

コンピュータシステムA - ハードウェアを中心に -

#10 記憶素子（メモリ）の変遷

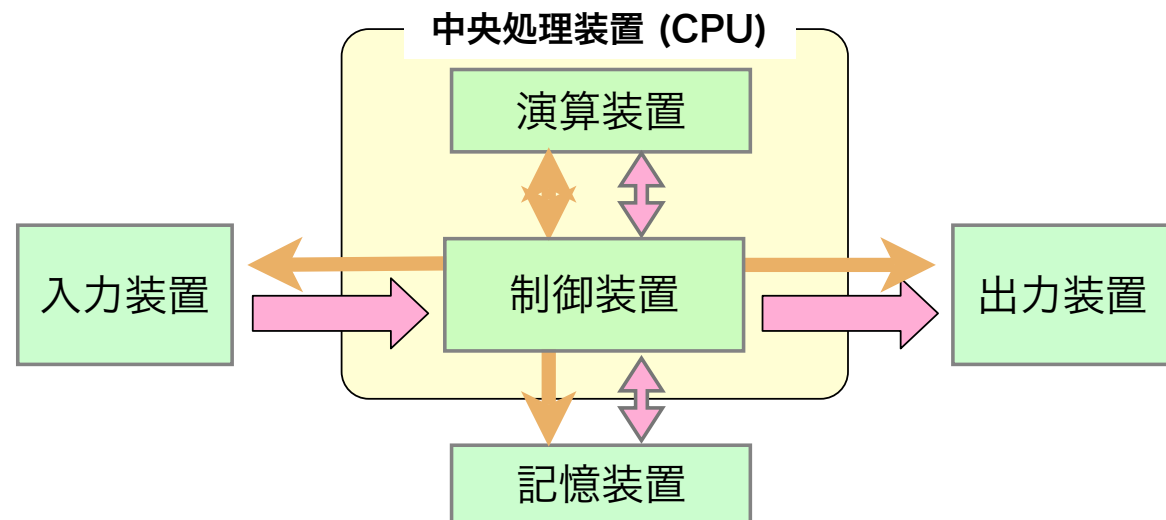
Yutaka Yasuda

記憶素子（メモリ）

- 主記憶装置
- 高速性

磁気記憶装置は一般に低速→補助記憶装置に

- ランダムアクセス

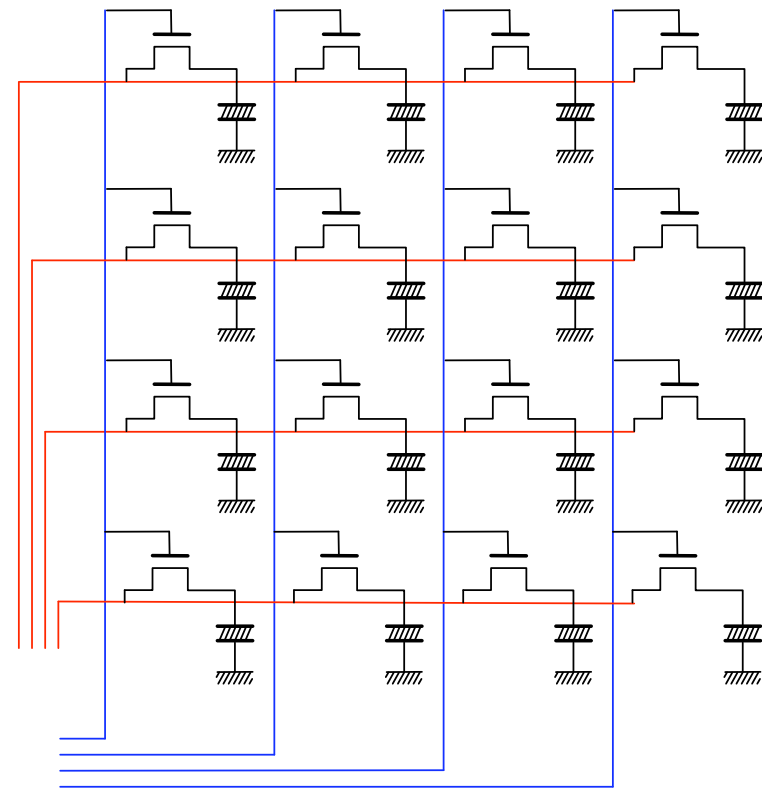
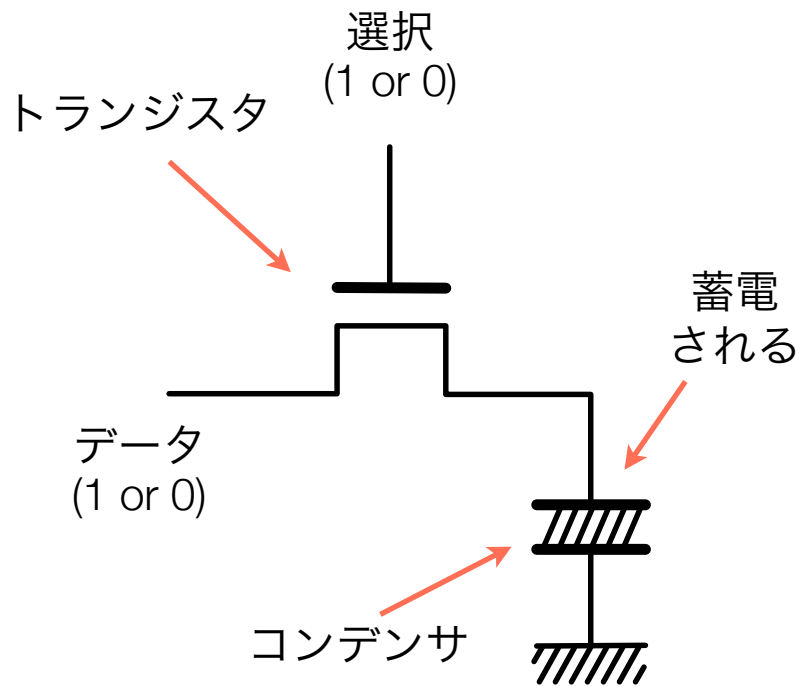


メモリの歴史

- 状態を保持できるものなら何でも
- 水銀遅延線
- CRTメモリ
- 磁気ドラム
- コアメモリ

DRAM (Dynamic RAM)

