中で指定された値(命令中に書かれた値)と指定された汎用レジスタの内容を加算し、その和をアドレスと思ってその指す場所の中身を取り出す
- ④命令中で指定された値(命令中に書かれた値)そのものを取り出す

f. ベースアドレッシングで読み出す場合は (正しいものを選び)

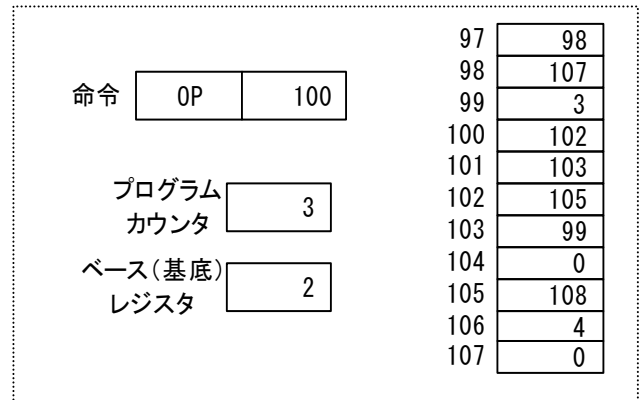
- ①命令中で指定されたオペランドアドレスの指す場所に書かれている値を取り出す
- ②命令中で指定された値(命令中に書かれた値)とベースレジスタの内容を加算し、その和をアドレスと思ってその指す場所の中身を取り出す
- ③命令中で指定された値(命令中に書かれた値)と予め決められたベースアドレスの内容を加算し、その和をアドレスと

思ってその指す場所の中身を取り出す

④命令中で指定された値(命令中に書かれた値)と指定された汎用レジスタの内容を加算し、その和をアドレスと思ってその指す場所の中身を取り出す

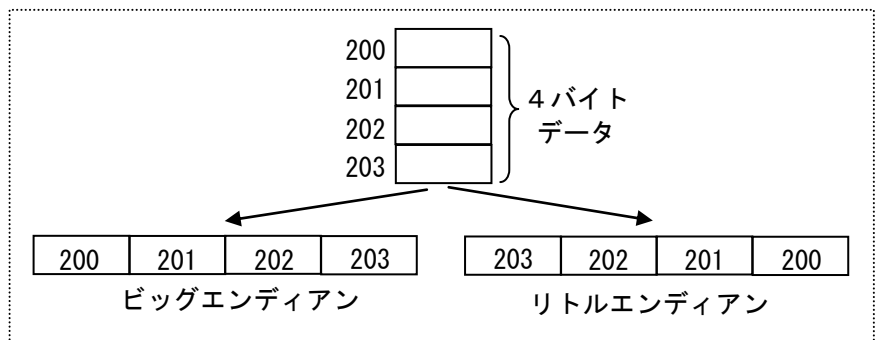
g. 下図のような状態にあるとき、各種のアドレッシングに従ったときの対象データの値はいくつか (正しいものを選び)

- ①直接アドレッシングでは102、間接アドレッシングでは105、
相対アドレッシングでは99、即値アドレッシングでは100
- ②直接アドレッシングでは100、間接アドレッシングでは105、
相対アドレッシングでは99、即値アドレッシングでは100
- ③直接アドレッシングでは100、間接アドレッシングでは105、
相対アドレッシングでは102、即値アドレッシングでは100
- ④直接アドレッシングでは100、間接アドレッシングでは108、
相対アドレッシングでは99、即値アドレッシングでは102



(脱線) 教科書や授業で使う COMET II では、全ての処理が 16 ビットを単位に設計されており、整数データのビット長は 16 ビット、それぞれの命令のビット長は 16 ビットか 32 ビットにしてある。メモリ(主記憶)も 16 ビットを単位としてアドレスが付けられている。つまりある x 番地には 16 ビットのデータ(か命令)が格納される。次のアドレス(x+1)はxより 16 ビット先ということになる。

一方、世の中で広く使われている Intel Pentium などでは、メモリはバイト(=8ビット)を単位にしてアドレスが付けられている。つまり x 番地には 8 ビットのデータ(の一部か命令の一部)が格納される。CPU が認識する整数のビット長は 32 (か 64) になっていて、メモリのアクセスの単位(=バイト)とは一致しない。たとえば、32 ビット整数をメモリから取り出すには、x 番地だけでなく、x+1、x+2、x+3 番地のバイトも取り出さなければならない。同様に、8 バイトからなる命令をメモリから取り出すには、x 番地から x+7 番地までを取り出す。なお、メモリへのアクセスは一度に 1 バイトというわけではなく、同時に多くのバイト(機種によって異なるがたとえば 128 バイト)を同時に読み出す。



