

# オペレーティングシステムⅡ 令和6年度 前期中間試験

(2024.05.30 重村 哲至)

IE5

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。(1点 × 30問 = 30点)

プログラムの命令は次の手順で実行される。

① CPU は PC の値を (1) として主記憶に送る。

② 主記憶は (1) 番地の (2) を CPU に送り返す。

③ CPU は送り返された (2) を命令として実行する。

③では主記憶のデータを読み書きすることもある。この時のデータのアドレスは (3) アドレスと呼ばれる。

(4) は CPU と主記憶の間に位置し、主記憶保護や仮想記憶を実現するために必要な機能を提供する。仮想記憶は2次元のアドレスを用いる (5) や主記憶を一定サイズのブロックに分割して管理する (6) により実現される。

ページング方式では、仮想アドレスに含まれる (7) 番号を物理アドレスの (8) 番号に変換するために (9) を用いる。(9) は (10) ごとに用意し、(10) が切り換わるたびに (9) も切り換える必要がある。なお、システム内で唯一の (9) を用いる (11) 方式のものもある。変換の度に (9) を参照すると時間がかかりすぎるので、変換結果は (4) 内部の (12) にキャッシュする。

ページング方式では、全てのフレームが等価であるので (13) フラグメンテーションは生じない。また、フレームからフレームに内容を移動する必要もないので、(14) は必要ない。しかし、必要なメモリサイズがページサイズの整数倍とは限らないので、(15) フラグメンテーションは生じる。

(11) 方式を除き、(9) が大きくなりすぎて実用にならない場合がある。そこで (16) の (9) が用いられる。仮想アドレス空間の使用していない領域に対応する (17) 以降の (9) を省略することで、(9) に使用する主記憶を節約する。

ページング方式を用いた仮想記憶では、ページが主記憶に存在しない時、対応するページテーブルエントリの (18) をゼロにしておく。このページをプロセスがアクセスすると (19) が発生し制御が OS に切り換わる。OS はアクセスされたページをストレージから (20) してプロセスの実行を再開する。ページがアクセスされた時点で (20) を行う方式は (21) と呼ばれる。

(20) する際にフレームが不足する場合は、どれかのページを (22) して空きフレームを作る必要がある。(22) するページを選択する (23) アルゴリズムは、将来、使用される可能性が低いページを選択する必要がある。

プログラム実行中、全てのページが均等にアクセスされ続けることはない。短い時間に着目したとき一部の連続ページにアクセスが集中する性質は、(24) 局所性と呼ばれる。また、あるページに着目したとき、ある連続した時刻にアクセスが集中する性質

は、(25) 局所性と呼ばれる。

プログラム実行中のある時間にアクセスされるページの集合は、その時間の (26) と呼ばれる。プログラムの実行が進むに応じて (26) が変化する現象は (27) 現象と呼ばれる。(26) が大きくなりすぎて主記憶に入り切らなくなると、(20) と (22) が繰り返されシステムの性能が急激に悪化する。このとき (28) が発生している。

ページのコピーが必要になった時、コピー元とコピー先の両方のページを同じフレームにマッピングしておき、両者に違いが生じる時にフレームをコピーする方法は (29) と呼ばれる。違いが生じるのはページに書き込みが発生するときなので、最初は両方のページの保護属性を書き込み (30) に設定しておく。

語群：

(あ) 2 段目、(い) Copy on Write,

(う) MMU(Memory Management Unit), (え) swap-in,

(お) swap-out, (か) TLB(Translation Look-aside Buffer),

(き) V ビット, (く) アドレス, (け) スラッシング,

(こ) セグメンテーション, (さ) データ,

(し) デマンドページング, (す) フェーズ化, (せ) フレーム,

(そ) プロセス, (た) ページ, (ち) ページテーブル,

(つ) ページフォルト (page fault), (て) ページング,

(と) ページ置き換え, (な) メモリコンパクション,

(に) ワーキングセット, (ぬ) 外部, (ね) 逆引き, (の) 禁止,

(は) 空間的, (ひ) 時間的, (ふ) 実効, (へ) 多段, (ほ) 内部

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

# オペレーティングシステムⅡ 令和6年度 前期中間試験

(2024.05.30 重村 哲至)

