

# 情報科学入門

---

## #8 メモリ的发展・新しいコンピュータ

Yutaka Yasuda

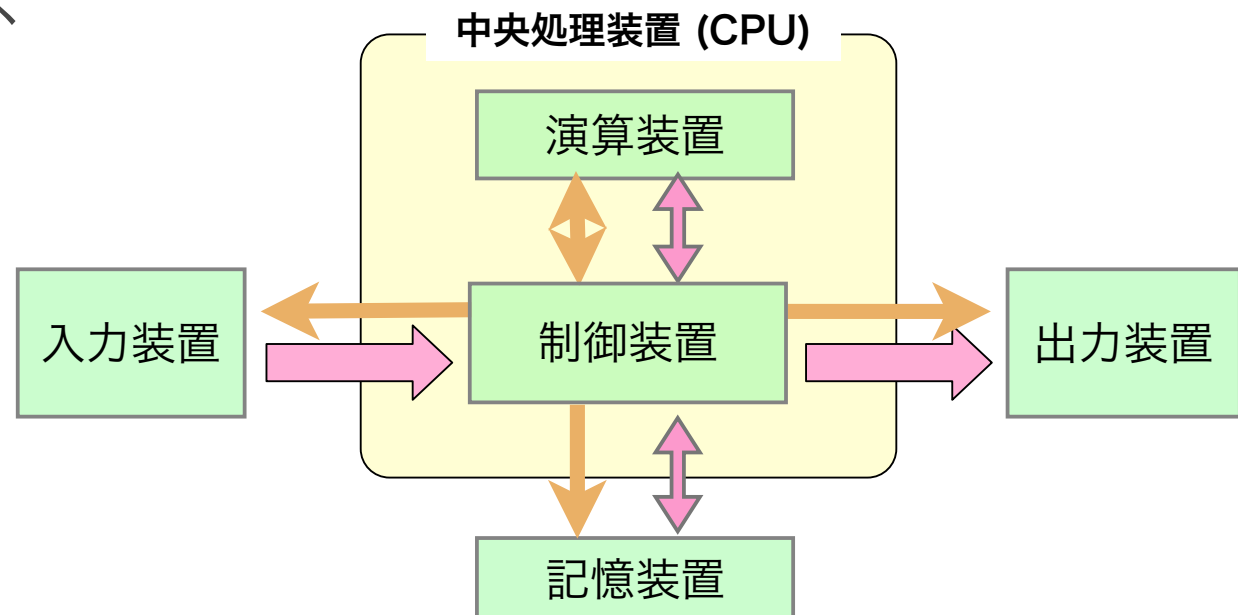
# 記憶素子（メモリ）

---

- 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

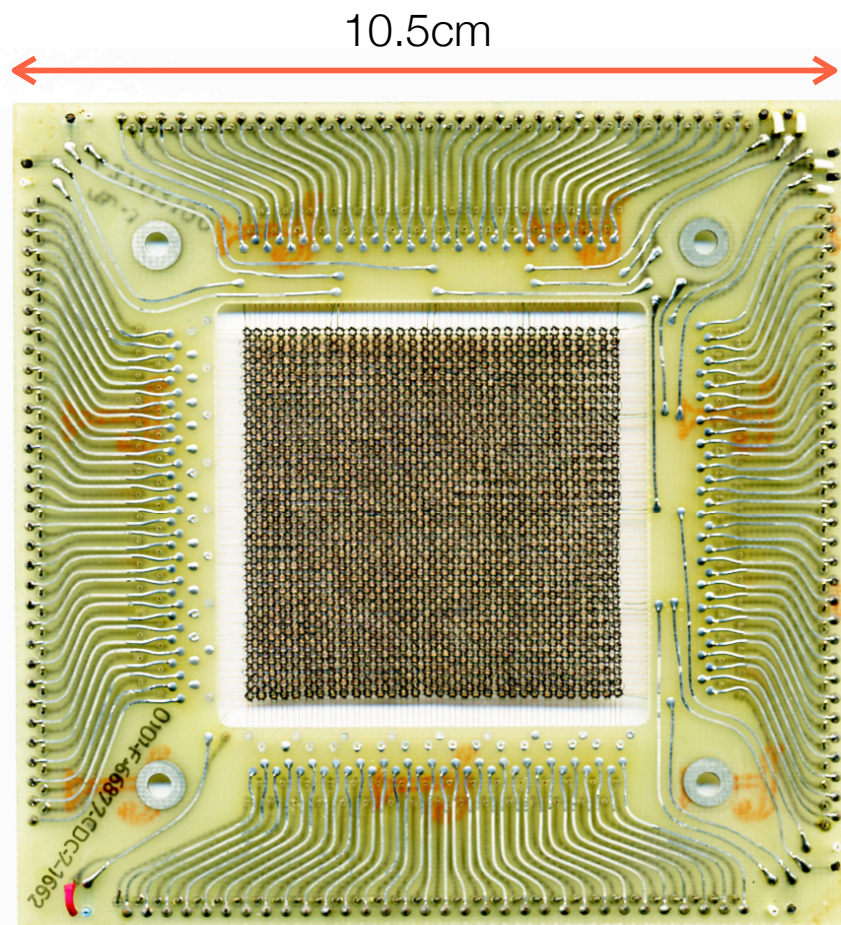


# メモリの歴史

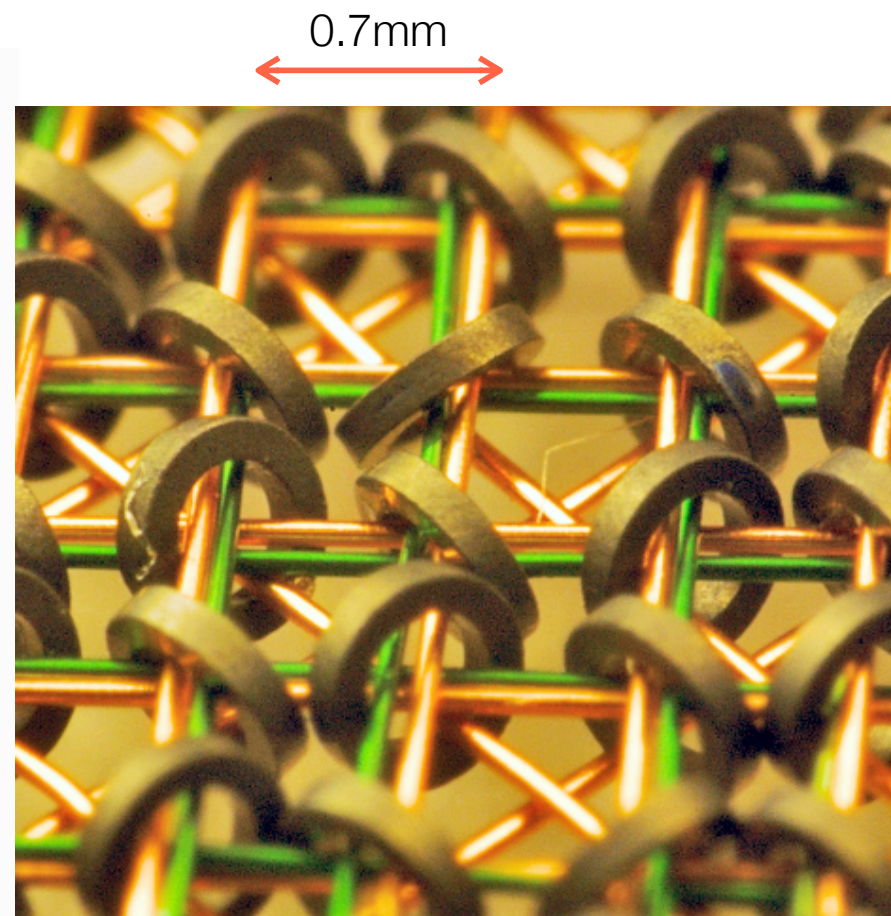
---

