

<FIFO 方式>

		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬
物理ページ	1	4	2	1	5	4	2	3	4	2	1	5	3	5
	2		→	→	→	→	→	3	→	→	→	5	→	→
	3			2	→	→	→	→	4	→	→	→	3	→
	4				1	→	→	→	→	2	→	→	→	→
	4					5	→	→	→	→	→	1	→	→
		☆	☆	☆	☆			☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆
								↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
								4	2	1	5	3	4	

注記 1: \rightarrow は物理アドレス空間の内容に変更がないことを示す。

注記 2: ☆ はページフォールトの発生を示す。

注記 3: \downarrow はページアウトの内容を示す。

図 D 物理ページの個数が 4 の FIFO 方式によるページフォールトの発生

図 E から、ページフォールトの発生回数 (☆の数) は 8 回である。物理ページの個数が 3 のときに比べてページフォールトの回数は 10 から 8 になり、「2 回減る」ので、空欄 e は (エ) が正解である。

<LRU 方式>

		仮想ページの参照順												
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬
物理ページ	1	4	2	1	5	4	2	3	4	2	1	5	3	5
	2	4	→	→	→	4	→	→	4	→	→	→	3	→
	3	2	2	→	→	→	2	→	→	2	→	→	→	→
	4			1	→	→	→	3	→	→	→	5	→	5
					5	→	→	→	→	→	1	→	→	→
		☆	☆	☆	☆			☆		☆	☆	☆		
								↓			↓	↓	↓	
								1			5	3	4	

注記 1: \rightarrow は物理アドレス空間の内容に変更がないことを示す。

注記 2: ☆ はページフォールトの発生を示す。

注記 3: $\frac{1}{w}$ はページアウトの内容を示す。

注記 4: 物理アドレス空間にあるページが参照された場合は、参照からの経過時間が分かるよう、改めて表記している。

図 E 物理ページの個数が 4 の LRU 方式によるページフォールトの発生

考え方としては、自身が午前試験問題を解くときの手法でよいと思うが、ページアウトの内容も示しているので確認してほしい。なお、ページフォールトの発生は実行に必要なデータが物理アドレス空間に存在しない場合にも含まれることに注意する。

【参考】

本設問は FIFO を用いると物理ページの個数が増えても、ページフォールトの発生回数が増える例が示されているが、この現象を Belady の例外という。この例外は特殊な参照パターンの場合に発生するものであり、実用上はほとんど問題ではないことが知られている。