

コンピュータ基礎(5)

3章 入出力装置(pp. 148-)

この章で学習すること

- 3章 記憶装置 (pp. 148-)
 - 3.1 主記憶装置と補助記憶装置
 - 記憶階層について
 - キャッシュと仮想記憶
 - 3.2 主記憶装置 (メインメモリ)
 - 3.3 補助記憶装置とファイル
 - 3.4 磁気ディスク装置 (ハードディスクなど)
 - 3.5 光ディスク (CD, DVD, Blu-ray など)
 - 3.6 その他の記憶装置

記憶装置の分類

- **主記憶装置**（メインメモリ） 単に「主記憶」とも。
 - コンピュータの電源が入っている間に、作業中の情報を蓄える。
 - 実行中のプログラムの、プログラム本体
 - 実行中のプログラムの使う情報（C言語では、変数の値）
- **補助記憶装置**（外部記憶装置）
 - 長期的に保存する情報（電源を切っている間や、作業が一段落したときの情報）を蓄える。
 - ソフトで「保存」としたときに、主記憶の情報が補助記憶装置に保存（セーブ）される。
 - ソフトを「起動」したときは、補助記憶装置からプログラム本体が読み込まれ、メインメモリに展開される。
 - 「ファイル」として扱われる（C言語でのファイル操作は、後期「プログラミングII」で学習する）

