

1. 次の文章の空欄に適切な言葉を、語群から記号で答えなさい。(1点×30問＝30点)

オペレーティングシステムの第1の役割は、(1)の機能を拡張した使いやすい(2)を提供することである。第2の役割はCPU、主記憶、2次記憶、周辺装置等を複数のプログラムで効率良く、かつ、矛盾なく使用できるような(3)機能を提供することである。

オペレーティングシステムは、限られた数のハードウェア資源を多重化し、必要数の資源を仮想的に作りだす。多重化の方法には、時間を区切って割り当てる (4) 多重化方式と、アドレス範囲等で区切って割り当てる (5) 多重化方式がある。一般に (6) には (4) 多重化方式が、(7) には (5) 多重化方式が用いられる。(8) には両方の多重化方式が用いられる。オペレーティングシステムが仮想的に作り出す資源は、ハードウェア資源と全く同じである必要が (9) 。そこで、より使いやすく (10) の高い資源として提供する。

一般にプロセスの状態は「実行中」、「実行可能」、「待ち状態」の3つである。(11a)から(11b)への状態遷移は、プロセスが入出力開始を要求したり、資源確保を要求したりしたときに生じる。つまり、プロセスが自らの操作、より具体的に言うと上記の要求をする(12)を実行することによって生じる。

(13a) から (13b) への状態遷移は、より優先度の高いプロセスが出現したり、プロセスが自分のクオンタムタイムを使い切った時に生じる。この遷移は (14) と呼ばれる。

(15a) から (15b) への状態遷移は、入出力完了、タイマーや他プロセスからの通知等の (16) により生じる。

(17a) から (17b) への状態遷移は、プロセスが (18) プログラムにより CPU を割り当てられた時に生じる。

プロセス (ユーザプログラム) 実行中に割込が発生すると、まず (19) が保存される。次に CPU の実行モードが (20) モードに切り換えられる。最後に (21) ルーチンにジャンプする。これらはハードウェアにより自動的に行われる。 (21) ルーチンは割込原因を解析し原因に対応するサービスルーチンにジャンプする。サービスルーチンの実行が終了すると (22) プログラムによりプロセスが再開される。

複数のプロセスが同時に実行できる環境ではプロセス間の相互交渉に注意が必要である。相互交渉には、プロセスが互いに資源を取り合うような場合に発生する (23)、プロセスが情報交換しながら協力し合って処理を進める (24)、知らないうちに他のプロセスから受ける (25) の3つに分類できる。(23)が発生するようなプログラムの部分は (26) と呼ばれ、(23)を解決するために (27)を必要とする。

セマフォは (28) ウェイティングを用いないプロセス間の同期機構である。 (26) の入口で (29) を出口で (30) を使用することで、 (27) を実現する。

語群：(あ) CPU、(い) PSW、(う) P 命令、(え) V 命令、(お) イベント、

(か) カーネル、(き) クリティカルセクション、(く) システムコール、(け) ディスク装置、(こ) ディスパッチャ、

(さ) ハードウェア、(し) ビジー、(す) プリエンプション、(せ) ある [(9) の候補]、(そ) ない [(9) の候補]、

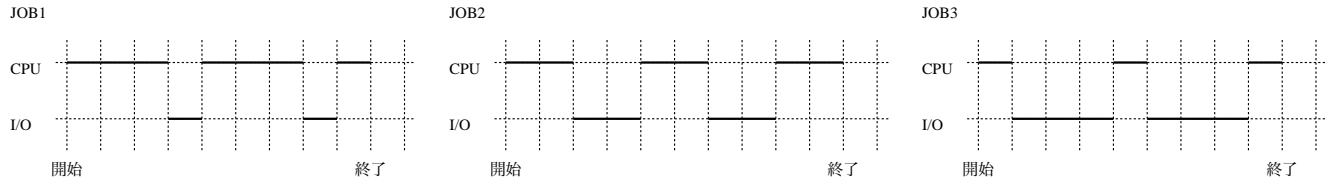
(た) 仮想 (拡張) マシン、(ち) 干渉、(つ) 競合、(て) 協調、(と) 資源管理、