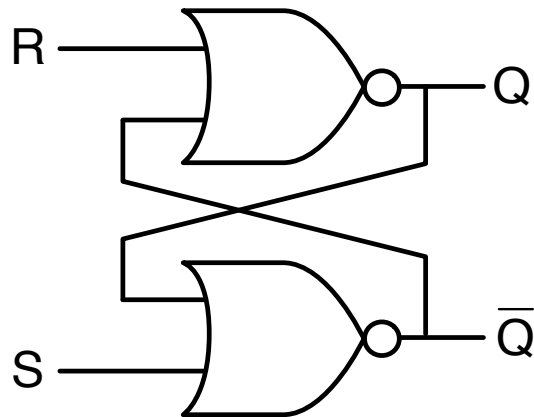
用語 (RAM) については後述



16bit (4bit x 4word) のDRAMセル回路

SRAM (Static RAM)

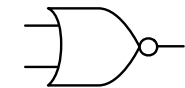
- 論理回路によって値を記憶する機能を構成
- 高速、低消費電力だが高価
- 高速性を要求される場面（キャッシュ等）で利用



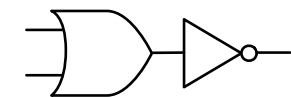
RSフリップフロップ

- 通常はS, Rともに0
- Sが1になるとQは1になる
- Rが1になるとQは0になる
- 通常状態ではS, Rによる結果として設定された状態を記憶する

NORゲート

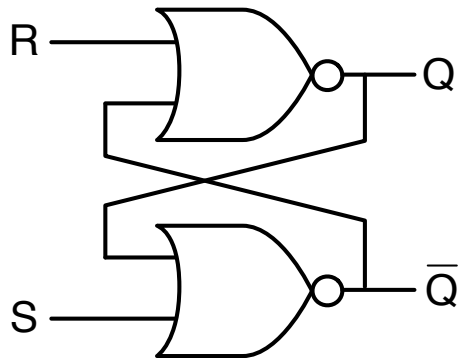


は
OR+NOT
ゲートと等価



フリップ・フロップ (flip flop)

- 組み合わせ回路：入力によって一意に結果を得るもの
加算器など
- 順序回路：状態によって動作が異なるもの
内部的に「状態」という入力を保持している
カウンタ、フリップフロップ
- メモリ：状態を保持するもの
最後に 0 or 1 のどちらを書き込んだか？



RSフリップフロップ

- 通常はS, Rともに 0
- S が 1 になると Q は 1 になる
- R が 1 になると Q は 0 になる
- 通常状態ではS, R による結果として
設定された状態を記憶する

ROM (Read Only Memory)

- (主として) 半導体によるメモリの一種
 - 書き替え不可能
 - 製造時に固定
- マスクROM
 - 焼き付ける回路パターンで内容を決める
 - 大量生産向け
- 不揮発性
 - 起動時に実行するプログラム(*)等の保存場所として利用
(*PC用語としては BIOS などと呼ぶ)

PROM (Programmable ROM)

- 消去・書き込みが可能
ヒューズタイプ
- EPROM (Erasable PROM)
紫外線
電気式 (EEPROM, Electrically EPROM)
- RAM としては使えない
書き替え所要時間が長い
書き込み制限回数が低い