記憶装置

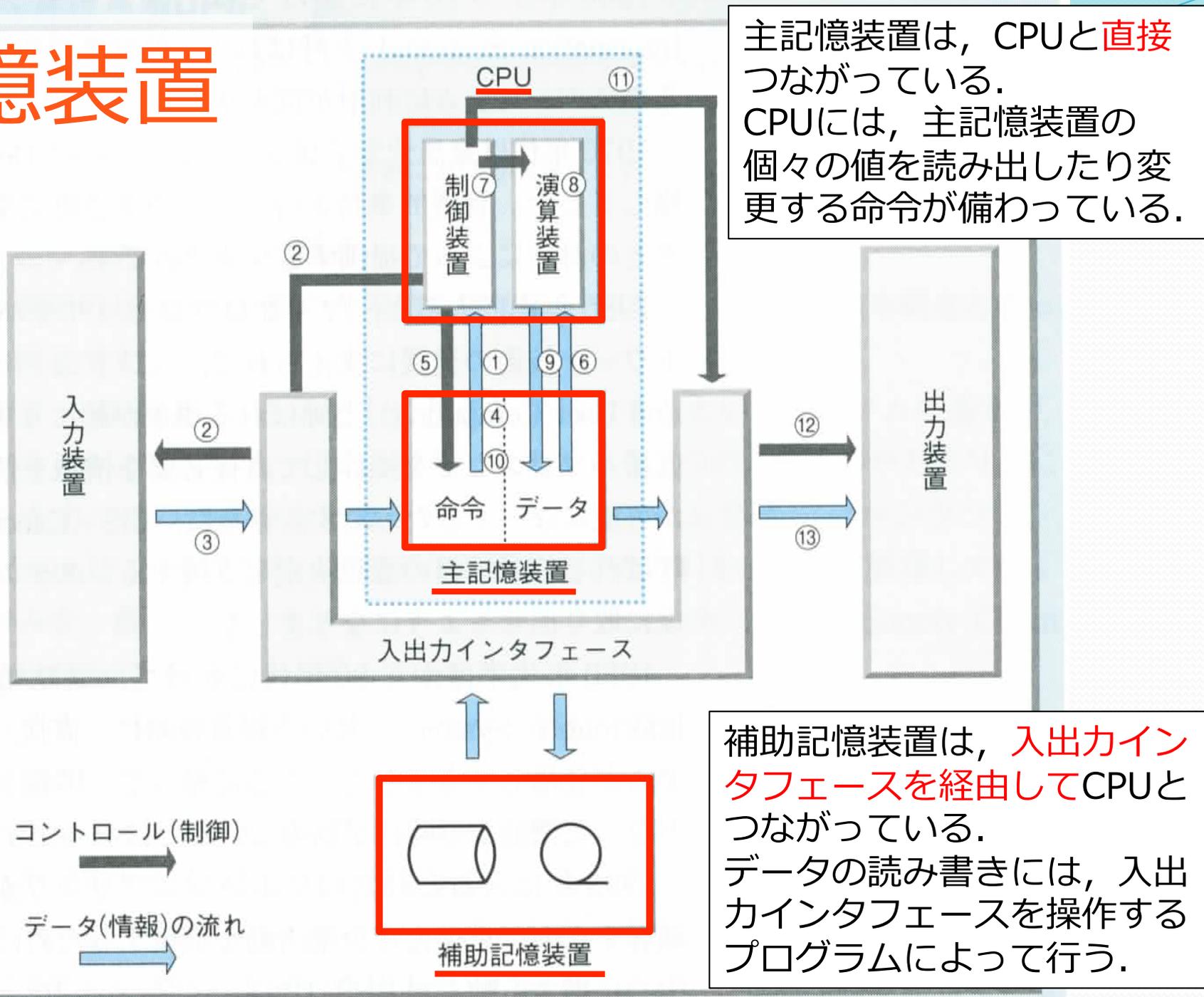


図 1-48 データの流れとコントロールの流れ

記憶装置の性能を表す項目

- 記憶容量
- 速度
 - **アクセスタイム**（アクセス時間）・・・読み書きの指令から、読み書きを完了するまでの時間.
 - サイクルタイム・・・読み書きの指令から、次の読み書きの指令ができるようになるまでの時間.
 - サイクルタイム > アクセスタイム
 - 半導体メモリではほぼ、サイクルタイム=アクセスタイム
- 揮発性
 - 電源を切ったときに情報が失われるかどうか.
 - **不揮発性**：記憶が保持される **揮発性**：消えてしまう
 - 通常、メインメモリは揮発性.

接頭辞 (補助単位)

補助単位	値		
k (キロ)	10^3	m (ミリ)	10^{-3}
M (メガ)	10^6	μ (マイクロ)	10^{-6}
G (ギガ)	10^9	n (ナノ)	10^{-9}
T (テラ)	10^{12}	p (ピコ)	10^{-12}
P (ペタ)	10^{15}		
E (エクサ)	10^{18}		



2TBのハードディスク

この Mac について

Apple logo

Mac OS X

バージョン 10.6.3

ソフトウェア・アップデート...

プロセッサ 3.06 GHz Intel Core 2 Duo

主記憶の容量 メモリ 4 GB 1067 MHz DDR3

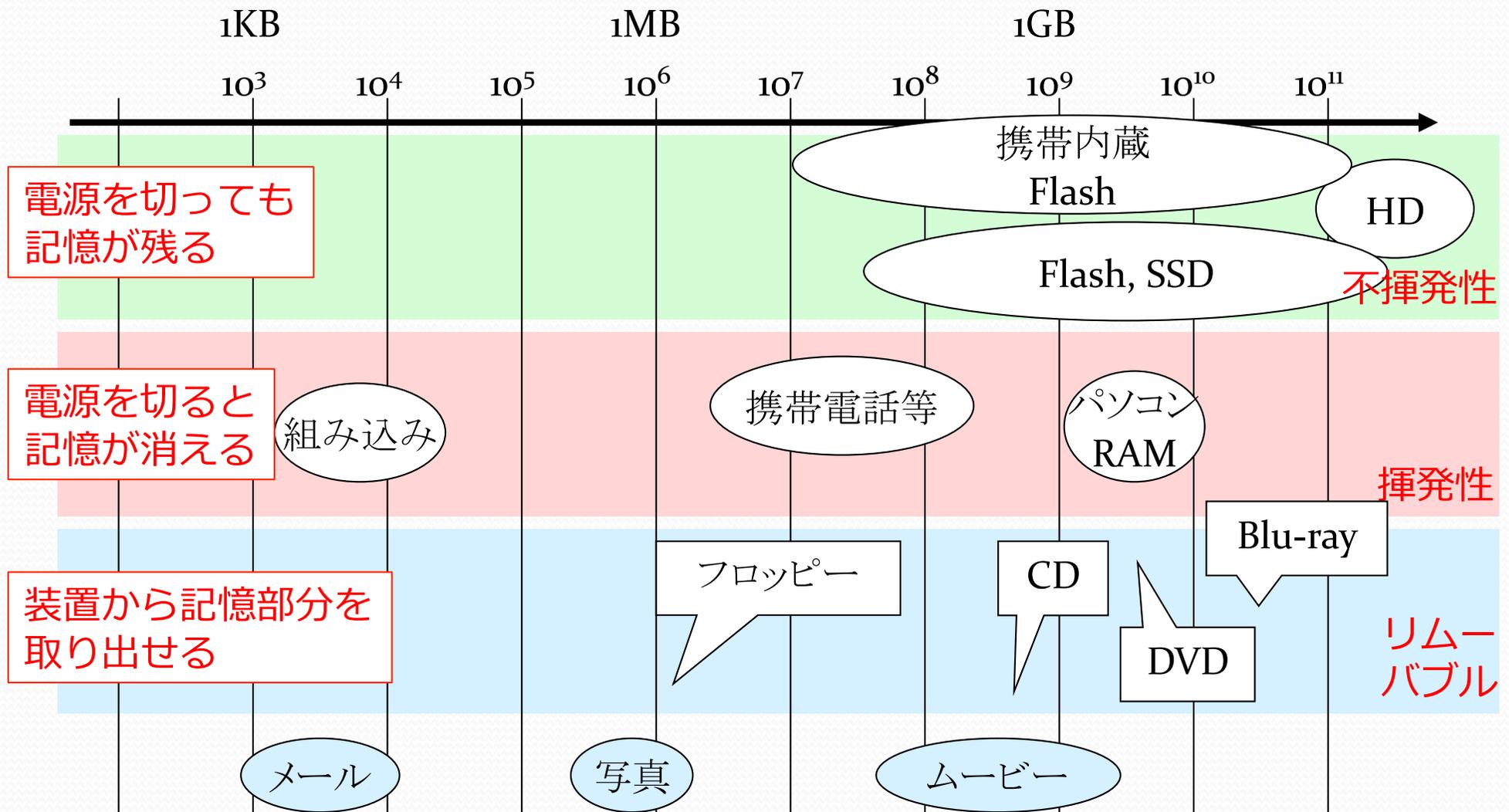
詳しい情報...

