

# さまざまな記憶装置

## 記憶装置の種類

記憶装置とは、データを記憶するもの。USBなど.....

### 主記憶装置 (RAM) Random Access Memory

CPUが直接読み書きを行う記憶装置。メインメモリとも呼ばれる。

命令、データ、実行結果を一時的に保存する場所。

↑ CPUは一度に処理できる量のデータで、一度ここに記憶して、順に実行していく。

CPUの処理能力を超える量のデータも、RAMに保存しておくことで、最終的にはすべて実行できるようになる。

特徴: データを高速に出入りできる。

保存されたデータは、電源を切ると消滅する。

### 補助記憶装置 (ROM) Read Only Memory

主記憶装置を補助するためのストレージ。

主記憶装置は電源を切るとデータが消えてしまうので、電源を切てもデータを保存できる補助記憶装置を利用する。

↑ ここにOSやアプリケーションソフトウェアが保存される。

### 主な補助記憶装置

・HDD (Hard Disk Drive): 磁気ディスクを高速回転させてデータを保存

・SSD (Solid State Drive): 半導体メモリにデータを保存する。

HDDは大容量のものが安価で入手できるが、データの転送が遅く、壊れやすい。

転送中に壊れることもある。

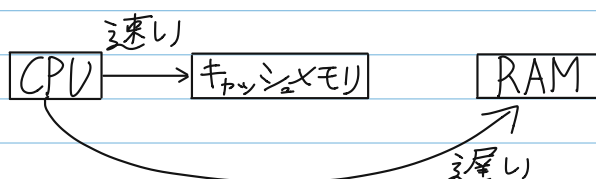
SSDはコストが高い分、半導体メモリなので、RAM同様に、高速でデータ転送ができる他、耐久性も優れている。

### キャッシュメモリ

CPUとRAMの間に位置する記憶装置。

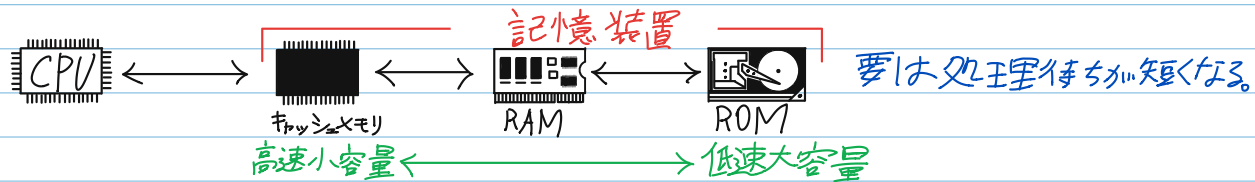
頻繁にアクセスするデータがRAMにあると、取り出すのに時間がかかってしまう。

だからといって汎用性のスタックにも入らない。そんなデータを保存するためにあるのがキャッシュメモリ。



## ・キャッシュメモリ

使い回しなデータが保存される << 速リフラウサルは、キャッシュデータとして、サイトのパーツを保存して読み込みを速くしている。



キャッシュメモリはCPU内部に内部キャッシュメモリ(1次キャッシュ、2次キャッシュ)を配置し、CPU外部に外部キャッシュメモリ(3次キャッシュ)を配置するのが一般的。これを多段キャッシュという。

## ▷キャッシュメモリを使ったデータの読み込み方式

### ・ヒット率

キャッシュメモリはRAMより容量が小さく、容量はRAMの1%にも満たない。なので、キャッシュメモリに頻繁にアクセスするデータが存在するかどうかは確率で決まる。

この確率をヒット率という。逆に、キャッシュメモリ上に必要なデータが存在しない、RAM上に必要なデータがある確率は1-ヒット率  
↑ヒット率が高ければより高速に処理を実行できる。