このバイトアドレスを使うとき、プログラムカウンタ(PC)の値にも気をつける必要がある。プログラムカウンタの値は、メモリから命令を取り出すときのアドレスとして使う。COMET II の場合は、「次の命令へ進む」という動作は PC=PC+1 だが、Pentium のようなコンピュータでは、命令が複数バイトの大きさなので、「次の命令に進む」ためには、PC=PC+(今の命令の長さ)となる。

バイトアドレスでもう1つ厄介な問題が、バイトの順序(バイトオーダー)である。混乱しそうなのでここでは触れないが、興味のある人はキーワード「バイトオーダー」「エンディアン」「ビッグエンディアン」「リトルエンディアン」などで調べてみよう。

h. メモリ中のオペランドアドレスを指定する「アドレッシング」の説明として、正しい組み合わせを選び

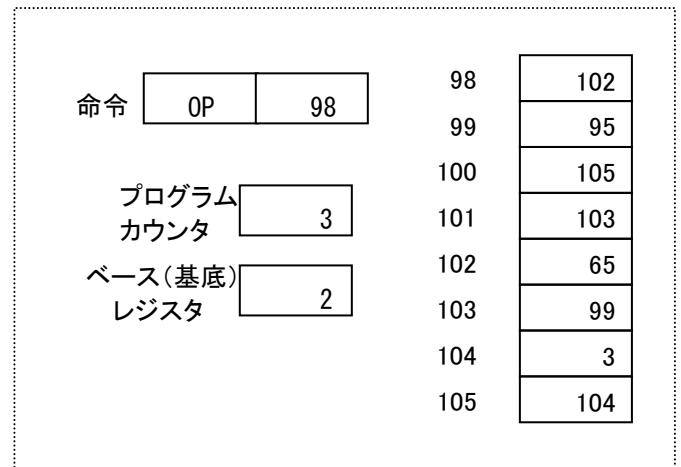
- ア 指定されたアドレスの内容
- イ 指定されたアドレスの内容をアドレスとして解釈したその先の内容
- ウ 指定されたレジスタの内容と指定されたアドレスを加算した値をアドレスとして解釈したその先の内容
- エ オペランドとして命令中に書かれた値そのもの

- A 即値アドレッシング B 直接アドレッシング
C インデックス(指標)アドレッシング D 間接アドレッシング

- ① アーA イーB ウーC エーD
② アーA イーC ウーD エーB
③ アーB イーD ウーC エーA
④ アーD イーB ウーC エーA

i. 下図のような状態にあるとき、各種のアドレッシングに従うときの対象データの値(内容)はいくつか (正しい値を書け)

- ① 直接アドレッシングでは ()
② 間接アドレッシングでは ()
③ 相対アドレッシングでは ()
④ 即値アドレッシングでは ()



[4] プロセッサのクロック性能指標 (教科書 3.1.4)

a. CPI (Cycle Per Instruction) とは (正しいものを選び)

- ① CPUが1つの命令を実行するのに要する時間の最大値
② CPUが1つの命令を実行するのに要する時間の平均値
③ CPUが1つの命令を実行するのに要するクロック数の最大値
④ CPUが1つの命令を実行するのに要するクロック数の平均値

b. (教科書3章の演習問題 6) すべての命令を各々2クロックで実行するコンピュータがある。このコンピュータが 10MHzで動作している場合の CPI を計算しなさい (正しいものを選び)

- ① 2 ② 5 ③ 20 ④ 0.2

c. あるCPUのCPIが3であり、そのCPUに3GHzのクロックを与えたとき、1つの命令の実行にかかる時間は (正しいものを選び)

- ① 1ナノ秒 ② 9ナノ秒 ③ 1マイクロ秒 ④ 9マイクロ秒

d. あるベンチマークテストプログラムの命令ごとの出現頻度と、これを実行するプロセッサの実行クロック数を表に示す。このベンチマークテストプログラムにおける CPI (Clocks Per Instruction) は幾らか。(基本 18 春 19) (正しいものを選び)

命令	出現頻度(%)	実行クロック数
転送	50	1
演算	30	2
分岐	20	5

- ① 0.48 ② 0.69 ③ 2.10 ④ 2.67

e. MIPS 値 (教科書には触れていないが、3.1.4 と密接に関係)

