

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

1) (30点) 教科書のマシン用に対応したアセンブラーコードと、そのコンパイル前のCコードを以下に示す。ここで、g, h, i, j はそれぞれR1, R2, R3, R4なるレジスタに対応し、配列Aの先頭アドレス&A[0] がレジスタR6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。参考までに一部の命令の説明も以下に示す。

区分	命令	アセンブラ例	例の意味	備考
算術演算	add	ADD R1,R2,R3	R1 <= R2 + R3	加算
	subtract	SUB R1,R2,R3	R1 <= R2 - R3	減算
論理演算	and	AND R1,R2,R3	R1 <= R2 and R3	各ビットごとにAND
	or	OR R1,R2,R3	R1 <= R2 or R3	各ビットごとにOR
データ転送	load word	LW R1, 100(R2)	R1 <= メモリ[R2+100]	主記憶からレジスタへの転送
	store word	SW R1, 100(R2)	メモリ[R2+100] <= R1	レジスタから主記憶への転送
条件分岐	branch on not equal	BNE R1,R2,12	if (R1 != R2) go to PC+4+12 else go to PC+4	異なる時にPC相対分岐
	set on less than	SLT R1,R2,R3	if (R2<R3) R1<=1 else R1<=0	R2<R3の時に、R1=1, さもないればR1=0
無条件ジャンプ	jump	J 2500	Jump to 2500番地	絶対アドレスジャンプ

[アセンブラコード]

[Cコード]

```
Loop:  g = g + A[i];
      i = i + j ;
      if ( i != h ) goto Loop;
```

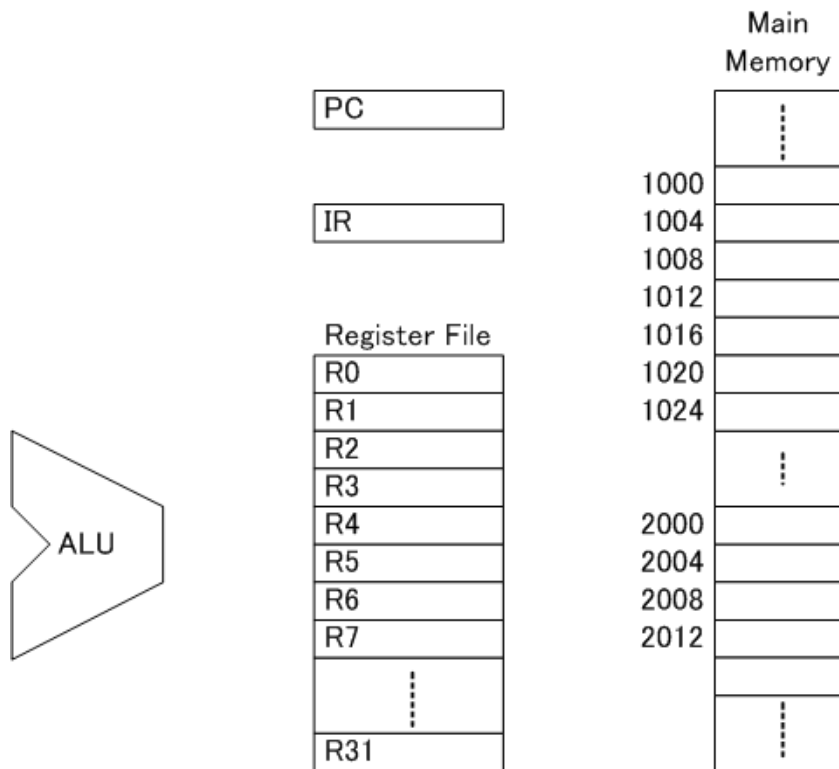
```
Loop:  add R5, R3, R3      --①
      add R5, R5, R5      --②
      add R5, R5, R6      --③
      lw  R7, 0(R5)       --④
      add R1, R1, R7      --⑤
      add R3, R3, R4      --⑥
      bne R3, R2, Loop    --⑦
Exit:  add R0, R0, R0     --⑧
```

- 1-1) アセンブラーコード①、②、③実行後のR5の値は何を示すのか説明せよ。(5点)
- 1-2) アセンブラーコード④の 0(R5)は R5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)
- 1-3) 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4.6/4.7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。このとき、⑧命令のFステージ開始まで記入すること。ここで、⑦のBNE命令は1回目実行時はTAKEN、2回目実行時はNOT TAKENであったとする。(10点)
- 1-4) 上記1-3)のパイプライン動作図において、コントロールハザードでは”常に分岐することを予測する分岐予測用いた場合”のパイプライン動作図を作成せよ。1-3)と1-4)を比較して、⑧命令のFステージの位置がどうなるかを示すこと。(10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12ns, 14ns, 16ns, 18ns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2ns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がMain Memoryの1000番地から記憶されていたとする。また、R1, R2, R3, R4の初期値はそれぞれ10, 2, 0, 1で、R6数値は2000で、2000番地のMain Memory内の数値は100であったとして、ループ実行1回目のアセンブラーコード④実行時と、⑦実行時のデータの流れを矢印で示し、PC、IR、メモリやレジスター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) 教科書の図3.3を参考にして、⑤のアセンブラーコードを32ビットの2進数で表現せよ。ただし、各フィールドを分割して見やすく示せ。