### ・実効アクセス時間

CPUがRAMとデータをやり取りするときにかかる時間。この時間をアクセス時間という。このアクセス時間はキャッシュメモリを使うことで大幅に短縮できる。

キャッシュメモリを利用したときのアクセス時間を実行アクセス時間という。  
実効とは、キャッシュメモリを用いたときの効果を意味する。

### ・実効アクセス時間の計算式

$$\text{実効アクセス時間} = \text{キャッシュメモリのアクセス時間} \times \text{ヒット率} + \text{RAMのアクセス時間} \times (1 - \text{ヒット率})$$

例: キャッシュメモリへのアクセス時間が20ナノ秒、RAMへのアクセス時間は、580ナノ秒  
ヒット率が0.9のときの実効アクセス時間を求めよ。

$$\begin{aligned}\text{実効アクセス時間} &= 20\text{ナノ秒} \times 0.9 + 580\text{ナノ秒} \times (1-0.9) \\ &= 18 + 580 \times 0.1 \\ &= 18 + 58 \\ &= 76\end{aligned}$$

式中の単位は両方ナノ秒なので  
答えも同じナノ秒が単位になる。

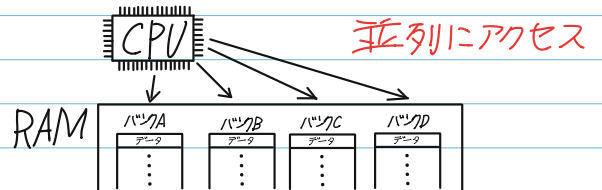
答え: 76ナノ秒

実効アクセス時間の応用問題が出題される。

### ・メモリインタリーブ

CPUからRAMへのアクセスを高速化するために、RAM内部を複数バンクに分割して、各バンクに並行にアクセスすることで。

一か所にかたまるより、少量に分ける方が  
一気にCPUからアクセスできるRAMへのアクセスを  
高速化できる。

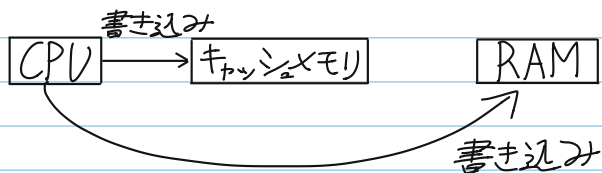


### ・キャッシュメモリを使ったデータの書き込み方式

データの書き込み先にはキャッシュメモリとRAMの2種類がある。  
どちらに書き込むのが効率的なのか、そこで使うのが、以下の方式

#### ・ライトスルー方式

CPUが、キャッシュメモリにデータを書き込む際に、RAMにも同じデータを書き込む方式

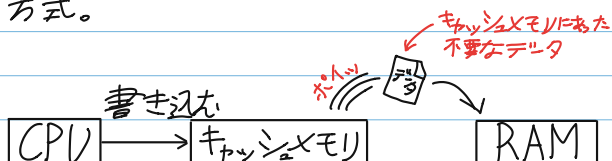


両方に同じデータを書き込むので、  
高速化は×

RAMとのデータは一致するので、信頼性、  
制御の容易さは○

#### ・ライトバック方式

CPUがキャッシュメモリにデータを書き込む際、キャッシュメモリ内の不要なデータをRAMに書き込む方式。



キャッシュメモリを主に使い、キャッシュメモリが満杯になったときのみRAMに書き込むので、高速化は○  
ただし、制御は容易ではない。×

1. キャッシュメモリの効果として、適切なものはどれか。

ア. 主記憶からキャッシュメモリへの命令の読み出しと、主記憶からキャッシュメモリへのデータの読み出しを同時に  
行うことにより、データの転送を高速に行う。

イ. 主記憶から読み出したデータをキャッシュメモリに保持し、CPUが以後で同じデータを読み出すときの  
データ転送を高速で行う。

ウ. 主記憶から読み出したデータをキャッシュメモリに保持し、命令を並列に処理することにより、  
演算を高速に行う。

エ. 主記憶から読み出した命令をキャッシュメモリに保持し、キャッシュメモリ上でデコードして  
実行することにより、演算を高速に行う。

答え: イ

2. 主記憶のアクセス時間が60ナノ秒、キャッシュメモリのアクセス時間が10ナノ秒であるシステムがある。  
キャッシュメモリを介して主記憶にアクセスする場合の実効アクセス時間が15ナノ秒であるとき、  
キャッシュメモリのヒット率は幾らか。