(な) 時分割、(に) 主記憶、(ぬ) 実行可能、(ね) 実行中、(の) 抽象度、

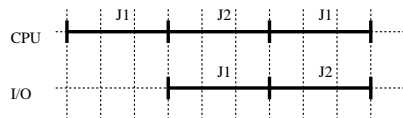
(は) 排他制御、(ひ) 待ち状態、(ふ) 領域分割、(へ) 割込みハンドラ

[illegible]

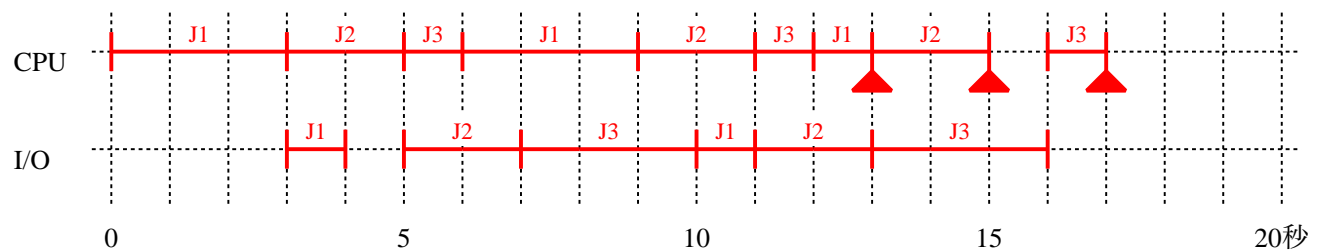
2. 次の図のように計算 (CPU) と入出力 (I/O) 処理を行う 3つのジョブを, CPU と I/O のマルチサーバシステムで実行した時の様子と, 平均ターンアラウンド時間を答えなさい. なお, 使用するスケジューリング方式は FCFS と SRPT の 2 種類, ジョブは, JOB1, JOB2, JOB3 の順に時刻 0 に到着したとする. また, I/O のスケジューリング方式は, 常に FCFS が用いられるものとする. ((図 8 点+時間 2 点) × 2 問=20 点)



解答の記入例:

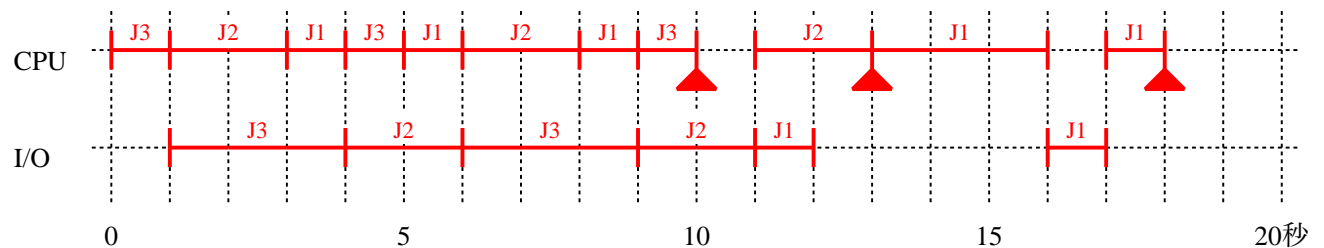


(1) FCFS



平均ターンアラウンド時間 15.0 秒

(2) SRPT



平均ターンアラウンド時間 13.7 秒

3. 二つのプロセスの実行結果について答えなさい。(3 点×5 問=15 点)

```
// プロセス A
...
(A) LD GO, NUM
(B) ADD GO, #1
(C) ST GO, NUM
...
```

```
// プロセス B
...
(a) LD GO, NUM
(b) SUB GO, #1
(c) ST GO, NUM
...
```