4-2) ジャンプ命令「J」は教科書の図3.3によると、jを示すオペコードと即値のaddrフィールドからなる。この「J」命令でジャンプ可能な最大アドレスは何番地か？

4-3) サブルーチンを実現するとき、スタックというメモリ領域が必要であるが、このようなスタックが必要な理由を説明せよ。

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⑦のLoop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⑦のdplの値は何か？

4-5) サブルーチンではメインルーチンからのJUMP時に、JAL命令を用い、サブルーチンからのRETURNの時に、JR命令を用いるが、この理由を説明せよ。

4-6) 教科書のADDI命令フォーマットはIタイプであり、レジスタ値と即値の加算が可能である。この即値は2の補数表現で示されているとすると、示すことのできる数値の最小値と最大値はそれぞれ何か？

学籍番号: _____

名前: _____ ;

1-1)

1-2)

1-3) 命令右の○付き番号を忘れずに示すこと!

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41				
1	①	F	D	E	W																																								
2																																													
3																																													
4																																													
5																																													
6																																													
7																																													
8																																													
9																																													
10																																													
11																																													
12																																													
13																																													
14																																													
15																																													
16																																													

1-4)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41				
1	①	F	D	E	W																																								
2																																													
3																																													
4																																													
5																																													
6																																													
7																																													
8																																													
9																																													
10																																													
11																																													
12																																													
13																																													
14																																													
15																																													
16																																													
17																																													
18																																													

2-1)

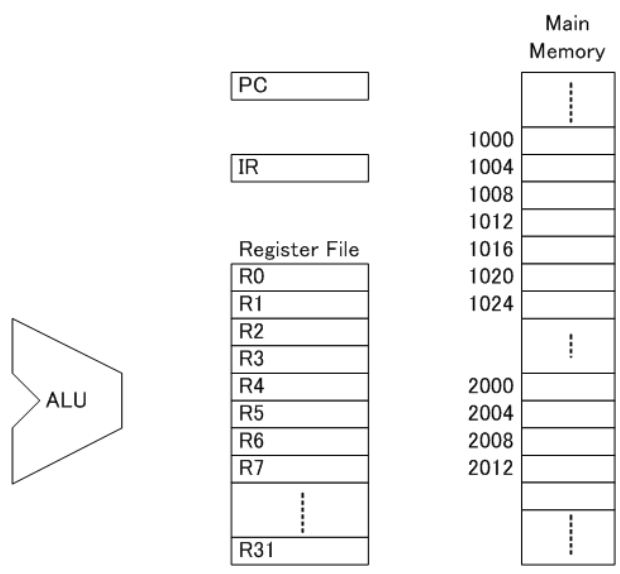
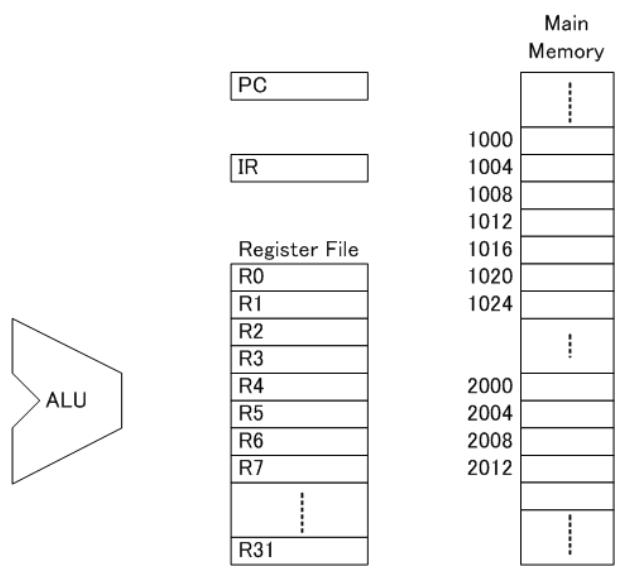
2-2)

2-3)

2-4)

3) lw R7, 0(R5) --④

bne R3, R2, Loop --⑦



4-1)

4-2)

4-3)

4-4)

4-5)

4-6)