- 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

## コアメモリ (1950～70頃)

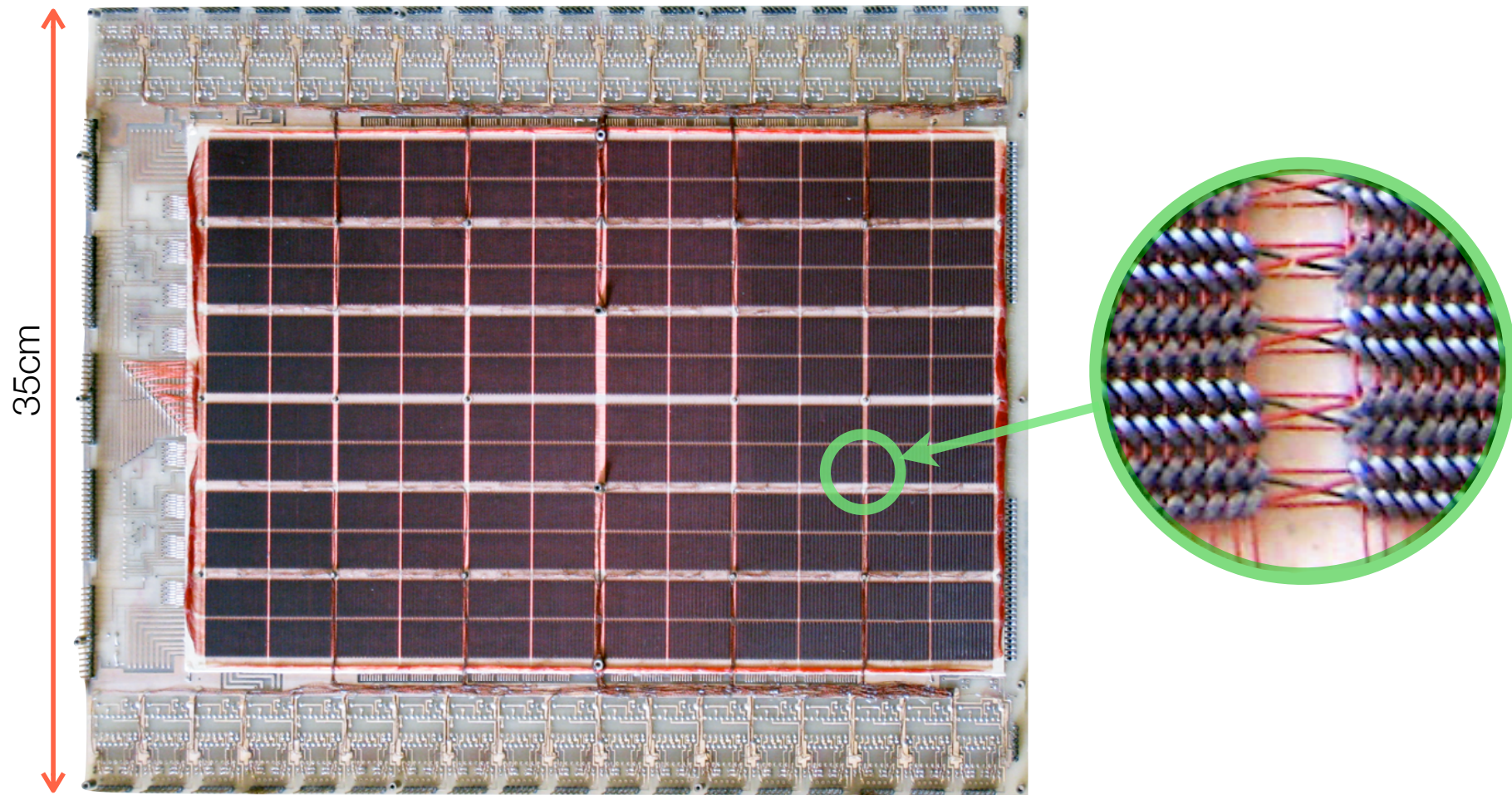


CDC 6600 (1964) core memory plane,  
4096 bits (64 x 64)





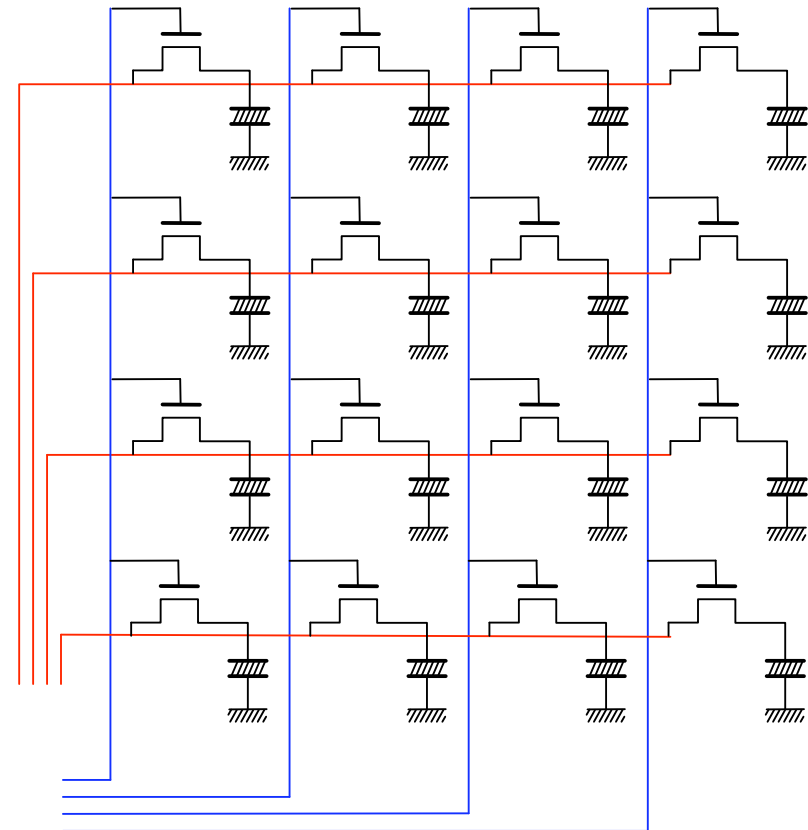
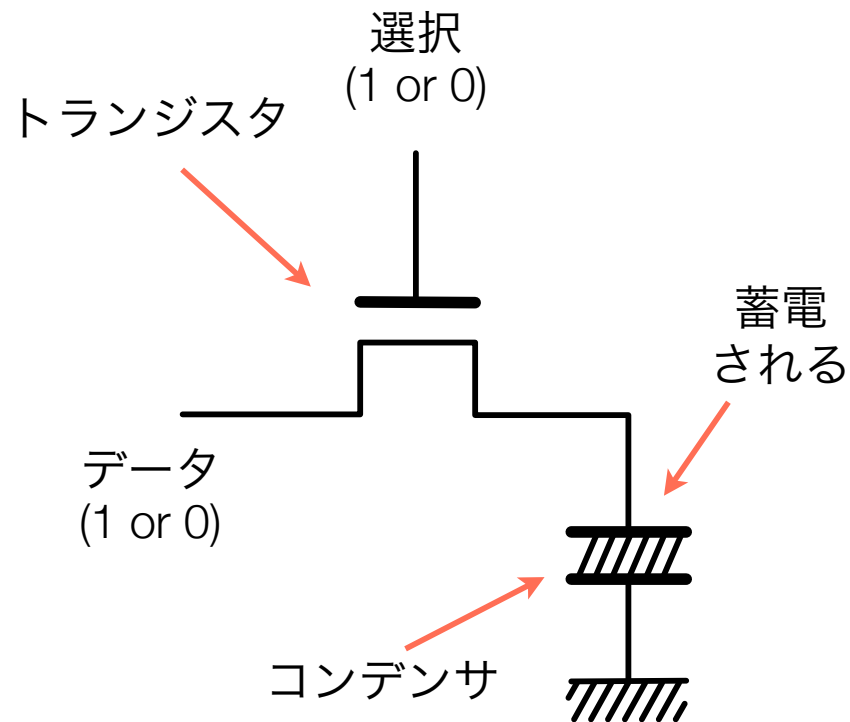
## コアメモリ (1950～70頃)



