

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。また、すべての変数は32ビットとし、配列saveの先頭アドレス&save[0]は2000番地であり、Cコードの変数iは、i=0の初期値をもっていたとする。以下の問いに答えよ。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
	shift left logical	SLLI R1,R2,2	R1 <= R2 << 2	数値分左シフト(この例では2ビット左シフト)
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	等しくない時に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]

[Cコード]

```
WHILE ( save[i] == k )
    i = i + 1;
```

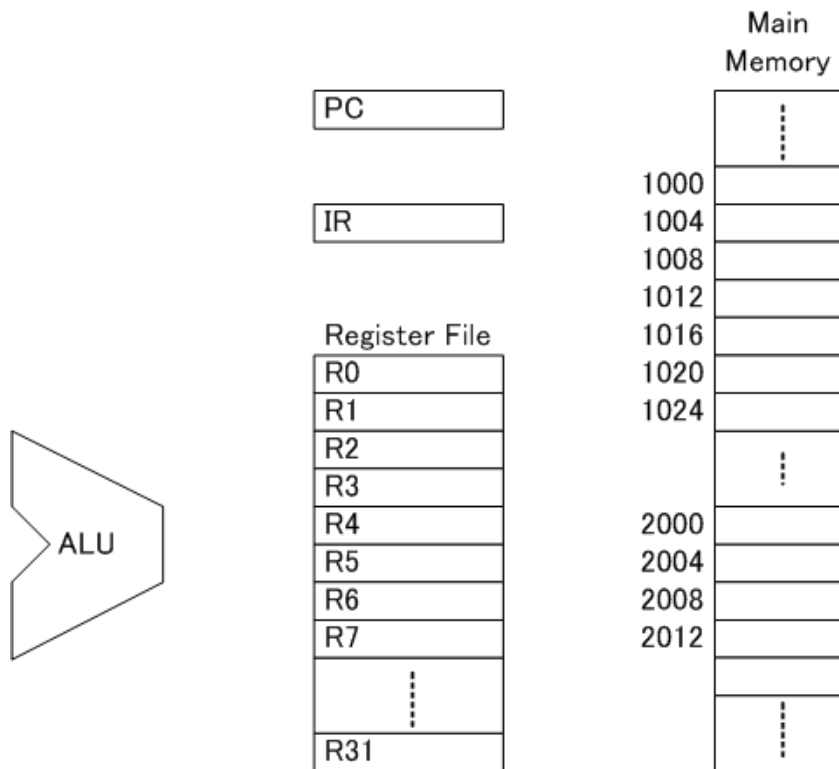
```
LOOP1:  SLLI R7, R1, 2    --①
        ADD  R7, R7, R4  --②
        LW   R6, 0(R7)  --③
        BNE  R6, R3, EXIT --④
        ADDI R1, R1, 1   --⑤
        J    LOOP1      --⑥
EXIT:   ADD  R0, R0, R0  --⑦
```

- 1-1) レジスタR1はCコードの配列インデックスiに対応している。アセンブラーコード①のSLLIは即値の数値分R1の値を左シフトして、R7を計算しているが、このR7の値をiで示せ。(5点)
- 1-2) ③のLW命令ではsave[i]の配列の値をメインメモリより読み出してR6に保存しているが、②の命令のR4の値は何か。(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④のBNE命令は分岐予測なしで、1回目の実行時にNOT TAKENとなり、2回目の実行時にTAKENであったと仮定する。(10点)
- 1-4) 上記1-3)のパイプライン動作図において、④のBNE命令でのコントロールハザード短縮のため教科書図4.14に示される2ビット予測器を用いたとする。この2ビット予測器を用いた場合には、J命令と同様にDステージでPCが確定するとする。この2ビット予測器の初期値は"01"であると仮定すると、上記①~⑦の実行時完了時には、トータル何サイクルの短縮になるか。(5点)
- 1-5) 1-4)の2ビット予測器の値の、命令⑦が実行されるまでの推移を示せ。(5点)