MIPS 値 (Million Instructions Per Second, 1秒あたり何百万命令か) とは、CPU の処理速度の指標であり、1秒間に何命令実行できるかを、百万(ミリオン)を単位にして測ったものである。たとえば、1 MIPS の CPU と言え、この CPU は1秒間に()個の命令を実行することができる。

CPU の処理速度は、CPU の回路が高速に動作すればそれだけ増える。CPU の回路の動作は()信号に同期しているから(教科書 3.1.4)、()信号が高速になればそれだけ処理能力が増える。

教科書 3.1.4 の CPI との関係は、その定義を考えるとほぼ自明である。CPI は1命令の実行に必要なクロック数であるから、もしクロックの周波数が 1,000,000,000 回/秒 (=1ギガヘルツ=10⁹ヘルツ)であり、かつ、CPI=2 (1命令の実行に2クロックが必要)であれば、毎秒実行される命令の数は()命令/秒 になる。もし CPI=3 であれば、

毎秒に実行される命令の数は () 命令/秒 になる。

MIPS 値は、毎秒に実行される命令数を、百万を単位にして測ったものであるから、上記のようにクロック周波数=1ギガヘルツ、CPI=2、とすれば、この CPU の処理能力は()MIPS となる。

f. 50 MIPS のプロセッサの平均命令実行時間は幾らか。(基本 18 春 20) (正しいものを選べ)

- ① 20 ナノ秒 ② 50 ナノ秒
③ 2 マイクロ秒 ④ 5 マイクロ秒

g. 平均命令実行時間が 0.2 マイクロ秒のコンピュータがある。このコンピュータの性能は何 MIPS か。(基本 15 秋 20)

- ① 0.5 ② 1.0 ③ 2.0 ④ 5.0

h. クロック周波数が1GHz の処理装置がある。この処理装置の命令種別が、表に示す二つから成っているとき、処理能力は約何 MIPS か。(基本 17 春 18)(基本 20 春 19) (正しいものを選べ)

命令種別	実行時間(クロック)	実行頻度(%)
命令 1	10	60
命令 2	5	40

- ① 34 ② 100 ③ 125 ④ 133

《解答》

[1] a. CPU の備えているすべての命令の集まり (注: 「1種類のCPUについての、すべての命令」である。つまり「Intel Pentium という CPU の命令セット」とか「ARM という CPU の命令セット」ということになる。)

[2] a. ①× ②○ ③× ④× b. ② (注: 複雑な関数や、繰り返しは、複数の命令を使って実現する)

c. 2進数 ニーモニックコード 0001 0001 (注: 00010001..... が機械命令、ST がニーモニック)

d. ② (③は即値命令で、④はジャンプ命令では正しいが、普通オペランドという演算命令を中心にして言うようである)

e. ①× ②× ③○ ④×

f. ADDA GR2, 7531 は、GR2 の内容とメモリ 7531 番地の内容を加えて(算術加算)、結果を GR2 へ格納する

g. SUBA GR2, 7531 は、GR2 の内容からメモリ 7531 番地の内容を引いて(算術減算)、結果を GR2 へ格納する

h. LD GR2, 7531 は、メモリ 7531 番地の内容を、GR2 に転送(コピー)する (注: 7531 番地の内容は変わらない)

i. ST GR2, 7531 は、GR2 の内容を、メモリの 7531 番地へ転送(コピー)する (注: GR2 の内容は変わらない)

j. JUMP 7531 は、(無条件に)7531 番地へジャンプする。つまり次に実行するのは 7531 番地に書かれた命令である。

(注: ハードウェア的には、PC=プログラムカウンタ=の値を 7531 にする。)

k. JPL 7531 条件分岐である。もし直前の演算でフラグレジスタの値がプラス(SF=0 で ZF=0)になっていれば 7531 番地にジャンプする。もしプラスでなければ(つまり0かマイナスならば) 次の命令へ進む

l. GR3 と 2579 番地を加えて結果を GR3 に格納 ⇒ ADD GR3, 2579

m. LD GR3, 2579

n. ST GR4, 879 (注: GR とメモリアドレスとを書く位置が、転送の向きに関わらず LD 命令と同じことに要注意)

o. JUMP 357

p. JPL 468 (注: 分岐の条件~~プラスならジャンプなのかマイナスならジャンプなのかゼロならジャンプなのか等は、命令(ニーモニックコード)に書かれている。オペランドとして指定するのはジャンプ先だけである。)

q. 命令の表をよく見ると、算術加算には2行あって、上の行は ADDA r1, r2 となっており、下の行は ADDA r, adr [, x] と書かれている。右欄の説明では、上の行は汎用レジスタ r1 の内容と汎用レジスタ r2 の内容を加算して汎用レジスタ r1 へ書込む。下の行は汎用レジスタ r の内容とメモリの adr 番地の内容を加算して汎用レジスタ r へ書込む。だから、本問