IE5

\_\_\_\_ 番 氏名

模範解答

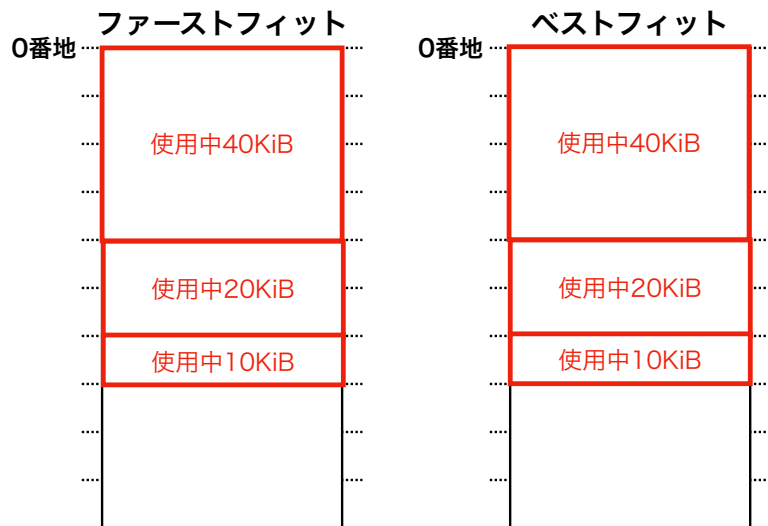
## 2 可変区画方式

100KiB の空き領域を可変区画方式で管理しているシステムがあるとします。最初は 100KiB 全体が空き状態とします。

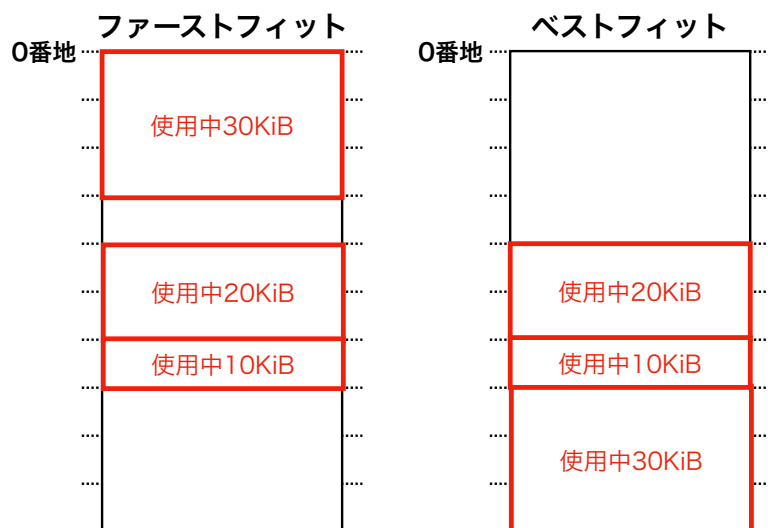
注意：以下の問で領域を分割してメモリ割付する場合は、0 番地に近い側の領域を使用するものとします。

以下の操作を順に行った時のメモリマップを、ファーストフィット方式とベストフィット方式を用いた場合について示しなさい。なお、メモリマップには使用中の領域だけ書き込みなさい。また、空き領域に不必要な区切りを描かないように注意しなさい。(6 点 × 5 問=30 点)