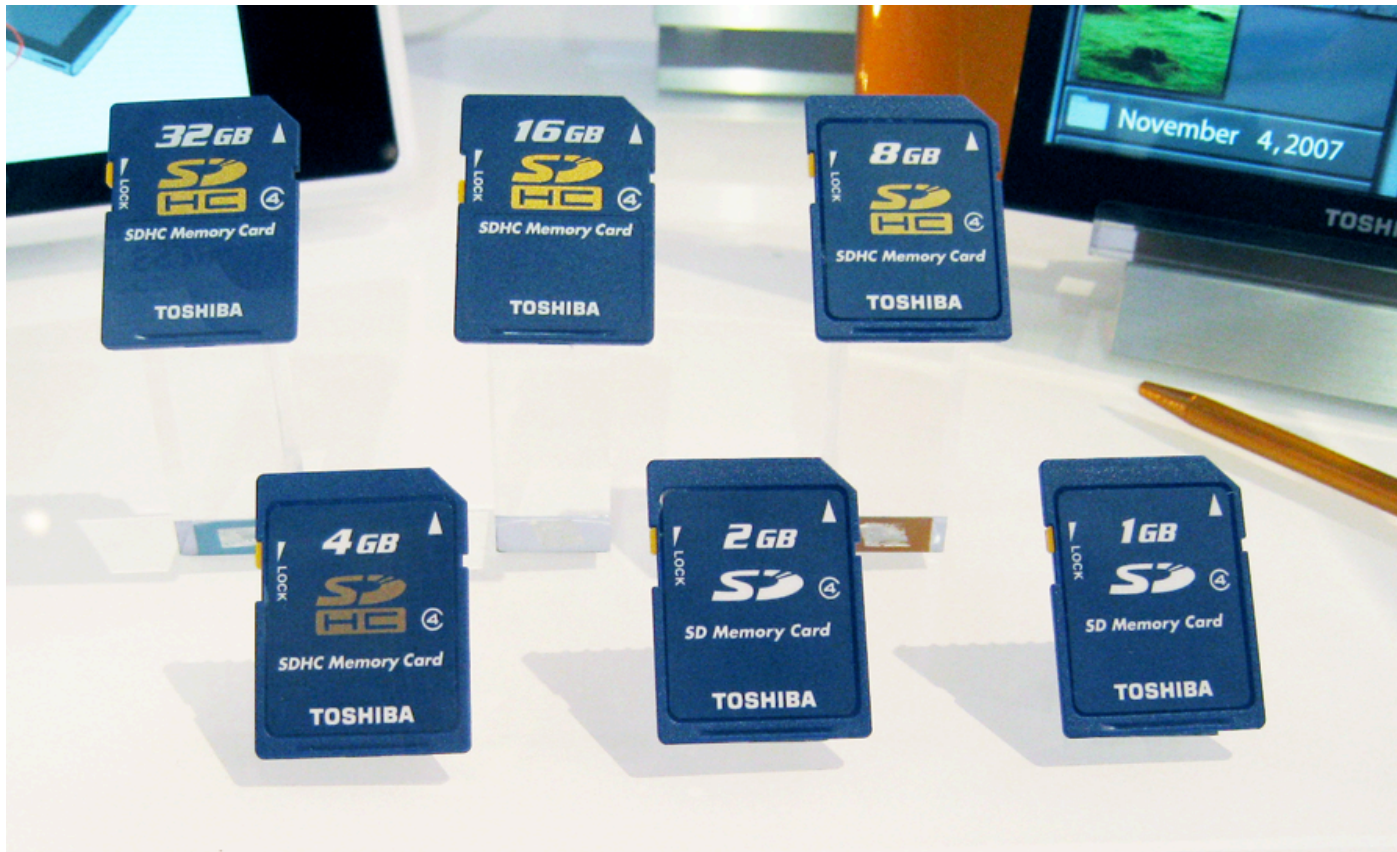
UV-EPROM

Flash Memory

- EEPROM（電氣的に書き替え可能な ROM）の改良
- 1980, 舩岡富士雄（東芝）による発明
- 大容量・安価（≒需要が大きい）
- 不揮発
- 欠点
 - ブロック単位の書き替え
 - 書き込み回数制限（数万回程度）
- 補助記憶としてHDDを猛追中
 - 多値 (0 or 1 ではない) の製品あり



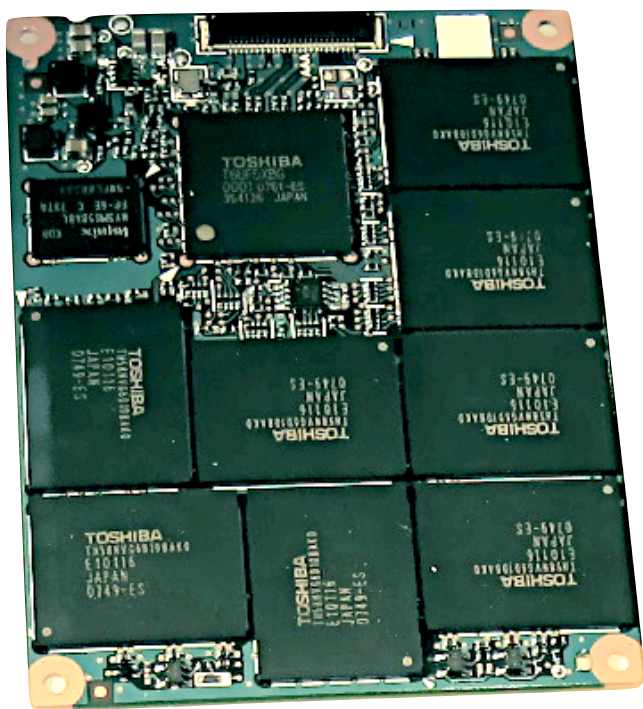
Flash Memory



SD card (1GB ~ 32GB), 2008 Jan, CES at Las Vegas

Flash Memory

1.8inch ドライブサイズのハードディスク互換製品



SSD (Solid State Drive)
64GB or 128GB



Harddisk
80GB

2008 Jan, CES at Las Vegas

用語の問題：RAM, ROM

- RAM (Random Access Memory)

任意の位置にあるメモリの読み出し

書き替え可能

揮発性

- ROM (Read Only Memory)

読み出し専用メモリ

ランダムアクセス可能

不揮発性

- PROM (Programmable ROM)