では上の行の形式を使えば実現できる。 ADDA GR1, GR2 (注: GR1 と GR2 の順序はよく考えること)

r. COMET II の加算命令は、レジスタ+レジスタか、レジスタ+メモリしかできない。メモリとメモリを直接足すような命令は持っていないのである。となると、どうするか? メモリ的一方をロード命令(LD)でレジスタに移し、そのレジスタと残りのメモリとを ADD 命令で足せばよからう。結果は GR5 に入れたいというのだから、最初に一旦メモリから LD する先のレジスタは GR5 を選んでおけばよい。つまり、まず LD GR5, 2500 とした上で、次に ADDA GR5, 2600 とする。

(注: 本問では、2500 番地にある X と 2600 番地にある Y のいずれを先に GR5 に持ってきてよいだろう。しかし、常にこのような状況になるとは限らず、順番を注意深く選ぶ必要があることが多い。たとえば減算なら減算の向きの問題がある)

s. COMET II では掛け算の命令がないので、2倍は X+X のようにして実現するのが手っ取り早い。 ADDA GR5, GR5

t. これは問rと同じ状況で、メモリ+メモリを計算しなければならないが、更に、結果をメモリに書き戻す必要がある。COMET II ではどの命令も結果を汎用レジスタに書込むだけなので、その結果を ST 命令でメモリに書き戻す。つまり、まず LD GR3 3100 とし、次に ADDA GR3, 3101 とし、最後に ST GR3, 3102 とする。この時、作業場所として使う汎用レジスタはどこであってもいいので、空いている汎用レジスタを使えばよい。この例では GR3 を使った。

[3]

- a. ④ b. ② c. ① d. ③ e. ④
f. ② g. ① 直接=100番地の内容 間接=100番地内容をアドレスとして見て102番地の内容、
相対=プログラムカウンタの内容3と命令中の100を足した103をアドレスとして見て103番地の内容
即値=命令中の100の値そのもの
h. ③ i. ① 102、 ② 65、 ③ 103、 ④ 98

[4]

- a. ④ b. ① (クロックの周波数 10MHz は CPI には無関係)
c. ① 1命令にかかる時間=CPI×(1クロックサイクルの時間)=CPI×(1/(クロック周波数))=3/3GHz=10⁻⁹=1 ナノ秒
d. ③ 各命令の実行クロック数の(頻度による)加重平均なので、1×0.5+2×0.3+5×0.2=2.1 サイクル
e. 百万(1,000,000)個 クロック クロック 500,000,000 命令/秒 333,333,333 命令/秒 500 MIPS
f. ① MIPS は1秒間に何百万命令を実行するか、であるから、実行時間は 1/(MIPS 値×100万)=1/MIPS 値[μ秒]
g. ④ c)と同様。MIPS 値 = (1/実行時間)/100万 = 1/(0.2×10⁻⁶)/10⁶ = 1/0.2 = 5
h. ③ CPI を加重平均として求めると CPI=10×0.6+5×0.4=8。
1秒当りの命令実行数=(1GHz)/8=10⁹/8=1.25×10⁸。
MIPS 値は1秒当り何百万命令か、であるから 100万単位に直して、MIPS 値=1.25×10⁸/10⁶=125。

《基本情報処理技術者試験問題から関連問題》

1) 主記憶へのアクセスを伴う演算命令を実行するとき、命令解読とオペランド読出しの間に行われる動作はどれか。
(基本 20 春 18)

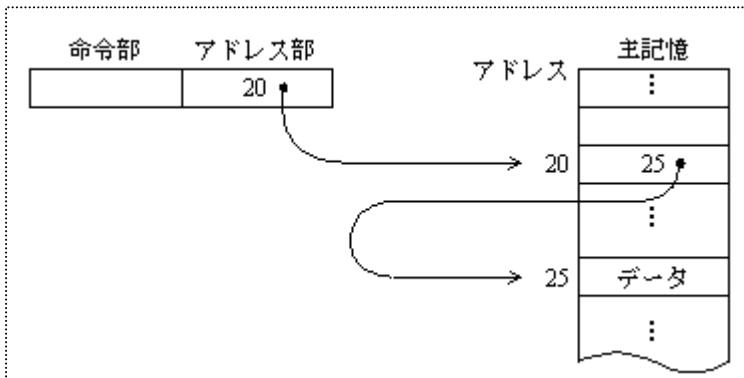
- ア 実効アドレス計算 イ 入出力装置起動
- ウ 分岐アドレス計算 エ 割り込み発生