64KB (16bits x (32+4 parity) lines) CORE memory plane, CDC (AMPEX, 1981)

# DRAM (Dynamic RAM)

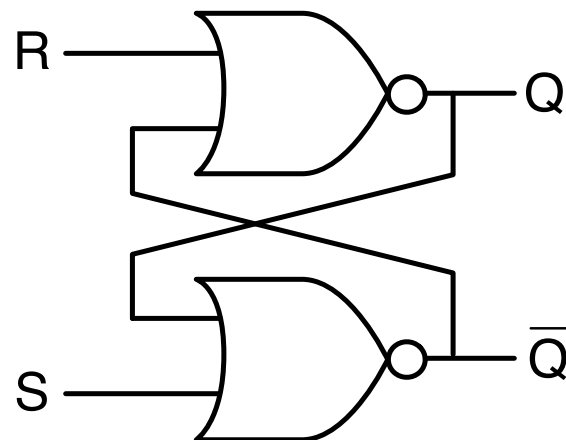
用語 (RAM) については後述



16bit (4bit x 4word) のDRAMセル回路

# SRAM (Static RAM)

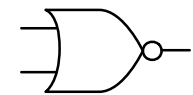
- 論理回路によって値を記憶する機能を構成
- 高速、低消費電力だが高価
- 高速性を要求される場面（キャッシュ等）で利用



## RSフリップフロップ

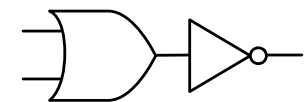
- 通常はS, Rともに 0
- S が 1 になると Q は 1 になる
- R が 1 になると Q は 0 になる
- 通常状態ではS, R による結果として設定された状態を記憶する

NORゲート



は

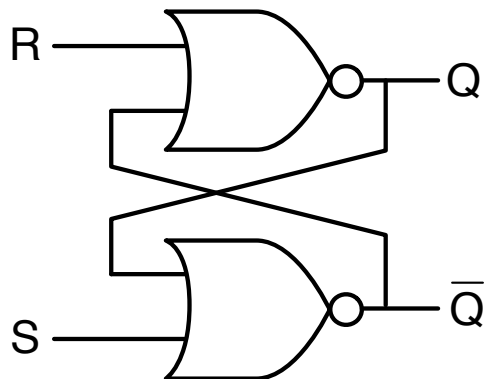
OR+NOT  
ゲートと等価



# 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, 舛岡富士雄（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



2012 MacBook Air, SSD 128GB

# Flash Memory

- 低価格・大容量化の最中
- そろそろディスクと競合
- “2010 年 100GB 1 万円”

ADATA  
**ASP900S3-256GM-C [7mm]**

お気に入り製品に登録  
ピックアップリスト作成



最安価格(税込) : **¥14,488** (前週比: ±0)

価格帯: ¥14,488~¥21,492 (19店舗) [ショップ一覧](#) [価格推移グラフを見る](#)

メーカー希望小売価格: ¥— 登録日: 2013年 3月18日

店頭参考価格帯: **¥14,800 ~ ¥14,800** (全国91店舗) [最寄りのショップ一覧](#)

容量: 256GB 規格サイズ: 2.5インチ インターフェイス: Serial ATA 6Gb/s タイプ: MLC [スペック詳細](#)

[メーカー製品情報ページ](#) [メーカー仕様表](#)

同じメーカーの同時期発売モデル

**3** 製品を比較

売れ筋ランキング  
**23**位  
(2325製品中)

満足度・レビュー  
**4.27** (3人)

クチコミ  
**25**件  
(2014年 3月 4日更新)

さらに賢くお買い物! 光ファイバー加入で  
**現金最大69,200円** キャッシュバック!!

**年会費無料**  
価格.com が提案する高還元カード →

[ADATAのSSD](#)