通常時は読み出し専用として利用

特殊な処置（大電流等）によって書き替え可能

不揮発性

- Flash Memory

書き替えが高速かつ容易

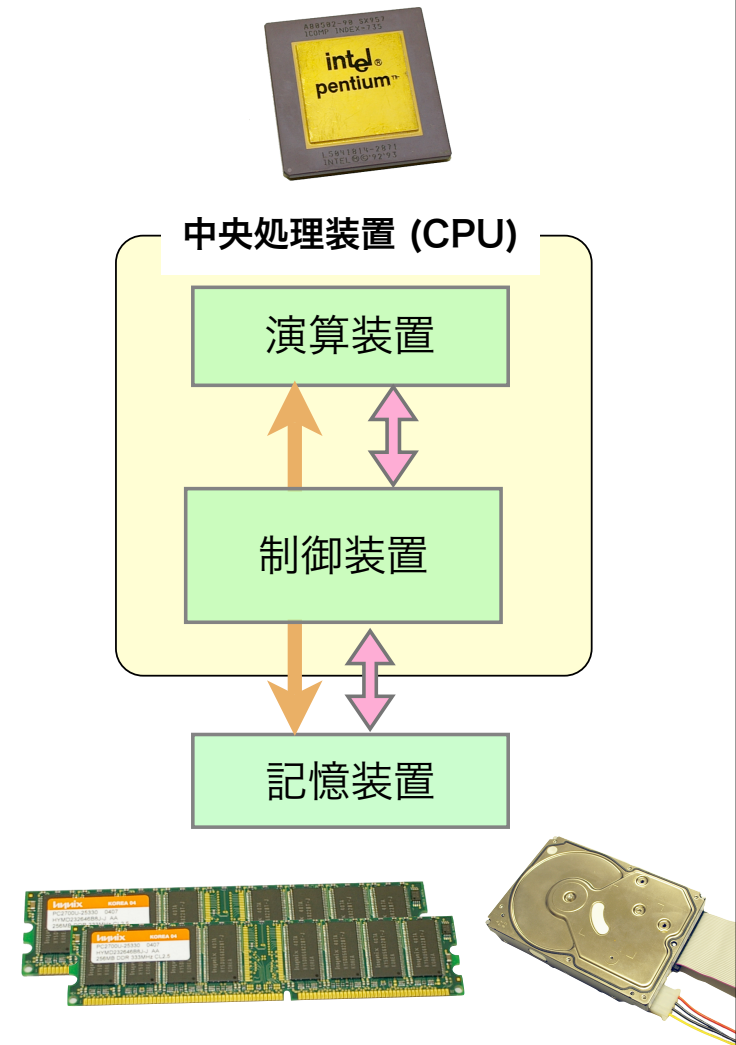
不揮発性

補助記憶装置としての利用

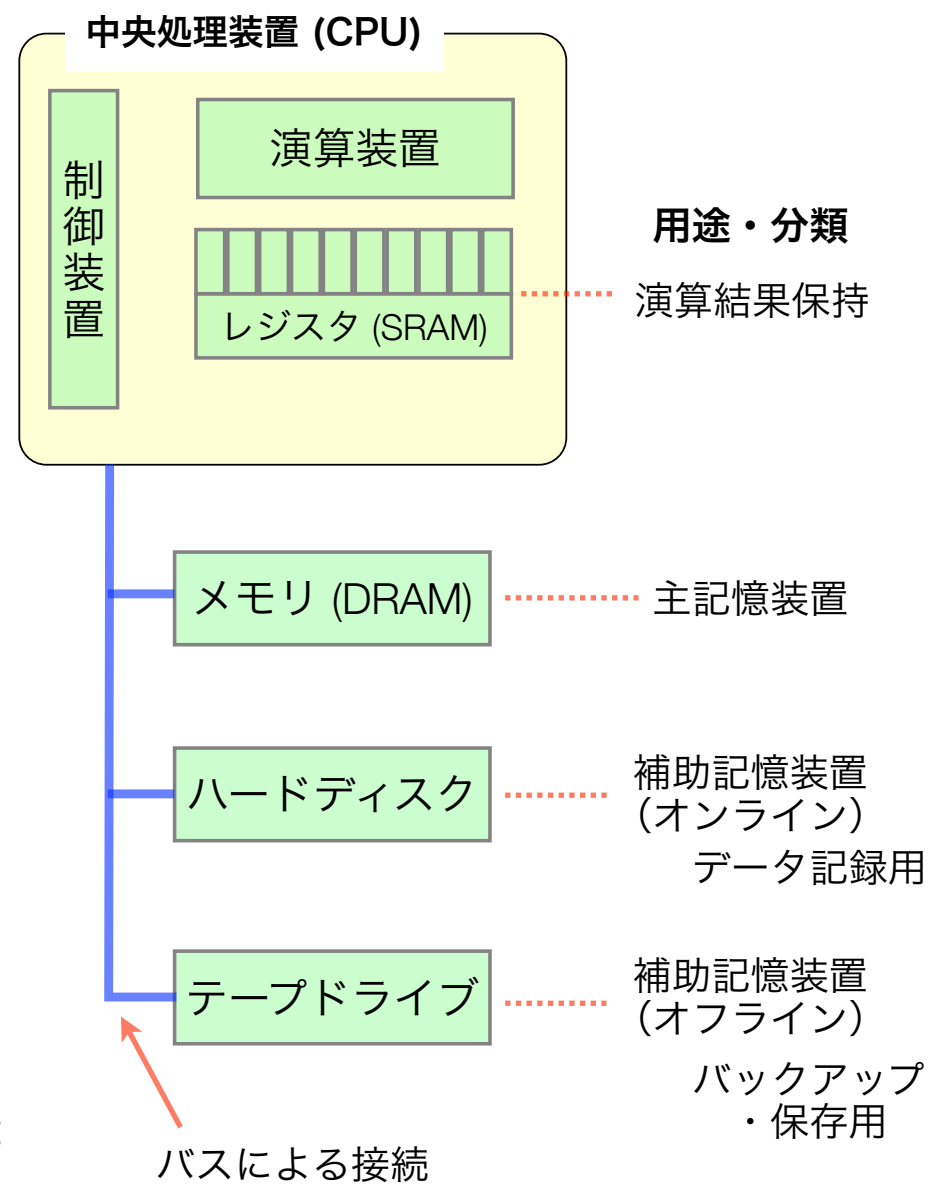
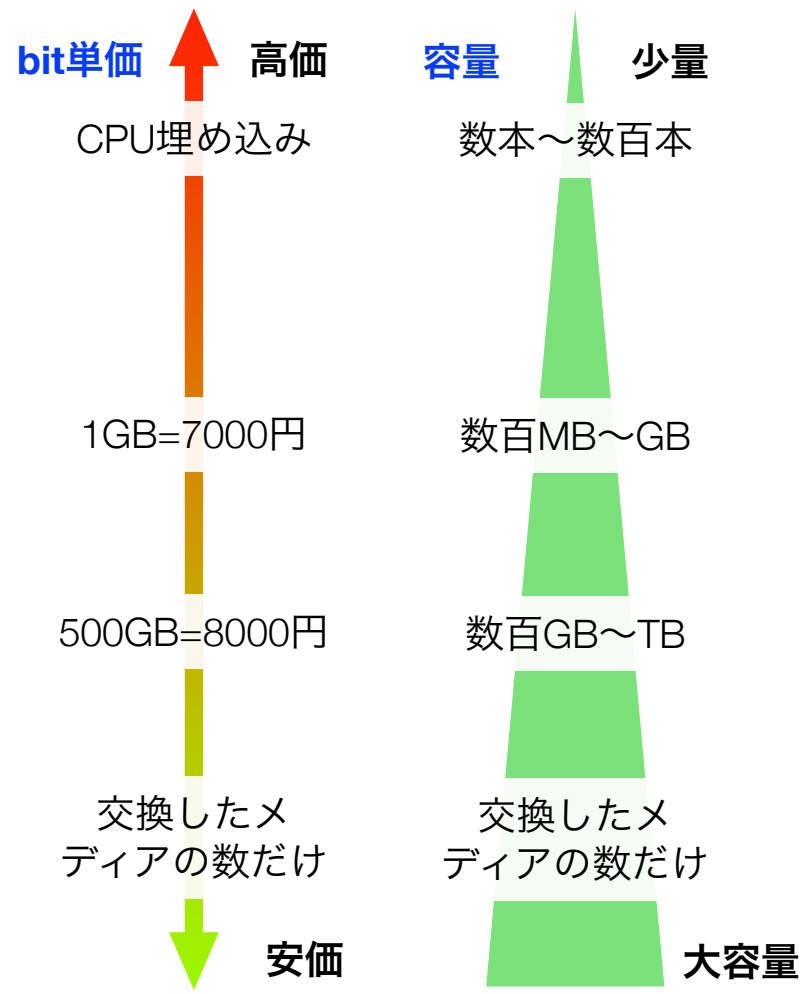
ROM, RAM という語で厳密な機能の分類を行うことは難しい