2) アドレス指定方式のうち、命令読出し後のメモリ参照を行わずにデータを取り出すものはどれか。(基本 16 春 17)

- ア 間接アドレス イ 指標付きアドレス
- ウ 即値オペランド エ 直接アドレス

3) 主記憶のデータを図のように参照するアドレス指定方式はどれか。(基本 16 秋 18)

- ア 間接アドレス指定 イ 指標アドレス指定
- ウ 相対アドレス指定 エ 直接アドレス指定

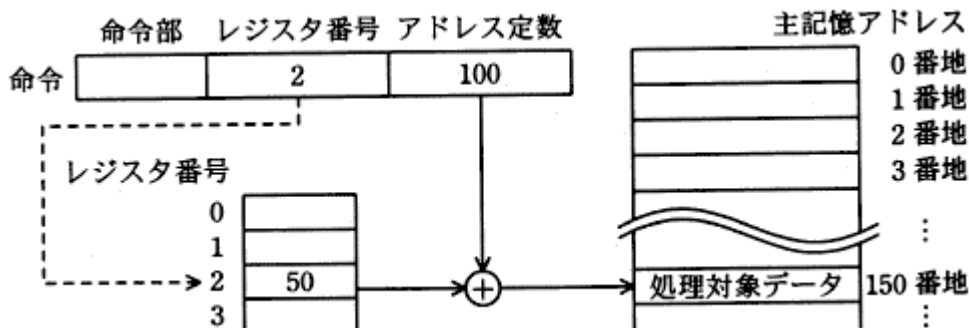


4) インデックス修飾によってオペランドを指定する場合、表に示す値のときの実効アドレスはどれか。(基本 17 秋 18)

インデックスレジスタの値	10
命令語のアドレス部の値	100
命令が格納されているアドレス	1000

- ア 110 イ 1010 ウ 1100 エ 1110

5) 図に示すアドレス指定方式はどれか。(基本 19 秋 18)



- 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

6) 命令のオペランド部において、プログラムカウンタの値を基準とし、その値からの変位で実効アドレスを指定する方式はどれか。(基本 14 春 19)

- ア インデックスアドレス指定 イ 絶対アドレス指定 ウ 相対アドレス指定 エ ベースアドレス指定

7) 言語プロセッサに関する記述のうち、適切なものはどれか。(基本 16 秋 43)

- ア アセンブラは、ある処理系用に書かれた原始プログラムを、他の処理系用の原始プログラムに変換する。
- イ インタプリタは、他のコンピュータ用のプログラムを解読し、実行するマイクロプログラムである。
- ウ ジェネレータは、入力・処理・出力などの必要な条件をパラメタで指示することによって、処理目的に応じたプログラムを生成する。
- エ トランスレータは、高水準言語で書かれたプログラムを、解釈しながら実行する。

8) 命令語に関する記述のうち、適切なものはどれか。(基本 19 春 18)

- ア オペランドの個数は, その命令で指定する主記憶の番地の個数と等しい。
- イ 一つのコンピュータでは, 命令語長はすべて等しい。
- ウ 命令語長が長いコンピュータほど, 命令の種類も多くなる。
- エ 命令の種類によっては, オペランドがないものもある。

9) 表の CPI と構成比率で, 3種類の演算命令が合計 1,000,000 命令実行されるプログラムを, クロック周波数が1 GHz のプロセッサで実行するのに必要な時間は何ミリ秒か。(基本 22 春 09)

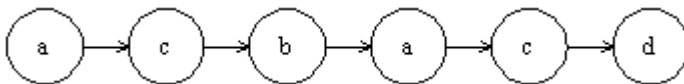
演算命令	CPI(Cycles Per Instruction)	構成比率(%)
浮動小数点加算	3	20
浮動小数点乗算	5	20
整数演算	2	60

- ア 0.4 イ 2.8 ウ 4.0 エ 28.0

10) 平均命令実行時間が 20 ナノ秒のコンピュータがある。このコンピュータの性能は何 MIPS か。(基本 21 春 09)(基本 15 秋 20)