(1) A,B,C,a,b,c の順に命令が実行された場合、実行後の NUM の値を答えなさい。なお、NUM の初期値は 5 とする。

NUM の最終値 5

(2) A,B,a,b,c,C の順に命令が実行された場合、実行後の NUM の値を答えなさい。なお、NUM の初期値は 5 とする。

NUM の最終値 6

(3) このように実行順序で結果が正しくなくなるプログラムの部分を何と呼びますか。

クリティカルセクション

(4) 排他制御のために (3) の前に置くプログラムの部分を何と呼びますか。

エントリーシーケンス

(5) 排他制御のために (3) の後ろに置くプログラムの部分を何と呼びますか。

イクシットシーケンス

4. 次のような CPU の場合について答えなさい。(5 点×3 問=15 点)

次のような機械語命令を備えているものとします。

INC 命令: INC M ($[M] \leftarrow [M] + 1$)

DEC 命令: DEC M ($[M] \leftarrow [M] - 1$)

(1) シングル CPU のシステムでは、この命令を用いることで 3. のような問題が発生しない。理由を簡単に説明しなさい。

3. のようなプログラムの場合、INC、DEC 命令を用いると 1 命令でクリティカルセクションが終了する。プロセス切換えのきっかけとなる割込は命令の途中では受け付けられない。よって、クリティカルセクションの途中でプロセスが切換わることがないので 3. のような問題は生じない。

(2) マルチ CPU のシステムでは 3. のような問題が発生します。理由を簡単に説明しなさい。

INC、DEC 命令はどちらも 2 回のメモリアクセスを行う。2 回のメモリアクセスの間に他の CPU が NUM を参照すると 3. と同じ問題が発生する。

(3) マルチ CPU システムでもシングル CPU システムと同じように問題が発生しないようにするには INC、DEC 命令の振舞いにどのような条件が必要か、簡単に説明しなさい。

INC、DEC 命令実行中の 2 回のメモリアクセス間に他の CPU がメモリをアクセスできないようにする必要がある。INC、DEC 命令を実行する CPU は、実行開始時にメモリバスの使用権を取得し、その後、2 回目のアクセスが完了するまで使用権を返却しないようにする等の制約を設ける必要がある。

5. セマフォに関する問題について答えなさい。

(1) 次は単一プロデューサ・単一コンシューマ問題の解です。空欄に適切なプログラムの部分を答えなさい。(2点×5問=10点)

```
// 共有データ等
// セマフォS、(A)は初期値
Sem S = ***(A)***;
// セマフォM、(B)は初期値
Sem M = ***(B)***;
// メッセージ(データ)のバッファ
Mes BUF[N];
```

```
//プロデューサ
int i = 0;
while (true) {
    メッセージ作成する;
    P(S);
    BUF[i] = メッセージ;
    ***(C)***
    i = (i+1) % N;
}
```

```
//コンシューマ
int j = 0;
while (true) {
    ***(D)***
    メッセージ = BUF[j];
    ***(C)***
    メッセージを使用する;
    j = (j+1) % N;
}
```

(A) N (B) 0

(C) V(M);

(D) P(M);

(E) V(S);

(2) 次は複数プロデューサ・複数コンシューマ問題の解の一部です。空欄に適切なプログラムの部分を答えなさい。なお、空欄の中に一つだけ複数の命令を答えるものがある。(各基本2点、答えが複数命令になるものだけ4点=合計10点)

```
// プロデューサ間の共有データ等
// セマフォA、(A)は初期値
Sem A = ***(A)***;
int i = 0;
```

```
// プロデューサ
while (true) {
    メッセージ作成する;
    ***(B)***
    BUF[i] = メッセージ;
    ***(C)***
    i = (i+1) % N;
    ***(D)***
}
```

(A) 1

(B) P (A) ; P (S) ;

(C) V (M) ;

(D) V (A) ;