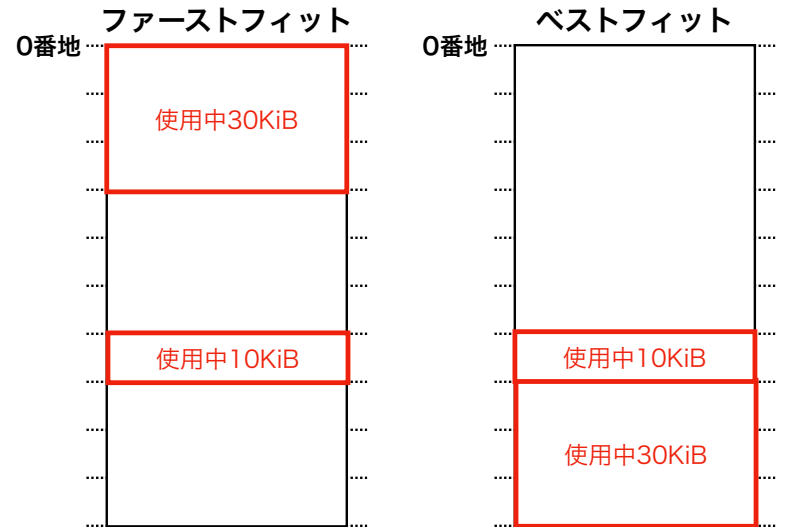
1. 40KiB, 20KiB, 10KiB の領域を順に割り付けた。



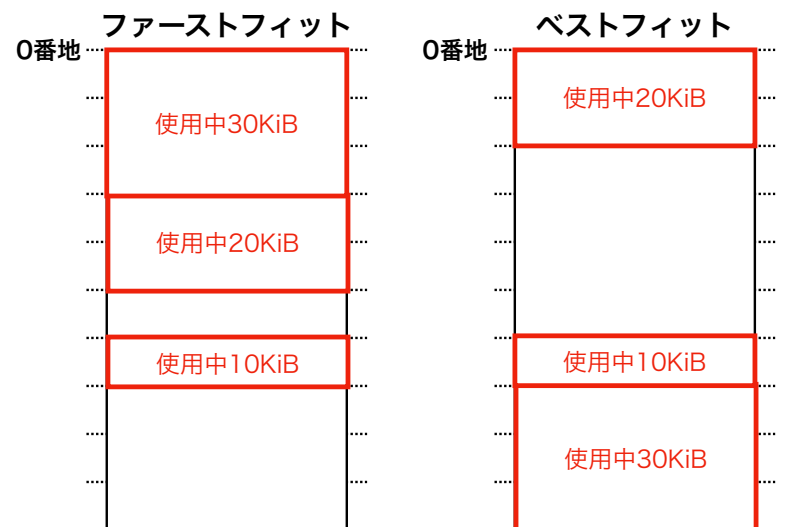
2. 前の操作に続いて、40KiB の領域を解放し、30KiB の領域を割り付けた



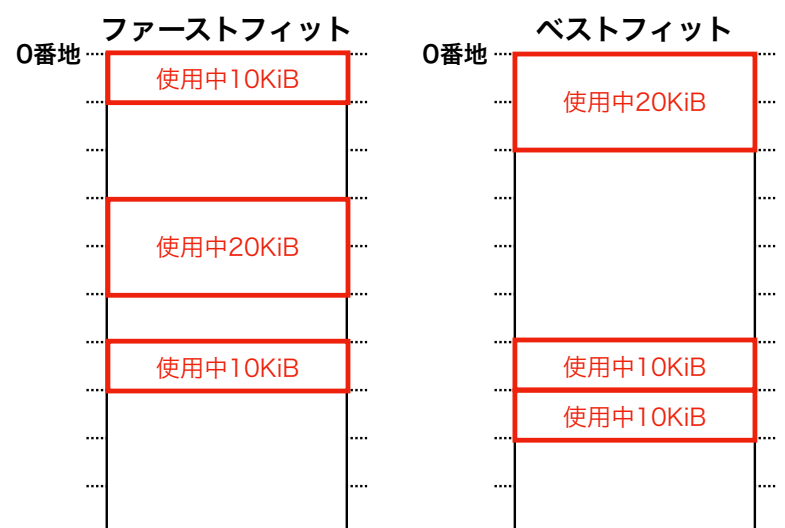
3. 20KiB の領域を解放した。



4. 20KiB の領域を割り付けた。



5. 30KiB の領域を開放し、10KiB の領域を割り付けた。



3 リロケーションレジスタ

次の図のようにプロセスがメモリ上に配置されている。  
(4 点 × 3 問 = 12 点)



1. プロセス2のリロケーションレジスタの値を表す次の表を完成しなさい。

B	0x4000
L	0x2000

2. プロセスの順番を保ったまま 0x0000 番地側に移動する方法でメモリコンパクションを行った時の、プロセス2のリロケーションレジスタの値を表す次の表を完成しなさい。