記憶装置の階層構造

- 教科書 p.26
- 適材適所：使い分け
- 補助記憶装置（ハードディスク）
 - 不揮発性：プログラムやデータの保存場所
 - データを利用する時はメモリに移す
- 主記憶（メモリ）
 - 高速性：実行中のプログラム、作業データを格納

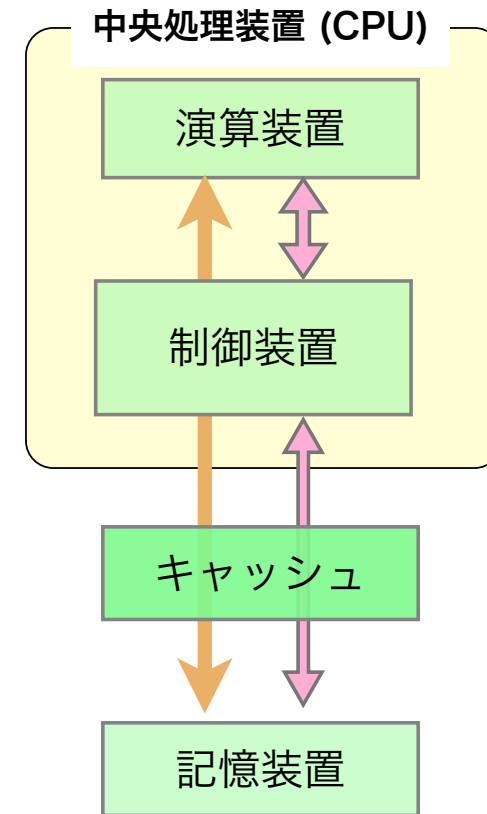


メモリの階層構造



キャッシュメモリの役割

- (p.26)
- Cache (Cash ではない)
- 主記憶装置に透過的に機能
 - メモリの内容を覚えられるだけ覚えておこう (すると遅い主記憶に聞かずに済む)
- 少量だが高速
 - Core2 Extreme では 4MB 程度
- メモリ利用の局所性を利用
 - プログラムは同じところを頻繁に読み書きする事が多い