2014.3 kakaku.com

# 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

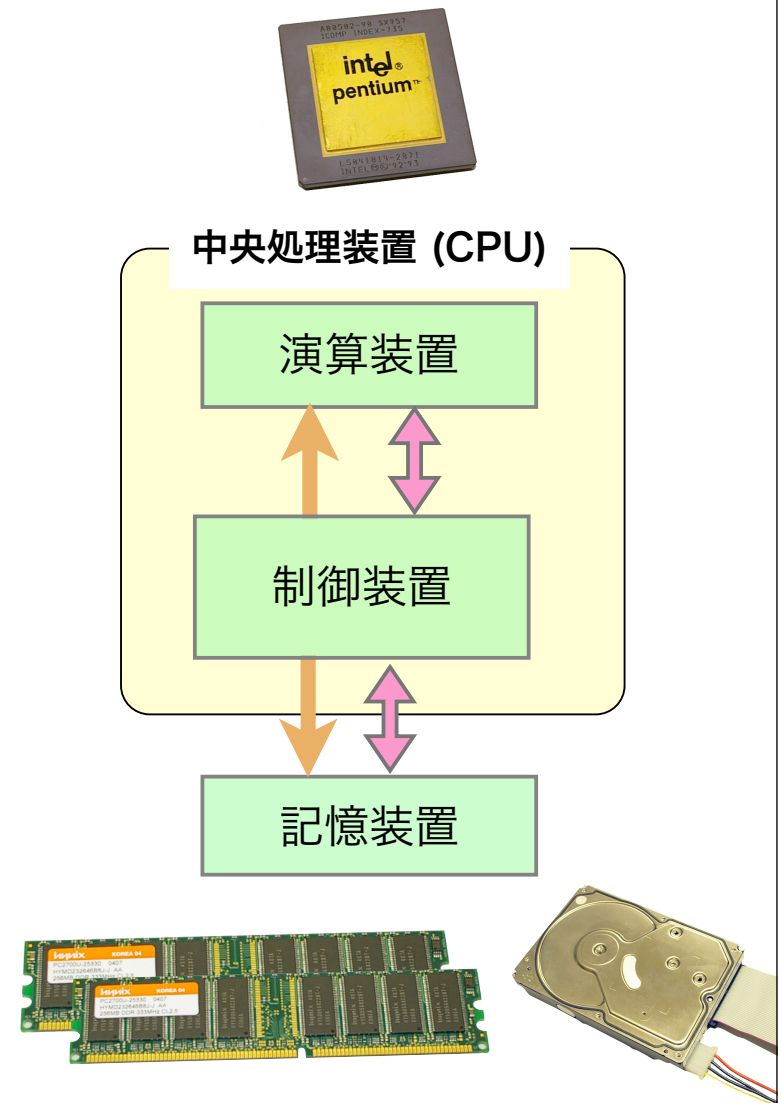
不揮発性

補助記憶装置としての利用

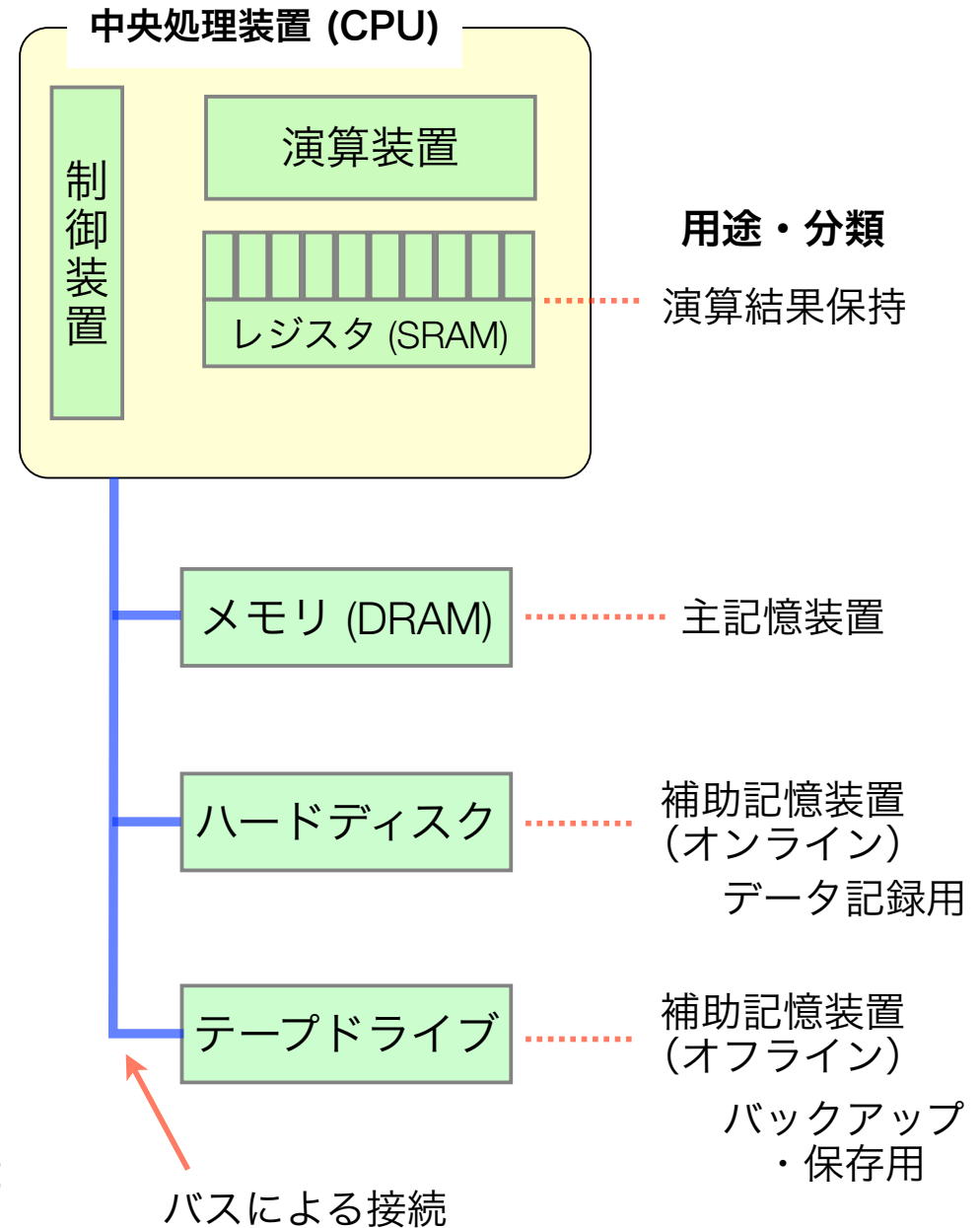
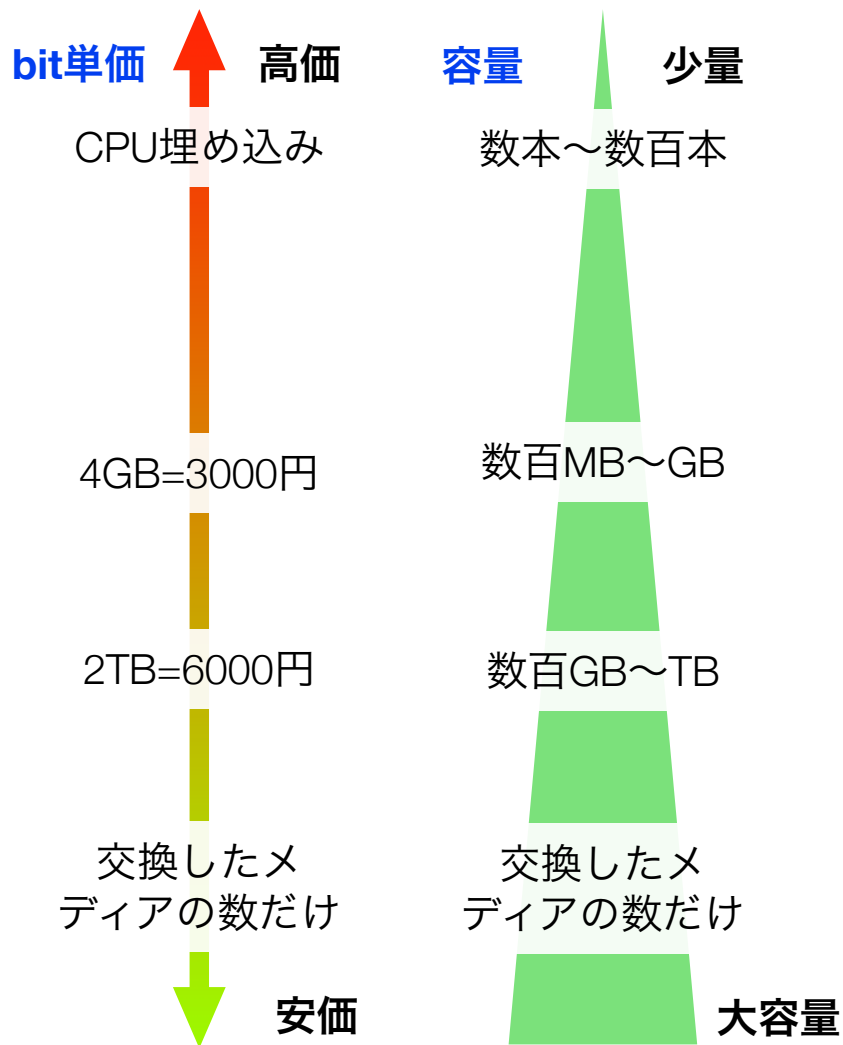
ROM, RAM という語で厳密な機能の分類を行うことは難しい

# 記憶装置の階層構造

- 使い分け
  - 二種類の記憶装置
- 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



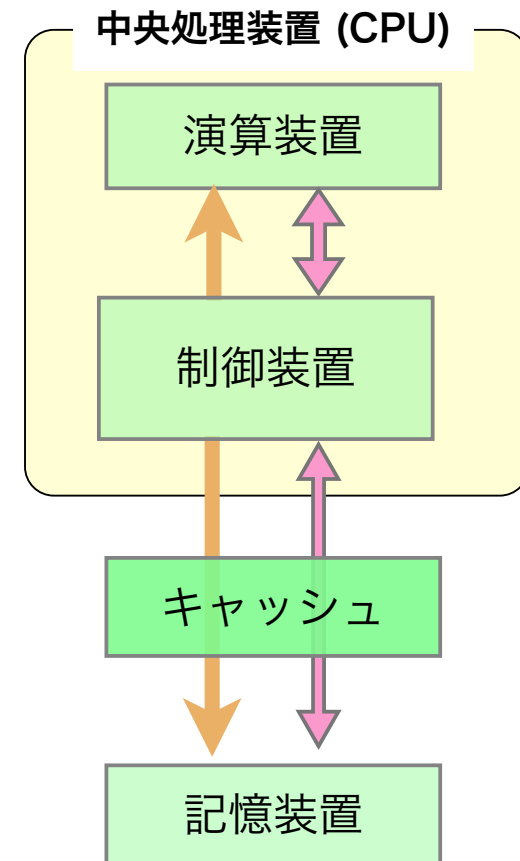
# メモリの階層構造





# キャッシュメモリの役割

- 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ただけ  
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  
Core i7 では 8MB 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

