

- 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を以下に示す。  
 また、レジスタR5の値は2000である。すべての変数は32ビットとし、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 equal	BNE R1,R2,12	if (R1=R2) go to PC+4+12 else go to PC+4	等しい時に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, さもなければ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]

```

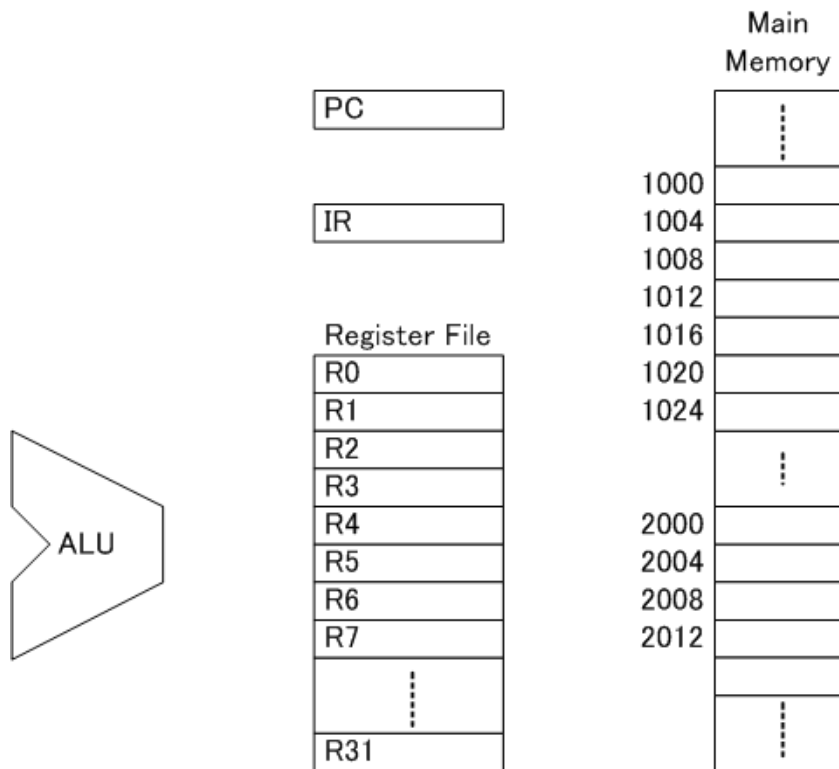
Loop:      LW   R3, 0(R5)      --①
           LW   R4, 4(R5)    --②
           ADD  R1, R1, R3    --③
           ADD  R2, R2, R4    --④
           ADD  R6, R1, R2    --⑤
           SW   R6, 0(R5)    --⑥
           BEQ  R6, R7, Loop --⑦
           ADD  R0, R0, R0    --⑧
    
```

- 1-1) アセンブラーコード①、②のロード命令はどのような動作を行っているか説明せよ。(5点)  
 1-2) アセンブラーコード⑥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。ただし⑦のBEQ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。(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10ns, 12ns, 15ns, 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の初期値は0で、R5数値は2000で、2000番地のMain Memory内の数値は1で、2004番地のMain Memory内の数値は100あったとして、ループ実行1回目のアセンブラーコード⑤実行時と、⑥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) 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の値はいくつか？

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。この即値で示すことのできる数値の範囲を示せ。

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		
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		
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)

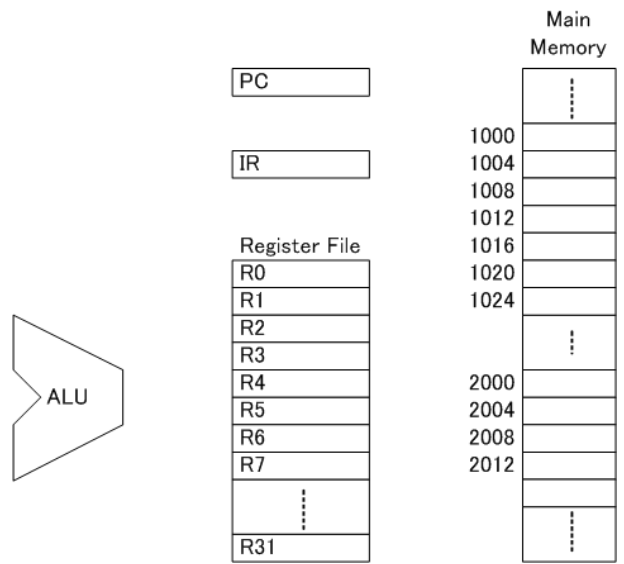
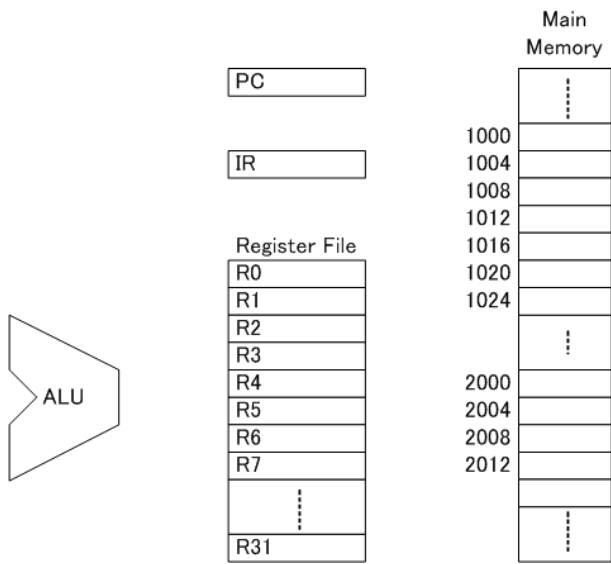
2-2)

2-3)

2-4)

3) ADD R6, R1, R2 --⑤

SW R6, 0(R5) --⑥



4-1)

4-2)

4-3)

4-4)

4-5)

4-6)