$$15 \text{ ナノ秒} = 10 \text{ ナノ秒} \times x + 60 \text{ ナノ秒} \times (1-x)$$

$$= 10x + 60 - 60x$$

$$0 = 10x - 60x + 60 - 15$$

移項

$$50x = 45$$

$$x = 0.9$$

ヒット率は 0.9

3. A~Dを主記憶の実効アクセス時間から、短い順に並べたものはどれか。

|   | キャッシュメモリ |                 |             | 主記憶             |
|---|----------|-----------------|-------------|-----------------|
|   | 有無       | アクセス時間<br>(ナノ秒) | ヒット率<br>(%) | アクセス時間<br>(ナノ秒) |
| A | なし       | —               | —           | 15              |
| B | なし       | —               | —           | 30              |
| C | あり       | 20              | 60          | 70              |
| D | あり       | 10              | 90          | 80              |

まずAとBは直接RAMにアクセスしているため、その時間  
が実効アクセス時間となる。  
なので実効アクセス時間不明のC、Dから求めて  
並べる。

百分率は小数に計算

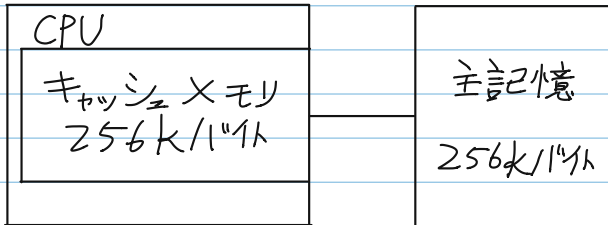
$$\begin{aligned} \text{Cの実効アクセス時間} &= 20 \times 0.6 + 70 \times (1-0.6) \\ &= 12 + 28 \\ &= 40 \text{ (ナノ秒)} \end{aligned}$$

60%

$$\begin{aligned} \text{Dの実効アクセス時間} &= 10 \times 0.9 + 80 \times (1-0.9) \\ &= 9 + 8 \\ &= 17 \text{ (ナノ秒)} \end{aligned}$$

以上より並べると A, D, B, C の順になる。

4. 図に示す構成で、表に示すようにキャッシュメモリと主記憶のアクセス時間だけが異なり、他の条件は同じ2種類別のCPU、XとYがある。  
あるプログラムでCPU XとYとでそれぞれを実行したところ、両者の処理時間が等しかった。  
このとき、キャッシュメモリのヒット率は幾らか。ここで、CPU以外の処理による影響はないものとする。



図構成図

✓アクセス表

|          | CPU X | CPU Y |
|----------|-------|-------|
| キャッシュメモリ | 40    | 20    |
| 主記憶      | 400   | 580   |

問題文より、両者の処理時間が等しかった。これは、メモリ実効アクセス時間が共に等しいということを表す。

不明な値はなんらかの文字に置き換えて解く

$$\begin{aligned}
 \text{CPU Xの実効アクセス時間} &= 40 \times x + 400 \times (1-x) \\
 &= 40x + 400 - 400x \\
 &= 400 - 360x
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{CPU Yの実効アクセス時間} &= 20 \times x + 580 \times (1-x) \\
 &= 20x + 580 - 580x \\
 &= 580 - 560x
 \end{aligned}$$

両者の処理時間は等しいので

$$400 - 360x = 580 - 560x$$

$$560x - 360x = 580 - 400$$

$$200x = 180$$

$$x = 0.9$$

ヒット率は0.9