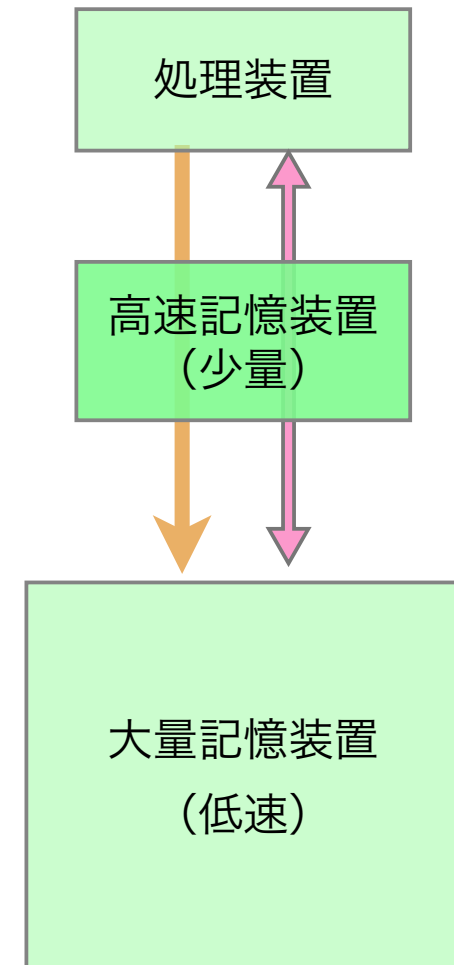
1. 大量だが低速なデータのコピーを
2. 少量でも高速なところに配置

- 目的

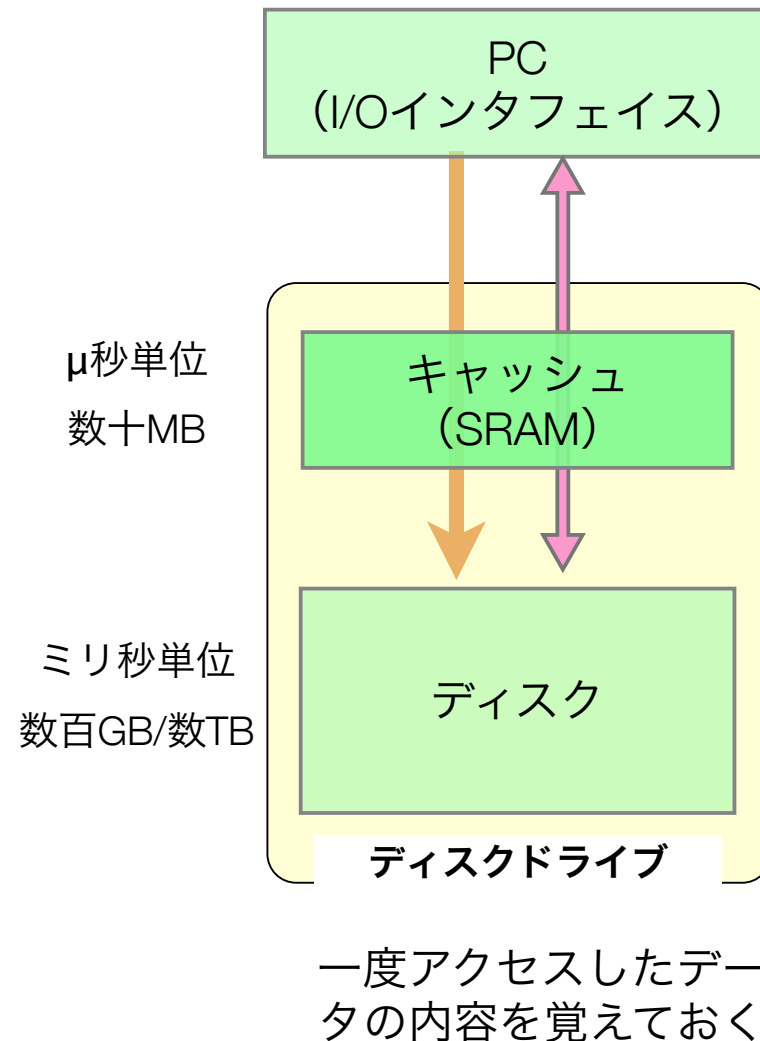
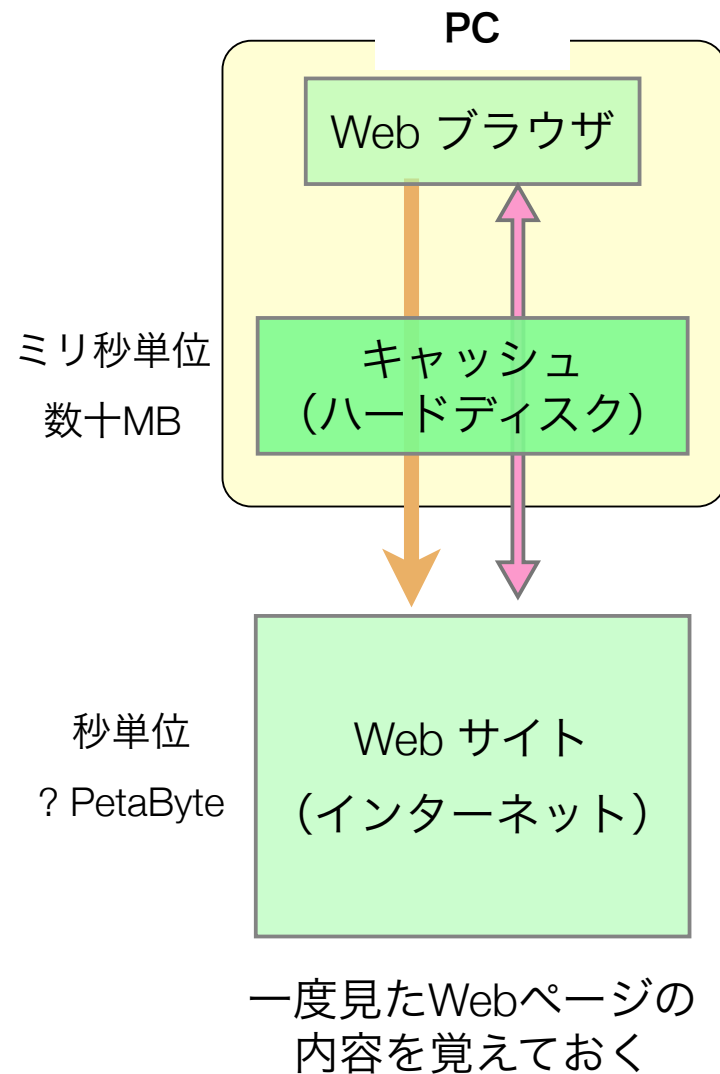
アクセス時間（遅延）の短縮