- ア 5 イ 10 ウ 20 エ 50

11) あるプログラムは, 命令 a ~ d を次の順で実行する。



各命令の実行に必要なクロックサイクル数(CPI:Cycles Per Instruction)は, 表のとおりである。CPU の1クロックサイクル時間を 10 ナノ秒とすると, この命令列の実行時間は何ナノ秒か。(基本 19 春 19)

命令	CPI
a	6
b	2
c	4
d	8

- ア 30 イ 40 ウ 200 エ 300

12) 50 MIPS のプロセッサの平均命令実行時間は幾らか。(基本 18 春 20)

- ア 20 ナノ秒 イ 50 ナノ秒 ウ 2 マイクロ秒 エ 5 マイクロ秒

13) 動作クロック周波数が 700 MHz の CPU で, 命令の実行に必要なクロック数とその命令の出現率が表に示す値である場合, この CPU の性能は約何 MIPS か。(基本 17 秋 19)

命令の種類	命令実行に必要なクロック数	出現率(%)
レジスタ間演算	4	30
メモリ・レジスタ間演算	8	60
無条件分岐	10	10

- ア 10 イ 50 ウ 70 エ 100

14) 表は, あるコンピュータの命令ミックスである。このコンピュータの処理性能は約何 MIPS か。

- ア 0.1 イ 0.3 ウ 1.1 エ 3.0

命令種別	実行速度(マイクロ秒)	出現頻度(%)
整数演算命令	1.0	50
移動命令	5.0	30
分岐命令	5.0	20

《解答》

1) ア 2) ウ 3) ア 4) ア

5) ア (レジスタ間接はレジスタの内容をメモリアドレスとしてメモリをアクセスする方式)

6) ウ

7) ウ

ア: アセンブラは機械命令と1対1に対応したアセンブリ言語を用いて作成されたソースコードを、コンピュータが実行できる機械命令列(オブジェクトコード)に変換するソフトウェア。ある処理系用に書かれた原始プログラムを他の処理系用の原始プログラムに変換するものはトランスレータと呼ぶ。

イ: インタプリタは、(高級)プログラミング言語で記述されたソースコードを(コンパイルせずにそのまま)解釈しながら実行するソフトウェアのことを指す。他のコンピュータ用のプログラムを解読し実行するマイクロプログラムは、エミュレータと呼ぶ。

ウ: ジェネレータは、入力・処理・出力などの必要な条件をパラメタで指示することによって、処理目的に応じたプログラムを自動生成するプログラムのことを指す。よって、正解である。

エ: トランスレータは、ある処理系で書かれたプログラムを他の処理系に変換するプログラムのことである。

8) エ

ア: オペランドの個数は同じ機種でも命令によって異なる(例えば COMET II では ADDA では2つ、JUMP では1つ、RET では0個)し、また、機種が異なれば設計上オペランド指定のやり方が違う(0/1/2/3オペランド方式)。

イ: 命令の長さ(語数)は COMET II では1語と2語の2通りがある。機種によってはすべて同一の長さの機種もある。

ウ: 必ずしも語長と命令種類数は関係しない。命令(OP)コード部分は、命令種類を区別しなければならないので、区別できる長さが必要になる。オペランド部分はオペランド数やレジスタ・メモリアドレスの違い・組合せにより長さが異なる。

9) イ 加重平均後の CPI は $3 \times 0.2 + 5 \times 0.2 + 2 \times 0.6 = 2.8$ サイクル。クロック周波数が 1GHz なので、クロック周期は

$$1/1\text{GHz} = 10^{-9} \text{秒}。 2.8(\text{サイクル}) \times 1000000 \text{命令} \times 10^{-9} \text{秒} = 2.8 \times 10^{-3} \text{秒} = 2.8 \text{ミリ秒}$$

10) エ MIPS 値 = $(1/\text{実行時間})/100 \text{万} = (1/(20 \times 10^{-9}))/10^6 = 1000/20 = 50$ (15年春問20の数値を10倍)

11) エ 図中の a,c,b,...の順序は問題に取って意味がない。要するに命令 a,c,b,a,c,d の CPI をすべて足して、サイクル時間を掛ければよい。 $6+4+2+6+4+8=30$ サイクルで、 $30 \text{ サイクル} \times 10 \text{ ナノ秒} = 300 \text{ ナノ秒}$ 。

12) ア 13) エ 14) イ $1.0 \times 0.5 + 5.0 \times 0.3 + 5.0 \times 0.2 = 3.0$ $(1/(3.0 \times 10^{-6}))/10^6 = 0.3$