オペレーティングシステム I 令和２年度 後期末試験

(2021.02.05 重村 哲至)　　IE4　　＿＿＿番　氏名＿＿＿＿＿＿ 模範解答 ＿＿＿＿＿＿

1　語句に関する問題

次の文章の空欄に最適な言葉を語群から記号で答えなさい．ただし，以下ではプロセスとスレッドを同じ意味で使っている場合がある．また，空欄 (9)，(10)，(23) は候補が指定されているので注意すること．

(1 点 ×30 問＝ 30 点)

複数のスレッドが **(1)** を共有して処理を進める時，**(2)** が発生し正しい結果にならない可能性がある．**(2)** が発生する可能性があるプログラムの部分は **(3)** と呼ばれる．同時に複数のスレッドが **(3)** に入らないように **(4)** を行う必要がある．**(5)** プロセッサシステムでは，**(3)** 実行中は割込みを禁止することで **(4)** ができる．

(6) はカウンタとスレッドの待ち行列を持つデータ型である．**(6)** には，カウンタの値を減らす **(7)** と，増やす **(8)** を行うことができる．カウンタの値が **(9)** のとき **(7)** を行うとスレッドは待ち行列に加えられる．初期値が **(10)** のセマフォを用いて **(4)** を行うことができる．クリティカルセクションの **(11)** セクションで **(7)**，**(12)** セクションで **(8)** を行う．

リーダ・ライタ問題では，**(1)** の変更を行わないスレッドを **(13)** スレッド，行うスレッドを **(14)** スレッドと呼ぶ．**(13)** スレッドは **(1)** に **(15)** ロックをかけ，**(14)** スレッドは **(1)** に **(16)** ロックをかけることで，安全かつ効率よく **(1)** を共有することができる．

授業で紹介した UNIX の共有メモリ機構では，システムコールを用いて共有メモリセグメントの **(17)** と仮想アドレス空間への **(18)** を行う．**(18)** が終わった後はシステムコールを使用することなくデータの読み書きができる．

メッセージ通信機構には通信相手を，プロセス番号などで指定する **(19)** 方式と，リンク番号などで指定する **(20)** 方式がある．また，メッセージの種類を表すための **(21)** を付加する方式と付加しない方式がある．

モニタはリソース管理用の機能と制約を持った **(22)** データ型である．モニタはデータと手続きなどを持つ．データはモニタの外部から直接アクセスすることが **(23)**．モニタの外部から呼び出すことができる手続きは，**(24)** の働きにより排他的に実行される．**(25)** には wait と signal の二つの操作ができる．wait 操作を行ったスレッドは **(24)** を外した後で，**(25)** の **(26)** に加えられる．signal 操作は **(25)** の **(26)** のスレッドを一つ実行可能にする．実行可能になったスレッドは **(27)** 実行される．

デッドロックの原因は，スレッドが資源を確保したまま待ち状態になる **(28)** や循環待ちである．循環待ちが発生しないようにするには，資源の確保 **(29)** にルールを決めることが有効である．しかし，**(30)** の場合のようにルールが決められない場合もある．

(9 の候補)：
(あ) ゼロ，(い) ゼロより小さい，(う) ゼロより大きい

(10 の候補)：(え) 0，(お) 1，(か) 2

(23 の候補)：(き) できる，(く) できない

(その他の候補)：(け)P 操作，(こ)V 操作，
(さ) エグジット，(し) エントリー，(す) ガード，
(せ) クリティカルセクション，(そ) シングル，
(た) セマフォ，(ち) タグ，(つ) マルチ，(て) ライタ，
(と) リーダ，(な) 確保待ち，(に) 間接指定，(ぬ) 競合，
(ね) 共有，(の) 作成，(は) 資源，(ひ) 条件変数，
(ふ) 食事する哲学者問題，(へ) 順序，(ほ) 相互排除，
(ま) ただちに，(み) 抽象，(む) 直接指定，
(め) 排他，(も) 配置（貼り付け），(や) 待ち行列

(1)	(は)	(2)	(ぬ)	(3)	(せ)	(4)	(ほ)
(5)	(そ)	(6)	(た)	(7)	(け)	(8)	(こ)
(9)	(あ)	(10)	(お)	(11)	(し)	(12)	(さ)
(13)	(と)	(14)	(て)	(15)	(ね)	(16)	(め)
(17)	(の)	(18)	(も)	(19)	(む)	(20)	(に)
(21)	(ち)	(22)	(み)	(23)	(く)	(24)	(す)
(25)	(ひ)	(26)	(や)	(27)	(ま)	(28)	(な)
(29)	(へ)	(30)	(ふ)				

オペレーティングシステムⅠ 令和２年度 後期末試験

(2021.02.05 重村 哲至)　　IE4　　＿＿＿番　氏名＿＿＿＿模範解答＿＿＿＿

2　クリティカルセクション

1. 次の TeC 風のアセンブリ言語で記述したプログラムを２つのスレッドが実行します．実行後の NUM の値を答えなさい．(5 点 ×3 問=15 点)

```
                        NUM   DC  1     // 共有変数NUM（初期値=1）
        ...                                   ...
(1)     LD    GO,NUM                    (a)   LD    GO,NUM
(2)     ADD   GO,#1                     (b)   SUB   GO,#1
(3)     ST    GO,NUM                    (c)   ST    GO,NUM
        ...                                   ...
```

(a) NUM=1 のとき，スレッド 1 が，まず (1)，(2)，(3) を実行し，その後で，スレッド 2 が (a)，(b)，(c) を実行した場合

実行後の NUM の値 ＿＿1＿＿

(b) NUM=1 のとき，スレッド 1 が (1) を実行した時点でプリエンプションが発生し，スレッド 2 が (a)，(b)，(c) を実行した後で，スレッド 1 が再開され (2)，(3) を実行した場合