- 条件

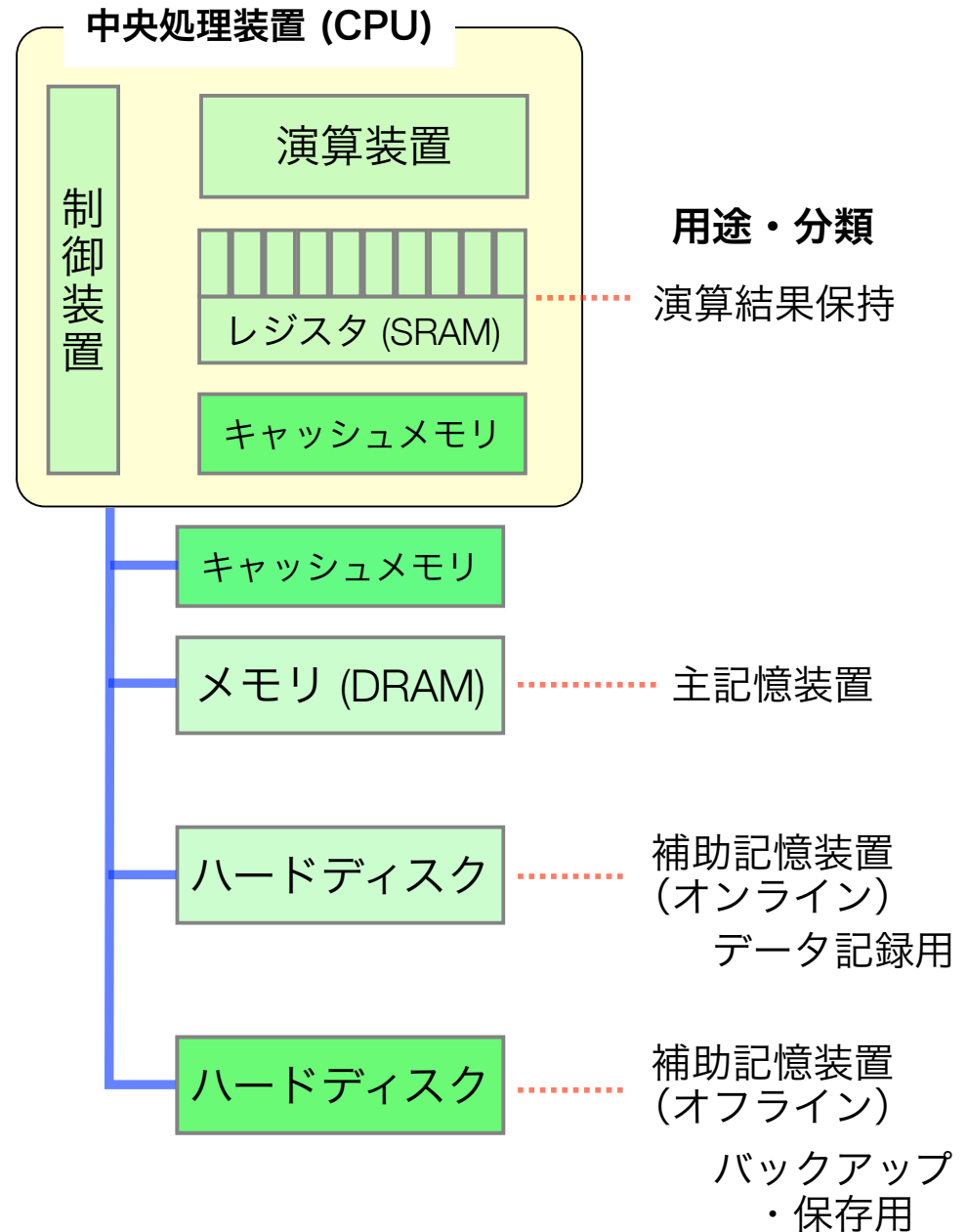
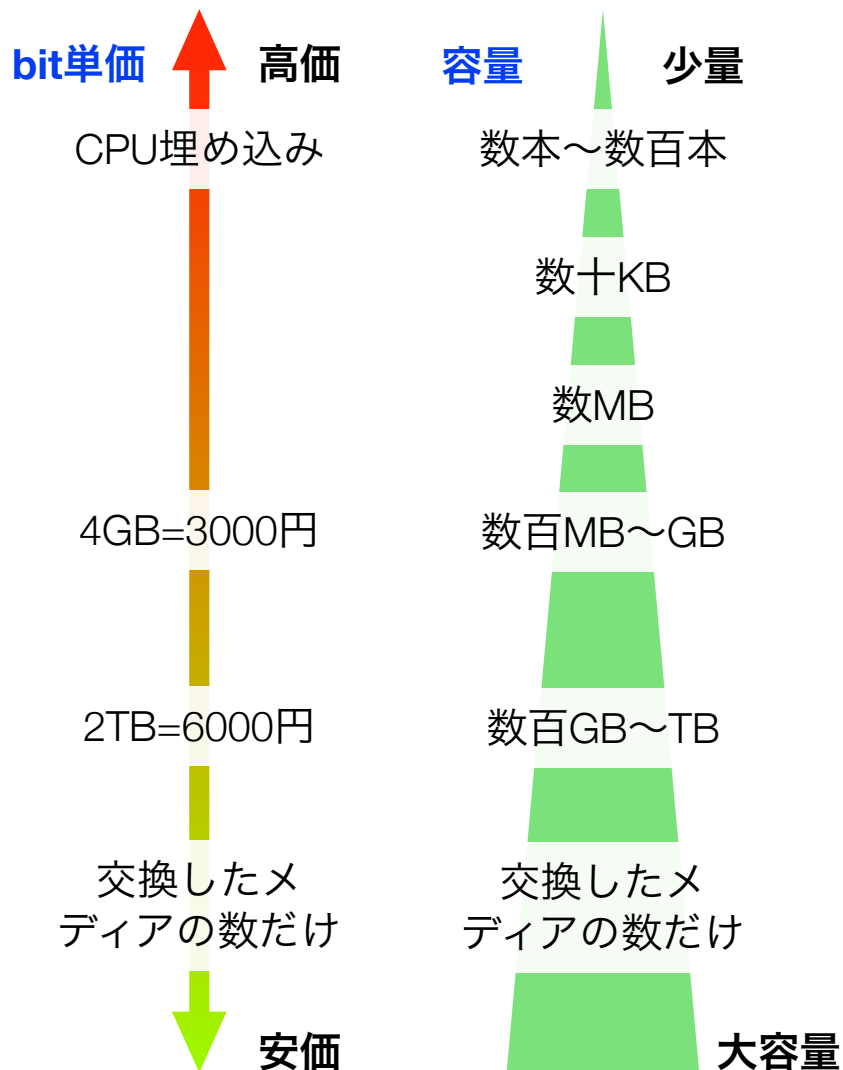
1. 更新が少ない（コピーで良い）
2. 繰り返し読み出す必要がある