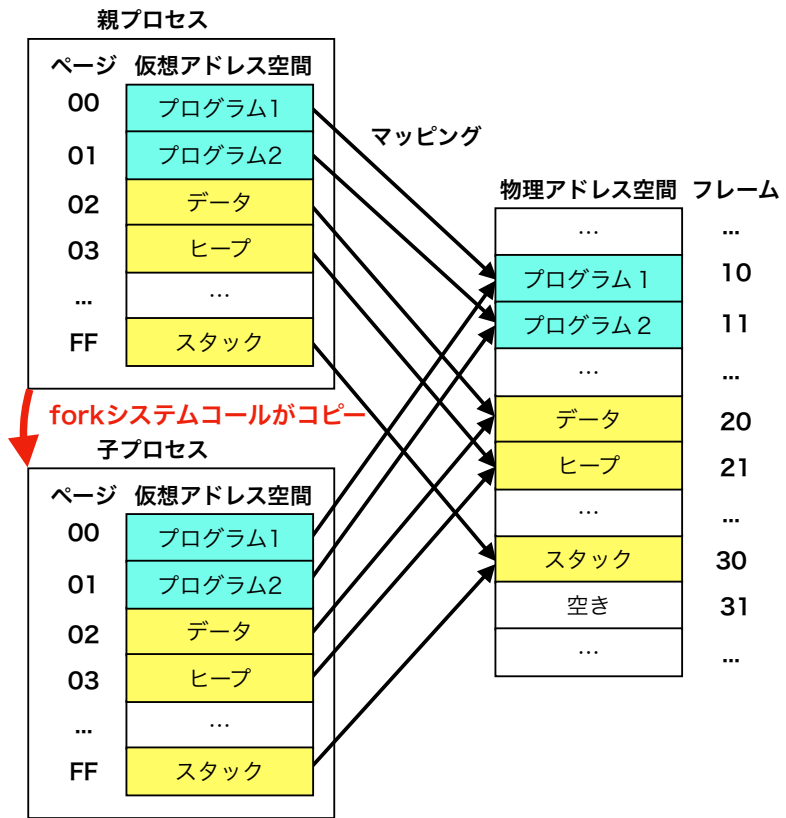
B	0x2000
L	0x2000

3. このメモリコンパクションを行う際に、全体で何バイトのメモリコピーが必要だったか、KiB 単位で答えなさい。

16KiB

4 Copy on Write

次の図は Copy on Write を使用するシステムで fork システムコールを実行した直後のページのマッピングを表しています。このシステムは 1 段のページテーブルを使用しています。



1. 図の状態のときの親プロセスのページテーブル (一部) を完成しなさい。 (4 点)

	v	rwX	f
00	1	r-x	10
01	1	r-x	11
02	1	r--	20
..	...	...	...
FF	1	r--	30

2. スタックが変更され、図中の空きフレームを使用することになりました。空きフレームは子プロセスが使用します。このときの子プロセスのページテーブル (一部) を完成しなさい。 (4 点)

	v	rwX	f
00	1	r-x	10
..	...	...	...
FF	1	rw-	31

5 ページング

バイト毎にアドレス付され、仮想アドレス空間の大きさが  $2^{32}$  バイト、物理アドレス空間の大きさが  $2^{30}$  バイト、2 段のページテーブルを用いるシステムあるとします。  
仮想アドレスは次のようにページ番号 ( $p$ ) とページ内アドレス ( $w$ ) に分割されます。

10bit	10bit	12bit
$p$	$q$	$w$

主記憶に配置されたページテーブルの一部を次の図に示します。1 段目のページテーブルはフレーム 3 に格納されているものとします。

		主記憶		
		$v$	...	$f$
↑ フレーム 3 ↓	0	1		0x00005
	1	1		0x00004
	2	0		0x00005
	⋮	⋮		⋮
	⋮	⋮		⋮
↑ フレーム 4 ↓	0	1		0x00000
	1	1		0x00002
	2	1		0x00006
	⋮	⋮		⋮
	⋮	⋮		⋮
↑ フレーム 5 ↓	0	0		0x00001
	1	1		0x00008
	2	1		0x00007
	⋮	⋮		⋮
	⋮	⋮		⋮

注意：特に指定がない場合は、数は数式ではなく数値で答えること。

1. ページサイズを KiB 単位で答えなさい。(4 点)  
 $w$  が 12 ビットなので、  
 $2^{12} = 4KiB$
2. フレーム番号のビット数を答えなさい。(4 点)  
物理アドレス空間  $2^{30}$  バイト、  
ページ内アドレス 12 ビットより  
フレーム番号のビット数は  
 $30 - 12 = 18$  ビット

3. 以下の仮想アドレスが変換される物理アドレスを 8 桁の 16 進数で答えなさい。(変換できない場合は「変換不可」と答えなさい。)(6 点 × 2 問 = 12 点)

(a) 0x00000000  
= 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000<sub>2</sub>  
= 0000000000 0000000000 000000000000<sub>2</sub>  
より  
 $p = 00\ 0000\ 0000_2$   
 $q = 00\ 0000\ 0000_2$   
 $w = 0000\ 0000\ 0000_2$   
ページテーブル ( $p=0, q=0$ ) から  
2 段目のページテーブルエントリの  $v$  が  
ゼロであることが分かる。  
よって  
変換不可

(b) 0x00401432  
= 0000 0000 0100 0000 0001 0100 0011 0010<sub>2</sub>  
= 0000000001 0000000001 010000110010<sub>2</sub>  
より  
 $p = 00\ 0000\ 0001_2$   
 $q = 00\ 0000\ 0001_2$   
 $w = 0100\ 0011\ 0010_2$   
ページテーブル ( $p=1, q=1$ ) から  
 $f = 0x00002 = 00\ 0000\ 0000\ 0000\ 0010_2$   
 $f$  と  $w$  を結合して  
00 0000 0000 0000 0010 0100 0011 0010<sub>2</sub>  
= 0x00002432