

問題は4問、解答は解答用紙に記入すること。
教科書・ノート持ち込み可能、PC持ち込み不可。

1) (30点) あるCコードをアセンブラーコードに変換したものを以下に示す。
ここで、 i, j, k は $\$s3, \$s4, \$s5$ なるレジスタに対応し、配列 $save$ の先頭アドレス $\&save[0]$ がレジスタ $\$s6$ にあると仮定する。すべての変数は32ビットである。
以下の問いの答えよ。

[Cコード]

```
While (save[i] == k)
    i = i + j;
```

[アセンブラーコード]

```
Loop:    add $t1, $s3, $s3    --①
         add $t1, $t1, $t1  --②
         add $t1, $t1, $s6  --③
         lw $t0, 0($t1)    --④
         bne $t0, $s5, Exit --⑤
         add $s3, $s3, $s4 --⑥
         j Loop           --⑦
```

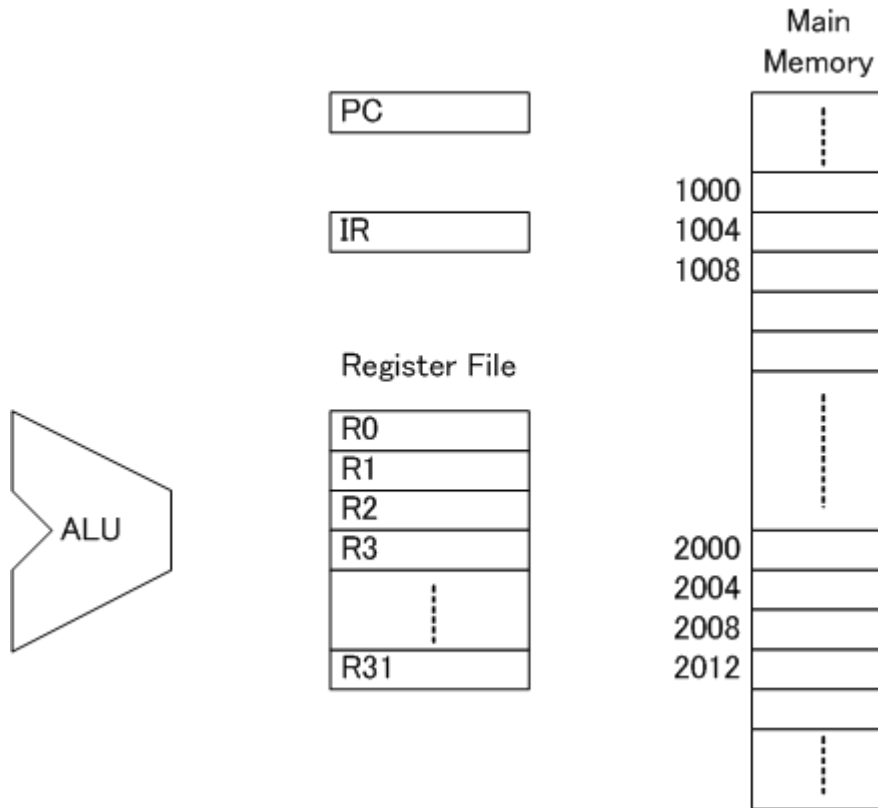
Exit:

- 1-1) アセンブラーコード①、②にてレジスタ $\$t1$ を計算しているが、なぜこのような計算が必要か説明せよ。(5点)
- 1-2) アセンブラーコード③の実行後の $\$t1$ は何を示すか説明せよ。(5点)
- 1-3) アセンブラーコード④の $0(\$t1)$ は $\$t1$ の値+0でメモリアドレスを計算していますが、このようなアドレッシング方式の名称は何か。(5点)
- 1-4) 教科書4.1.2に示される4段パイプライン(Fステージ、Dステージ、Eステージ、Wステージ)にて上記アセンブラーコードを実行する。構造ハザードは発生せず、教科書図4.6に示されるデータハザードと教科書図4.11に示されるコントロールハザードが発生するとして、パイプライン動作図を作成せよ。ただし、whileループ開始直前で $i=0, j=1, save[0]=0, save[1]=1, k=0$ と仮定せよ。動作図を書くときに、①から⑦の番号を示して、どの命令かわかるようにすること。(10点)
- 1-5) 上記1-4)のパイプライン動作図から、最初に実行される命令のFステージから、最後に実行される命令のWステージが完了までのサイクル数はいくらか?(5点)

2) (5点x4=20点) あるプロセッサの実行を、4段パイプライン(Fステージ、Dステージ、Eステージ、Wステージ)に分割した場合のそれぞれのステージの実行時間が10ns, 10ns, 10ns, 12nsであったとする。

- 2-1) ノンパイプラインマシンでは1命令実行するのに何nsの時間がかかるか。
- 2-2) このノンパイプラインマシンの性能をMIPSであらわすといくらか。
- 2-3) パイプラインマシンでは1クロックサイクルで1つのステージの処理を実行し、4サイクルでひとつの命令の処理完了をする。パイプラインマシンの最小クロックサイクル時間はいくらか。ただし、クロック信号やパイプラインレジスタ等の遅延は無視できず、最小サイクル時間は最も時間のかかるステージの処理時間より3ns大きくなるとする。
- 2-4) 分岐命令などでパイプラインの動作が乱れないとすると、このパイプラインマシンの性能をMIPSであらわすといくらか。

3) (10点×2=20点) 問1のアセンブラーコード④、⑤がMain Memoryの1000番地と1004番地に記憶され、\$t0, \$t1, \$s5がそれぞれ、下記ブロック図のレジスタファイルのR1, R2, R3であったとする。また、③実行後の\$t1の数値が2000で、2000番地のMain Memory内の数値は1であったとして、アセンブラーコード④実行時と、⑤実行時のデータの流れを矢印で、メモリやレジスタファイル内の数値や内容をできる範囲で記入せよ。



4) (5点×6=30点) 以下の各問いに答えよ。

4-1) パイプラインハザードの原因の内、構造ハザードを回避するにはどのようにすればよいか説明せよ。

4-2) 分岐予測という技術があるが、予測が当たればパイプラインは順調に進むが、予測がはずれるとどのような処理が必要か説明せよ。

4-3) サブルーチンを実現するときに、スタックというメモリが必要であるが、その理由を説明せよ。

4-4) 教科書3.3.1で説明されているように、branch命令ではPC相対アドレッシングが使用されている、問題1)のアセンブラーコード⑤のExitが、教科書表3.6のdplに対応している。このアセンブラーコード⑤のdplの値はいくつか？

4-5) CISCとRISCの違いを説明せよ。

4-6) add命令フォーマットはRタイプ、addi命令フォーマットはIタイプであるが、なぜタイプが異なるのか説明せよ。