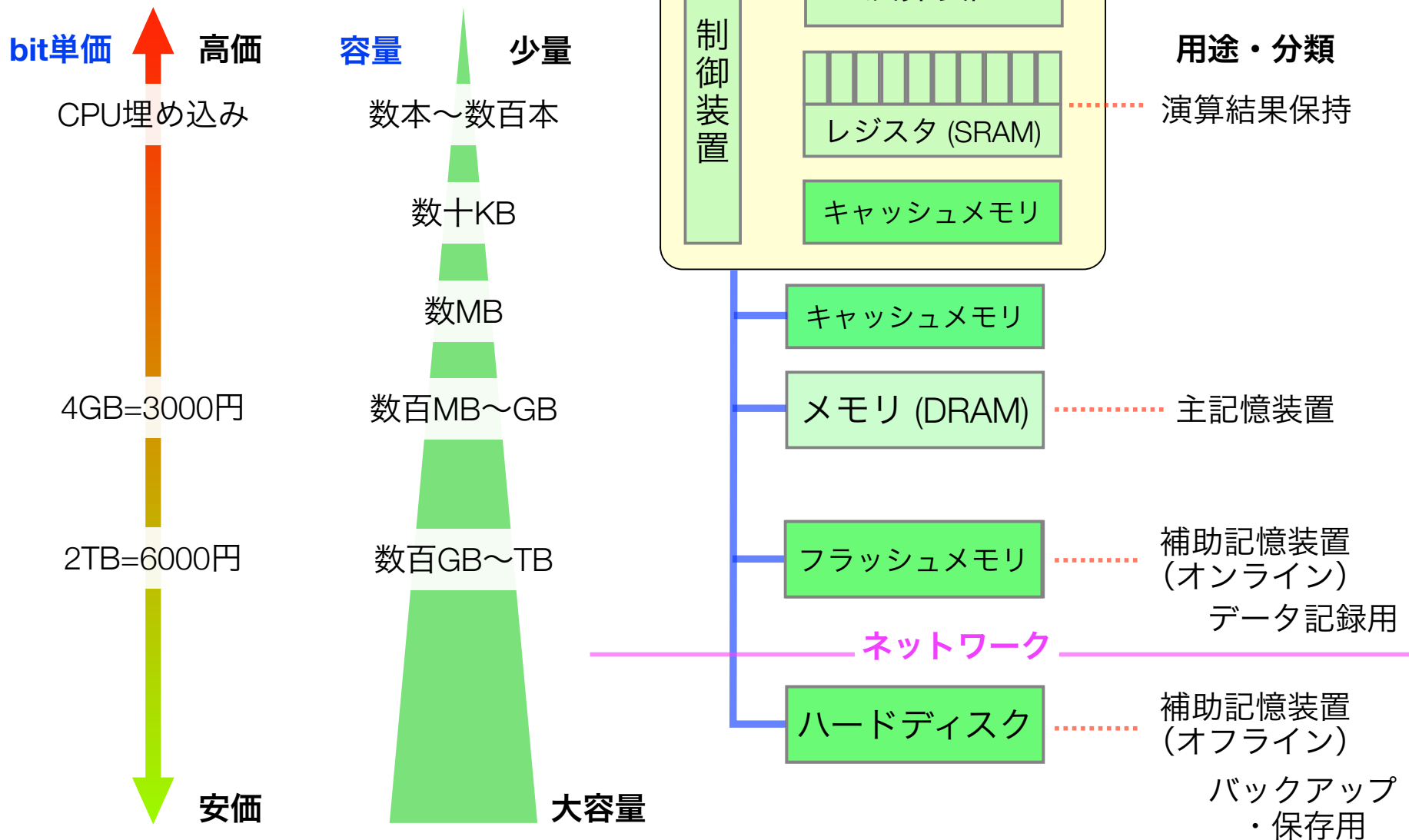
# メモリ以外のキャッシュの例



# メモリの階層構造



# メモリの階層構造



# Flash つきハードディスク

---

- 2010.5 Seagate が 4GB の Flash メモリつきハードディスクを出荷
- Momentus XT
- 現行(2012) 750GB モデル

2.5inch, 7200rpm

32MB cache, 8GB Flash



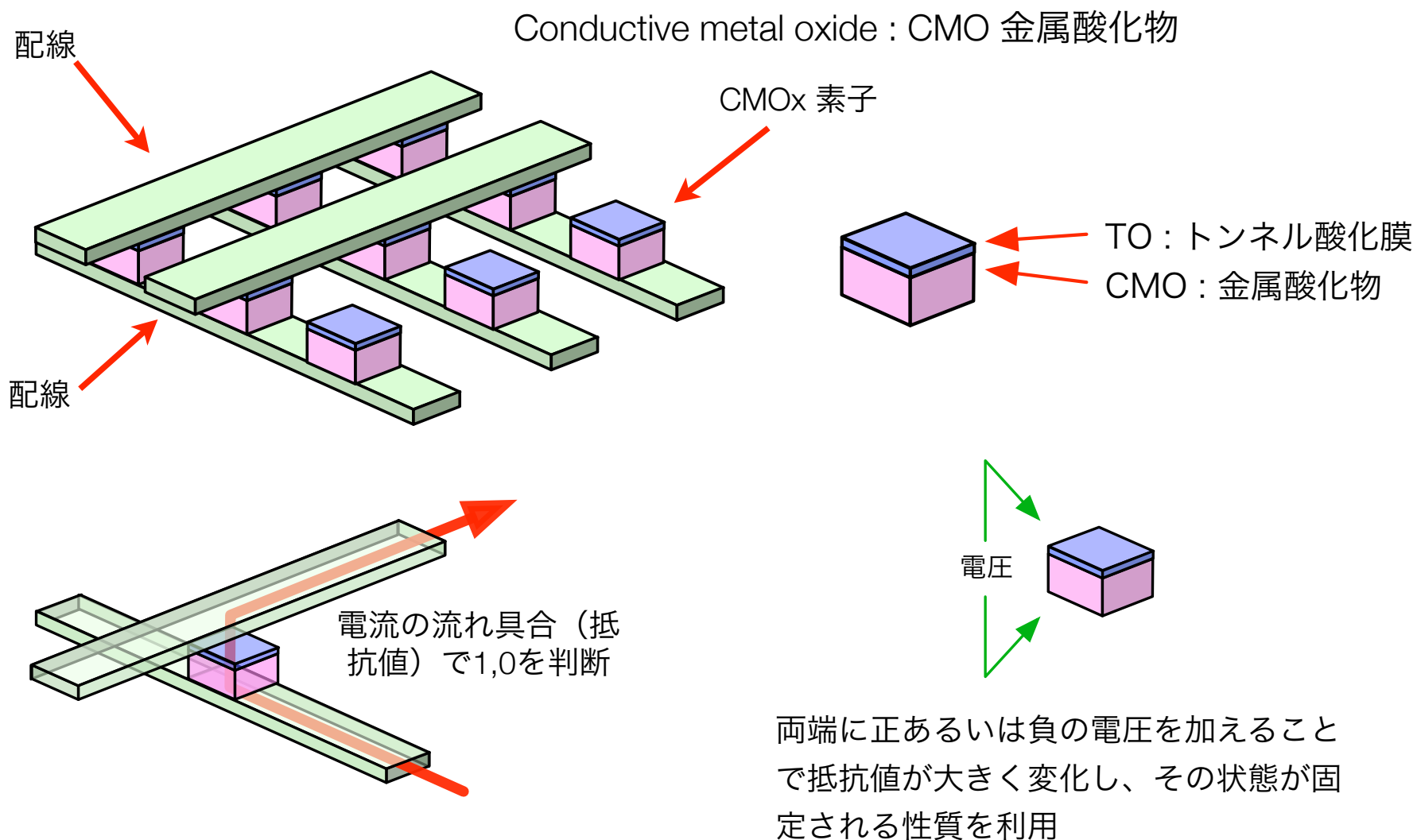
# 抵抗変化型メモリ (ReRAM, RRAM)

---

- 金属酸化物の抵抗値による記憶（原理解明は完全でない）
  - 低消費電力（書き込み 1 $\mu$ A未満）
  - 大容量
  - 不揮発性
  - 非破壊読み出し（リフレッシュ不要）
  - 三次元配置が容易
- NAND Flash を代替する補助記憶として有望
  - 64Mbit 品が ISSCC 2010 に登場（Unity 社）
  - 書き替え回数 5000 回程度に（超多値 NAND 並）

