

## オペレーティングシステム 演習問題 (No.6) 解答例

1. 単一プロセッサのマルチプログラミング環境で、次の2個のプロセス P1 と P2 が並行に動作している場合を考える。

P1		P2	
i = 1;	(1)	wait(s2);	(9)
wait(s1);	(2)	j = buffer;	(10)
buffer = i;	(3)	signal(s1);	(11)
signal(s2);	(4)	/* j を出力 */	
i = i+1;	(5)	wait(s2);	(12)
wait(s1);	(6)	j = buffer;	(13)
buffer = i;	(7)	signal(s1);	(14)
signal(s2);	(8)	/* j を出力 */	

上のプログラムで、i, j, buffer は整数型変数、s1, s2 はセマフォ (初期値は、s1=1, s2=0) であり、buffer, s1, s2 は P1 と P2 で共有されているものとする。また、wait と signal はセマフォについての操作であり、それぞれ次のような動作をする。

wait(s): セマフォsの値が正なら値を1減らして次の文へ進む。sの値が0ならプロセスをブロックする。プロセスがウェイクアップされた後、実行が再開される時は、wait操作の次から実行される。

signal(s): 以前にセマフォsでwaitを実行してブロックしているプロセスがあるとき、そのプロセスのうち1個をウェイクアップする。ブロックしているプロセスがないときは、sの値を1増やす。

このとき、以下の問に答えなさい。ただし、以下では初期状態としてプロセスP1, P2が共に実行可能キューにつながれており、最初にP1がディスパッチされて(1)が実行されるものとする。また、プロセスのスケジューリングでは横取りはなく、wait操作以外でプロセスのブロックは生じないものとする。

- 1) プロセス P1, P2 の文 (1) ~ (14) の実行の順番はどのようになるか答えなさい。
- 2) P1, P2 では2個のセマフォs1, s2が使われているが、もしセマフォs1だけにする (すなわち、(4),(8),(9),(12)の行のs2をs1に置き換える) と、実行の順番はどのようになるか答えなさい。
- 3) P2 でs1とs2を入れ替えて、(9), (12)の行をwait(s1)に、(11), (14)の行をsignal(s2)に置き換えると、P1, P2の実行はどのようになるか答えなさい。

## 解答例

- 1) (1), (2), (3), (4), (5), (6), (9), (10), (11), (12), (7), (8), (13), (14)
- 2) (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12), (13), (14)、となり(7)でP2がbufferの値を読む前に、P1が書き換えてしまう。
- 3) (1), (2), (3), (4), (5), (6), (9)の後、デッドロックとなる (単にプロセスがブロックすると答えるだけでは不十分で、「デッドロック」となる場合は必ずそのように解答すること)。

2. 次の状況でのプロセス P5 の資源の要求 (0 3 0) は割り付け可能か、さらに割り付け後の資源割り付け状況は安全かどうか検査しなさい。

資源型 j	Allocation			Max			Need			Available		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
プロセス												
P1	0	1	0	7	5	3	7	4	3			
P2	2	0	0	3	2	2	1	2	2			
P3	3	0	2	9	0	2	6	0	0			
P4	2	1	1	2	2	2	0	1	1			
P5	0	0	2	4	3	3	4	3	1			

## 解答例

プロセス P5 の資源の要求 (0 3 0) は、必要資源の最大個数 (Need) より小さく、かつ、利用可能な資源の個数 (Available) よりも小さいので割り付け可能である。

この割り付けを行うと資源割り付け状況は次のように更新される (P1 ~ P4 は変化なしなので省略)。

資源型 j	Allocation			Max			Need			Available		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
プロセス												
P5	0	3	2	4	3	3	4	0	1	3	0	2

このとき、安全状態の検査をすると、資源を割り付けできる安全なプロセスの系列が存在しない。このため、P5の要求(0 3 0)は許可されない。