2) (5点x4=20点) あるプロセッサの実行を、5段パイプライン(IFステージ、IDステージ、EXステージ、MEMステージ、WB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8ns, 15ns, 22ns, 20ns, 10ns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、5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、最小クロック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7行のアセンブラーコードがMain Memoryの1000番地から1027番地に記憶されていたとする。ループ実行1回目のアセンブラーコード③LW命令実行時と、④BNE命令実行時のデータの流れ等を矢印で、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3.3/3.6(a)を参考にして、問1)の③ LW命令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。(不明な部分は不明でもよい)

4-2) 問1)のアセンブラーコードが、問3)のように主記憶に格納されている場合、アセンブラーコード④の “BNE R6, R3, EXIT ”のEXITに入る実際の数値はいくらか？

4-3) サブルーチンの中で宣言される変数は、通常はスタック領域に確保され、サブルーチンがリターンして、終了するとそのスタックの変数は利用することができない。あるサブルーチン内で宣言される変数Aが、そのサブルーチンが終了後に、再度サブルーチンが呼ばれたときに、以前の同じ変数Aの値を利用できるようにするには、どのようにすべきか？ またすることはできるのか？

4-4) 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。

4-5) 教科書図2.4に種々の半導体メモリの表があるが、ひとつの半導体メモリを表から選び、そのメモリが使用されている身近な製品の例をあげよ。

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)

ここに命令右の○付き番号を示せ!



	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																																										
19																																										
20																																										

1-4)

1-5)

2-1)

2-2)

2-3)

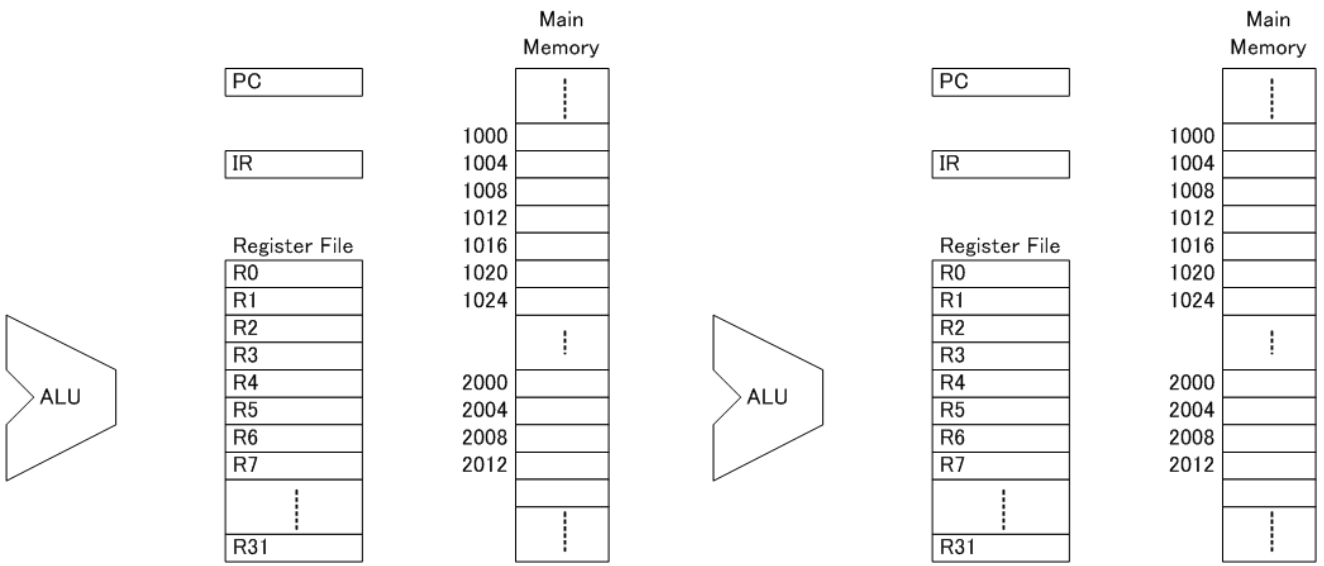
2-4)

3)

LW R6, 0(R7)

--③

BNE R6, R3, EXIT --④



4-1)

4-2)

4-3)

4-4)

4-5)

4-6)