参考：日経エレクトロニクス 2010.3.8 特集記事

# 抵抗変化型メモリ (ReRAM, RRAM)



# 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）

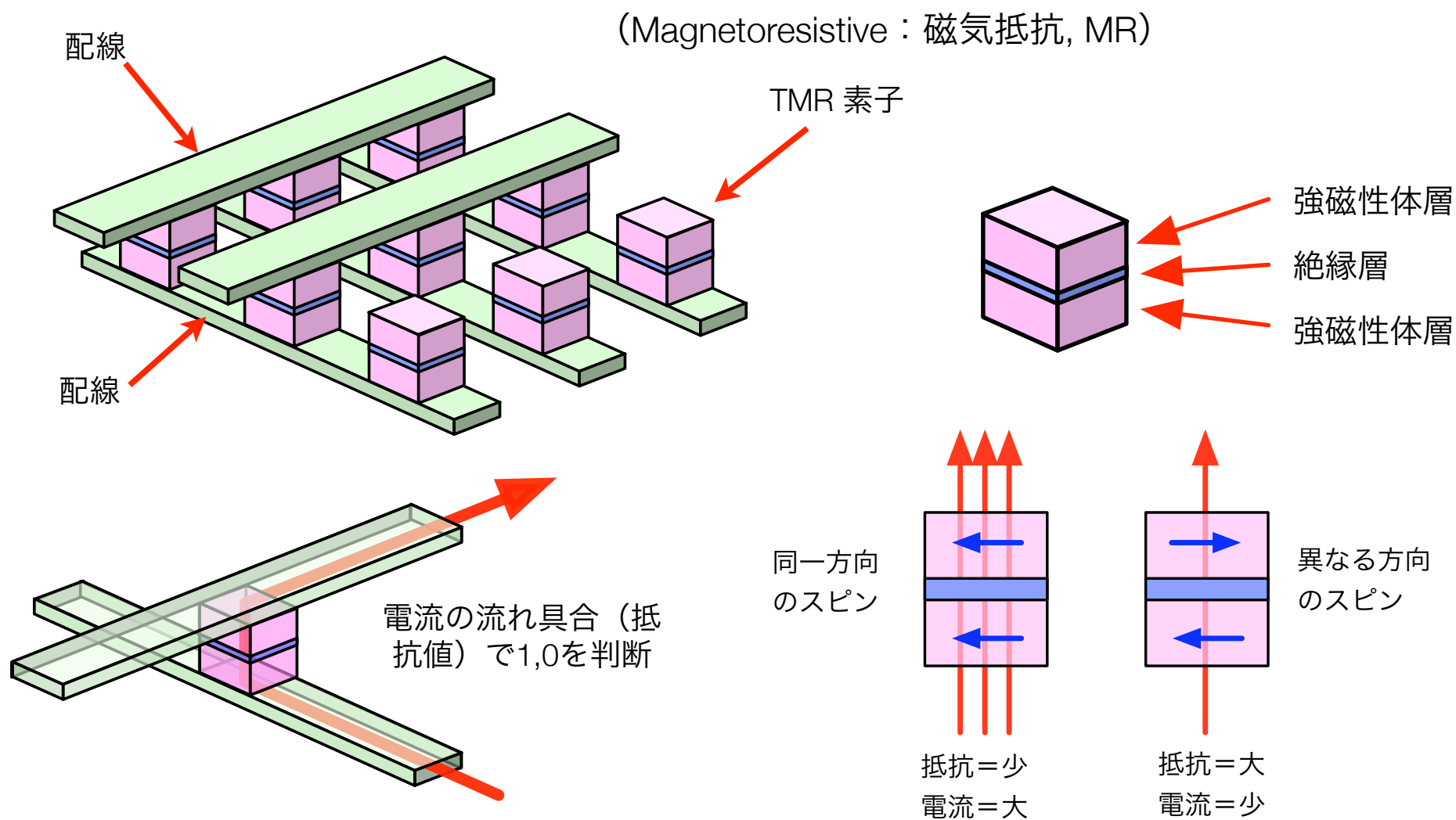
書き替え回数制限なし

- 2006.7 に Freescale が一般向けに量産

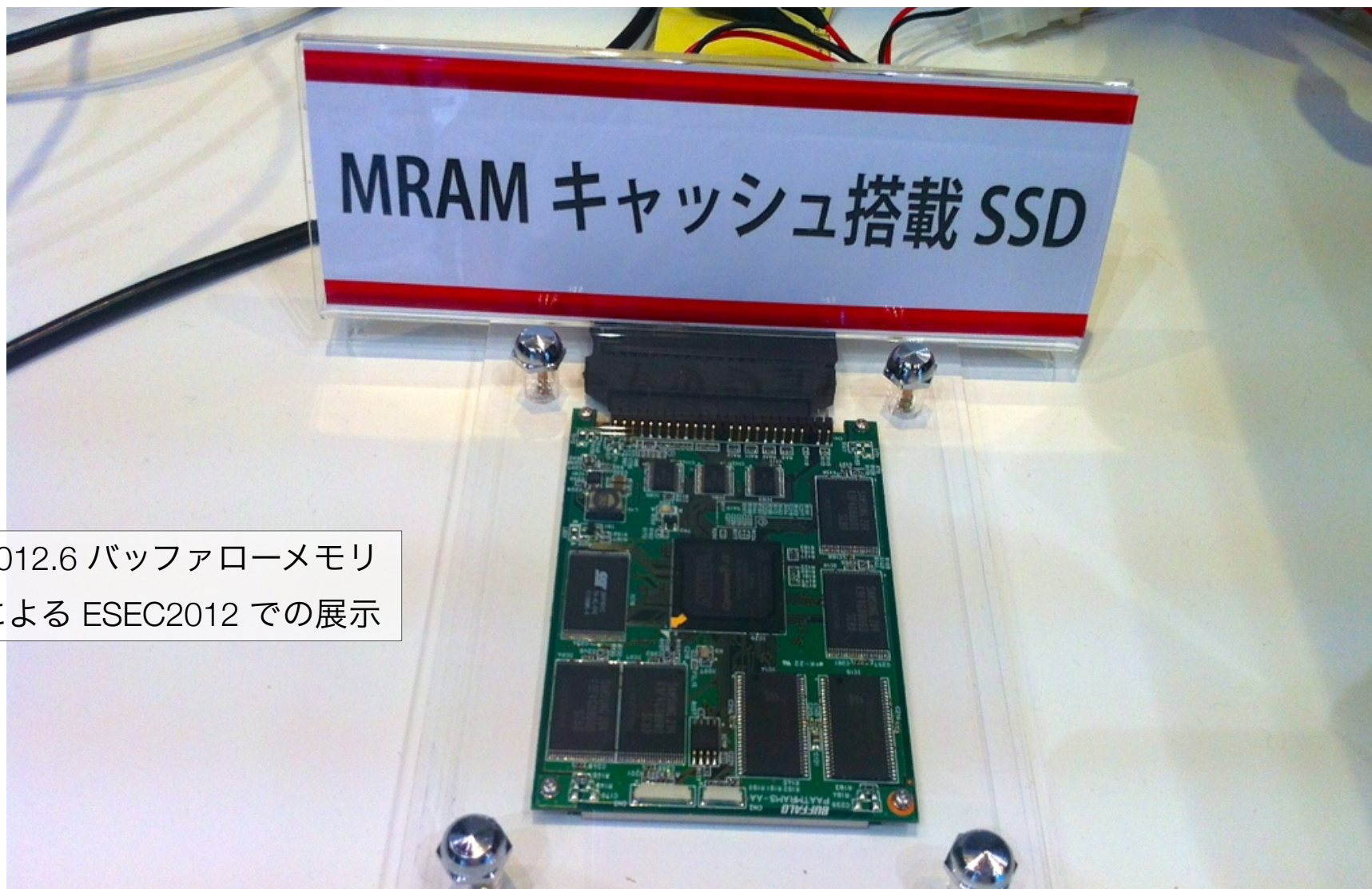
4Mbit (16bit x 256K), 35ns

- 主記憶・補助記憶として有望

# MRAM (Magnetoresistive RAM)



# MRAM 最初の製品化



2012.6 バッファローメモリ  
による ESEC2012 での展示

# 新世代のメモリ

---

- 不揮発性

「起動」という概念の変化

回転メディアの退場

- 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？