多段構成もあり得る (L1, L2, L3)
幾らかはCPU内に置く事が多い

キャッシュについてもう少し

- 原理

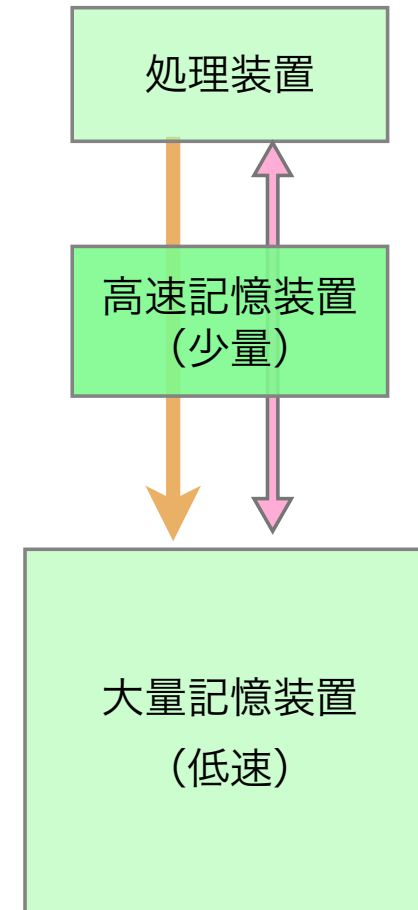
1. 大量だが低速なデータのコピーを
2. 少量でも高速なところに配置

- 目的

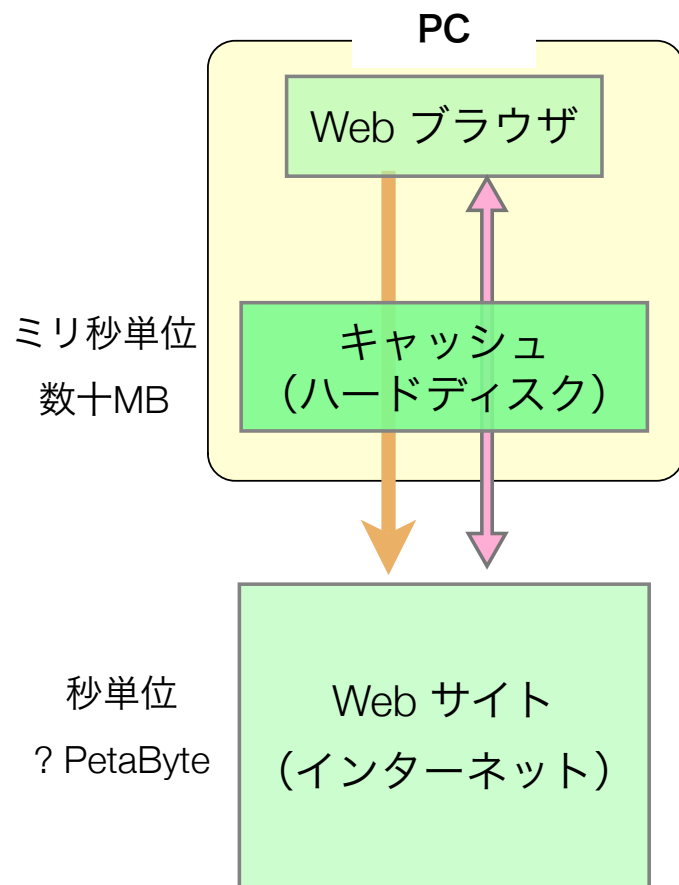
アクセス時間（遅延）の短縮

- 条件

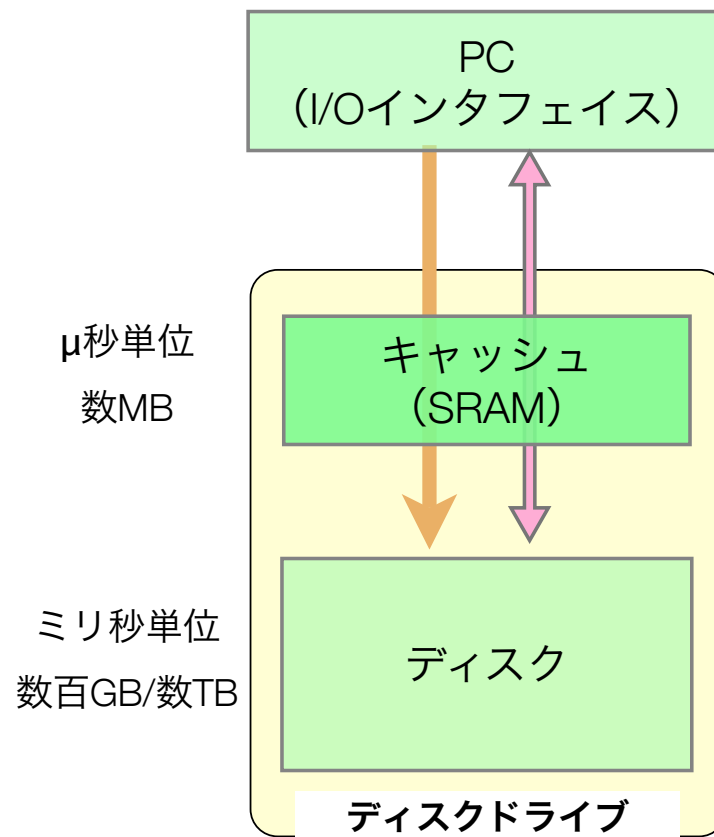
1. 更新が少ない（コピーが良い）
2. 繰り返し読み出す必要がある



メモリ以外のキャッシュの例

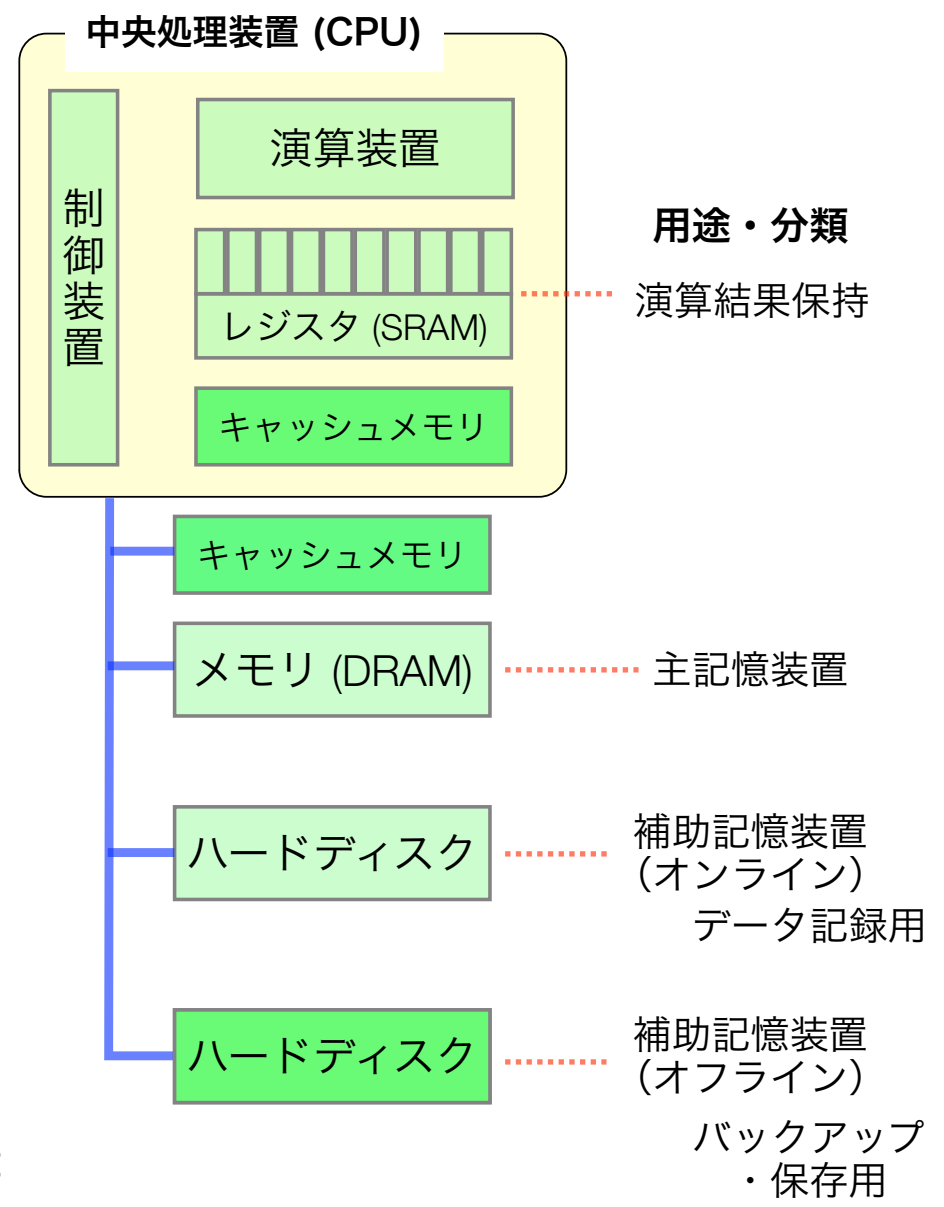
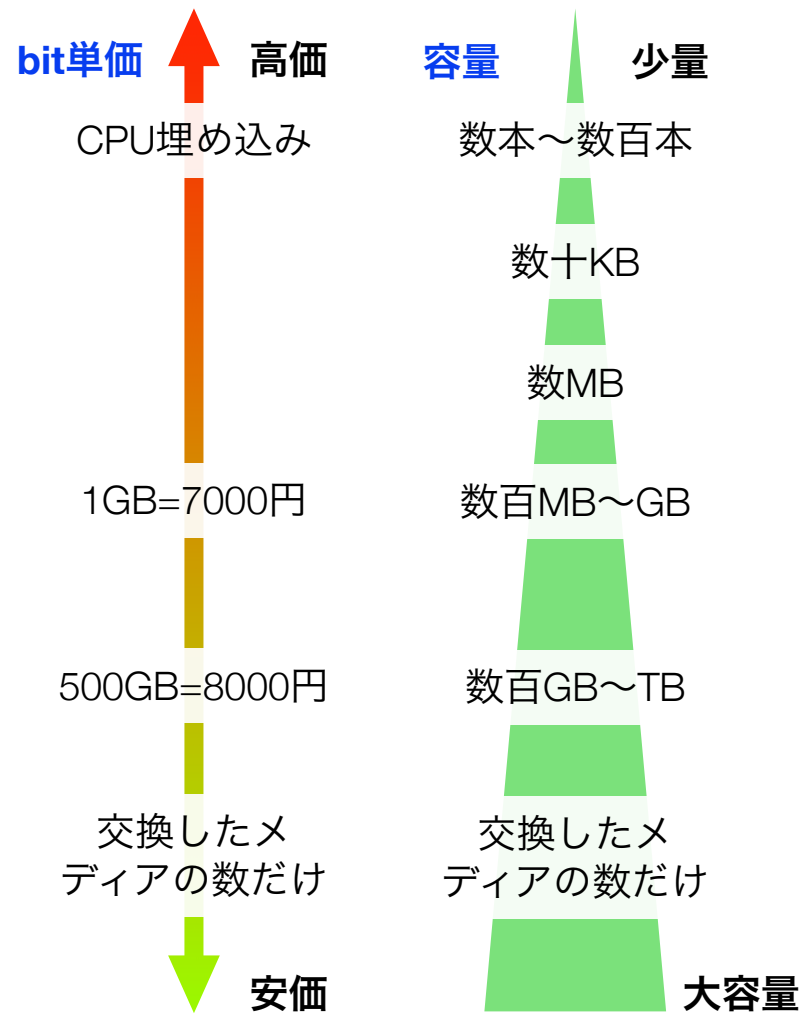