実行後の NUM の値 ＿＿2＿＿

(c) NUM=1 のとき，スレッド 2 が (a) を実行した時点でプリエンプションが発生し，スレッド 1 が (1)，(2)，(3) を実行した後で，スレッド 2 が再開され (b)，(c) を実行した場合

実行後の NUM の値 ＿＿0＿＿

2. 前の TeC 風プログラムを次のように改良しました．問に答えなさい．(5 点 ×2 問=10 点)

```
                        NUM   DC  1     // 共有変数NUM（初期値=1）
        ...                                   ...
(0)     DI                              (x)   DI
(1)     LD    GO,NUM                    (a)   LD    GO,NUM
(2)     ADD   GO,#1                     (b)   SUB   GO,#1
(3)     ST    GO,NUM                    (c)   ST    GO,NUM
(4)     EI                              (y)   EI
        ...                                   ...
```

(a) (0) の命令は何をする命令か答えなさい．

＿＿割り込みを禁止する命令＿＿＿＿＿＿＿＿

(b) 改良が有効なシステムの条件を答えなさい．

＿＿シングルプロセッサシステムであること＿＿＿＿

オペレーティングシステムⅠ 令和２年度 後期末試験

(2021.02.05 重村 哲至)　　IE4　　＿＿＿番　氏名＿＿＿＿模範解答＿＿＿＿

3　セマフォを用いたスタック

次の C 言語風のプログラムは，複数のスレッドが安全に使用できるスタックをセマフォを用いて作ろうとしたものです．問に答えなさい．

```
1  int sp = 0;                  // スタックポインタ
2  int stk[N];                  // スタック用配列
3  Semaphore emptySem = N;      // 初期値Nのセマフォ
4  Semaphore fullSem = 0;       // 初期値0のセマフォ
5  void push(int n) {
6    P(__(A)__);
7    stk[sp] = n;
8    sp++;
9    V(__(B)__);
10 }
11 int pop(void) {
12   P(__(C)__);
13   sp--;
14   int n = stk[sp];
15   V(__(D)__);
16   return n;
17 }
```

1. 空のスタックからデータを取り出したり，満杯のスタックにデータを追加したりしないように空欄を埋めなさい．(4 点 ×4 問=16 点)

   (A)：＿＿& emptySem＿＿

   (B)：＿＿& fullSem＿＿

   (C)：＿＿& fullSem＿＿

   (D)：＿＿& emptySem＿＿

2. このプログラムでは sp 変数，stk 配列の操作で競合が発生します．解決方法を考えなさい．

   (a) セマフォを追加する必要があります．追加するセマフォの初期値を答えなさい．(3 点)

   新たなセマフォの初期値：＿＿1＿＿

   (b) 新しいセマフォに P 操作をすべき 2 箇所を行番号で答えなさい．(3 点)

   ＿＿6＿＿行の直後

   ＿＿１２＿＿行の直後

   (c) 新しいセマフォに V 操作をすべき 2 箇所を行番号で答えなさい．(3 点)

   ＿８（９）＿行の直後

   ＿１４（１５）行の直後

オペレーティングシステムⅠ 令和２年度 後期末試験

(2021.02.05 重村 哲至)　　IE4　　＿＿＿番　氏名＿＿＿＿＿＿模範解答＿＿＿＿＿＿

4　モニタ

次は，プリンタの出力が混ざらないように制御するモニタです．教科書で使用した仮想言語で記述してあります．条件変数には signal() と wait() の操作ができるものとします．

```
1  monitor Printer {
2    boolean busy = false;      // プリンタ使用中
3    Condition want;            // 使用可能待ち用条件変数
4
5    void open() {
6      if (busy) {
7        ___(A)___
8      }
9      ___(B)___
10   }
11
12   void close() {
13     System.printer.newPage(); // プリンタを改ページ
14     busy = false;
15     want.signal();
16   }
17
18   void print(String s) {      // プリンタに１行出力
19     System.printer.println(s);
20   }
21 }
22
23 // プリンタ制御用モニタのインスタンスを作る
24 Printer prn = new Printer();
25
26 // プリンタ使用者１のプログラム例
27 ...
28 prn.open();
29 prn.print("User1");
30 prn.print("User1");
31 ...
32 prn.close();
33 ...
34
35 // プリンタ使用者２のプログラム例
36 ...
37 prn.open();
38 prn.print("User2");
39 prn.print("User2");
40 ...
41 prn.close();
42 ...
```

1. プログラム中の空欄を埋めなさい．
(3 点 ×2 問=6 点)

(A)：＿want.wait();＿

(B)：＿busy = true;＿

2. 14 行と 15 行の内容を逆にしても良いか？ 理由も含めて答えなさい．(4 点)

逆にしてはならない．open で待っているプロセスがある場合，want.signal() の直後に 9 行が実行され，その後で busy=false が実行される．待っていたプロセスがプリンタを open したにも拘わらず busy が false に設定されてしまう．

3. このモニタの open()，close() 手続きの代用として使用できる open()，close() 関数を C 言語風の言語（「３．セマフォを用いたスタック」と同じ言語）とセマフォを用いて記述したものです．空欄を埋めなさい．
(A=4 点，B=3 点，C=3 点，合計 10 点)

```
Semaphore s = ___(A)___;
void open() {
  ___(B)___
}
void close() {
  newPage();          // プリンタを改ページ
  ___(C)___
}
```

(A)：＿1＿

(B)：P(& s);

(C)：V(& s);