一度見たWebページの内容を覚えておく

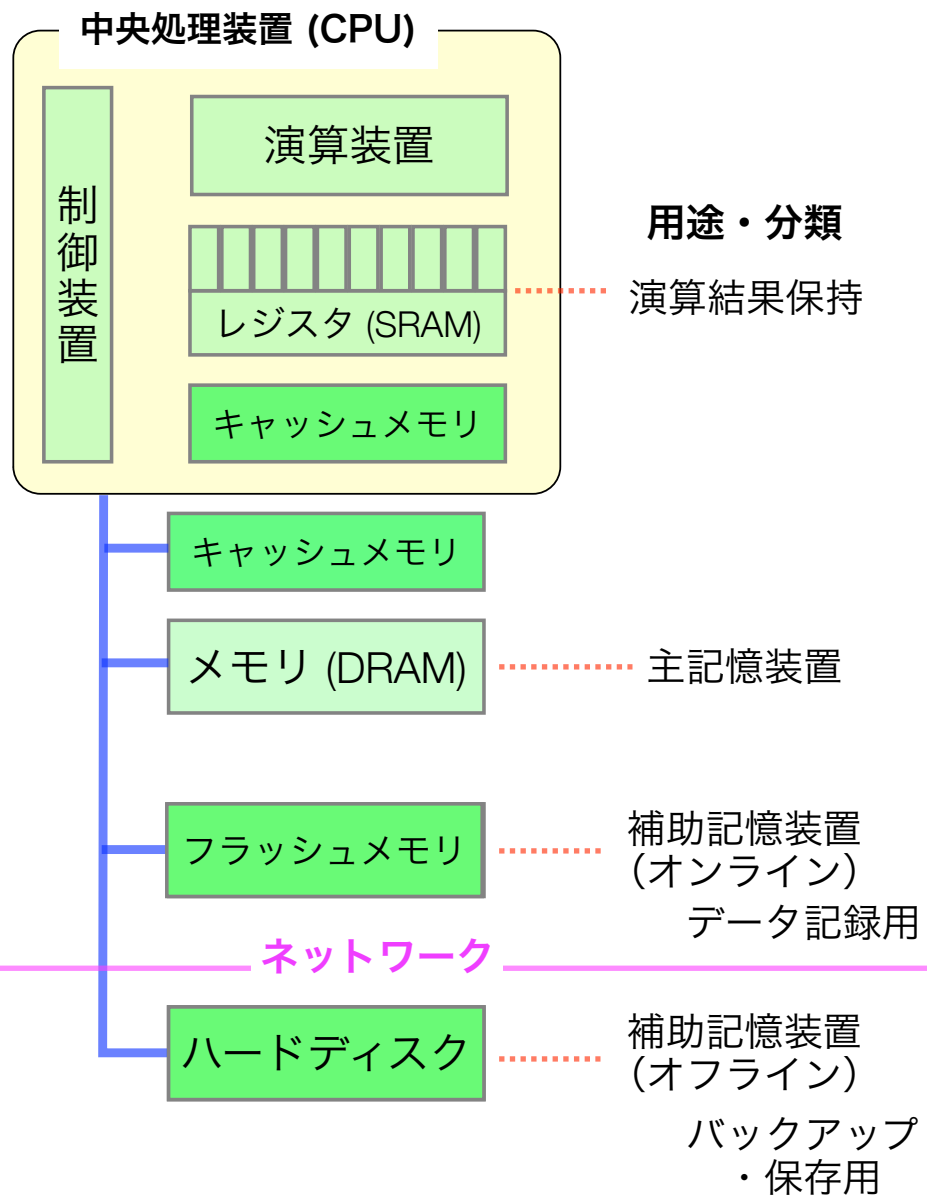
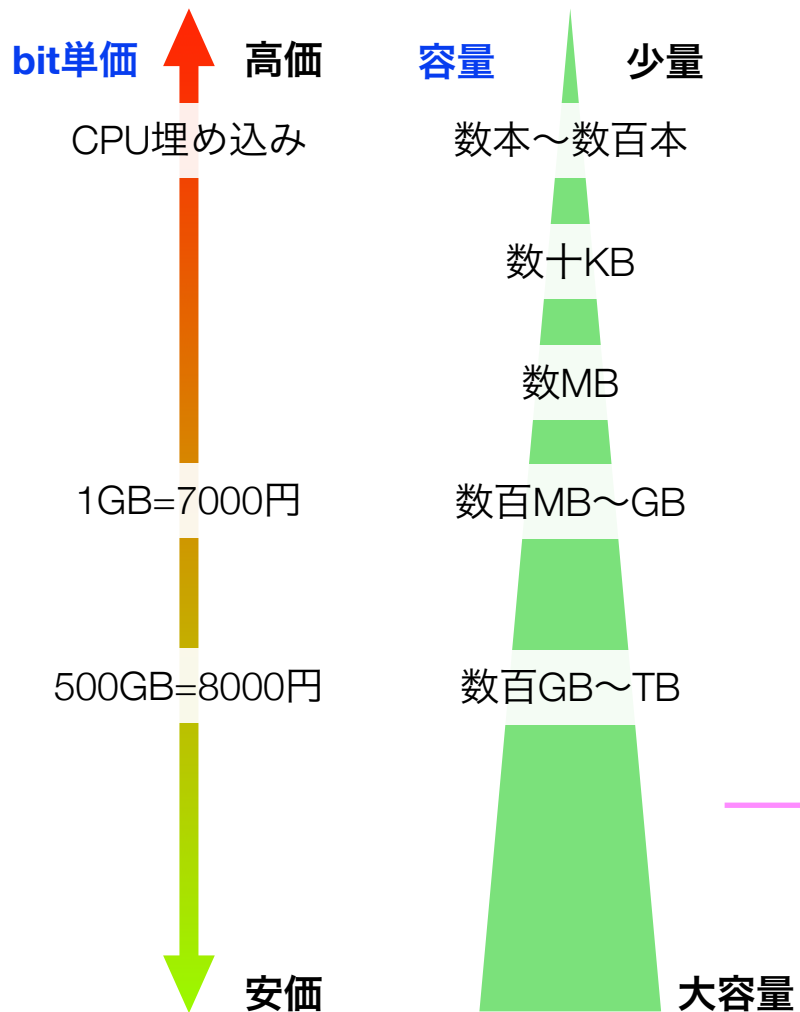


一度アクセスしたデータの内容を覚えておく

メモリの階層構造



メモリの階層構造



MRAM (Magnetoresistive RAM)

- 磁気による記憶 (スピントロニクス応用)

高速

大容量・低コスト

不揮発性

非破壊読み出し (リフレッシュ不要)

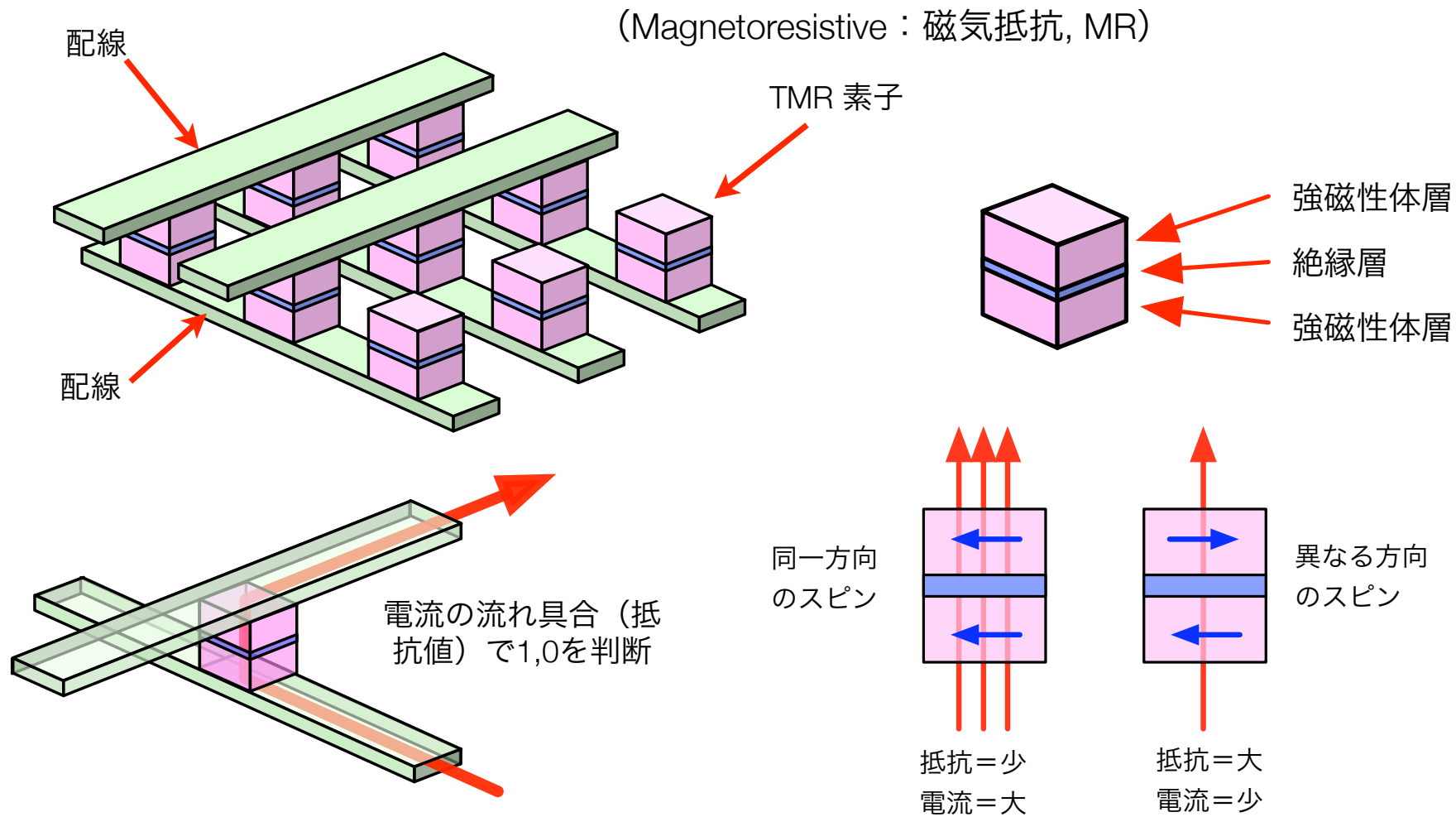
書き替え回数制限なし

- 2006.7 に Freescale が一般向けに量産

4Mbit (16bit x 256K), 35ns

- 主記憶・補助記憶として有望

MRAM (Magnetoresistive RAM)



MRAM (Magnetoresistive RAM)

- 不揮発性

「起動」という概念の変化

回転デバイスの退場

- 新しい技術

まだ底を試していない

- もっと多くのデータを使う生活、とは？