TM and © 1983-2010 Apple Inc.
All Rights Reserved.

クロック周波数

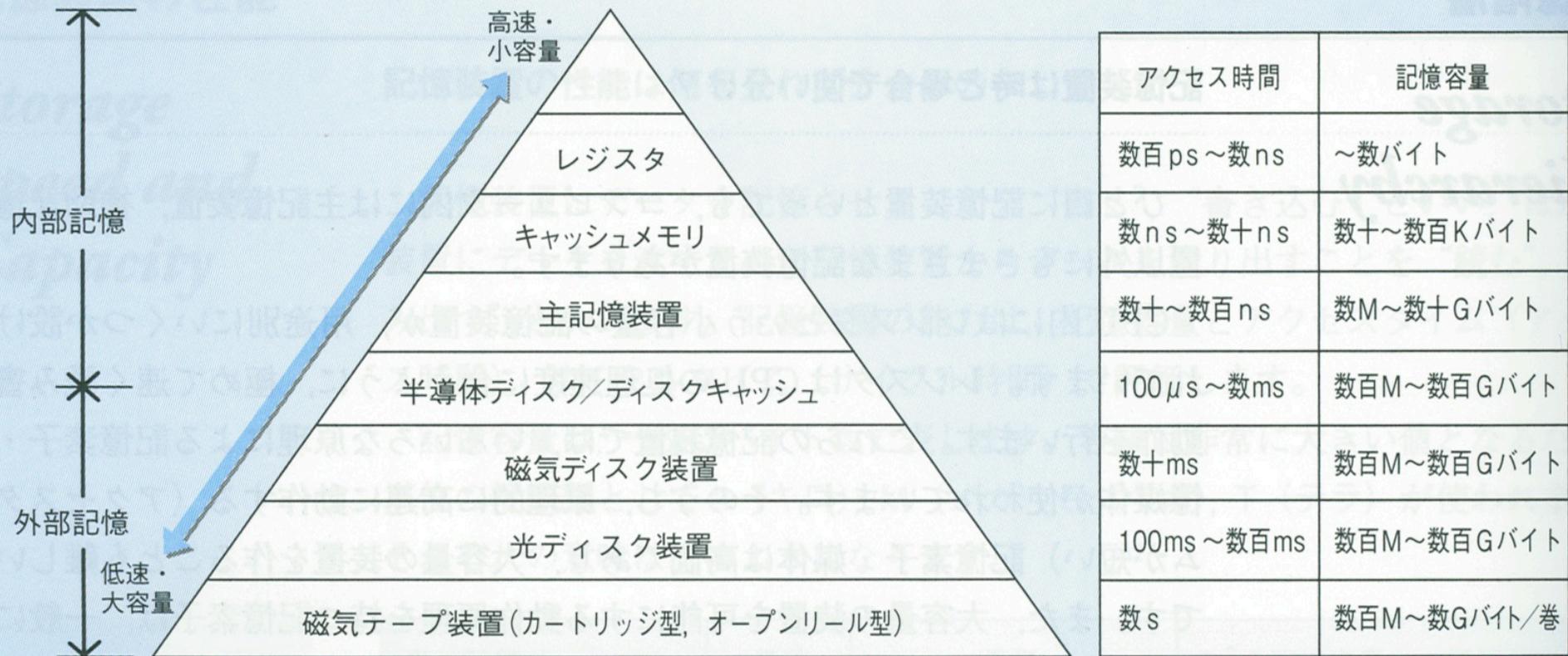
主記憶の容量

記憶装置の種類と特性2010



記憶階層

重要!!



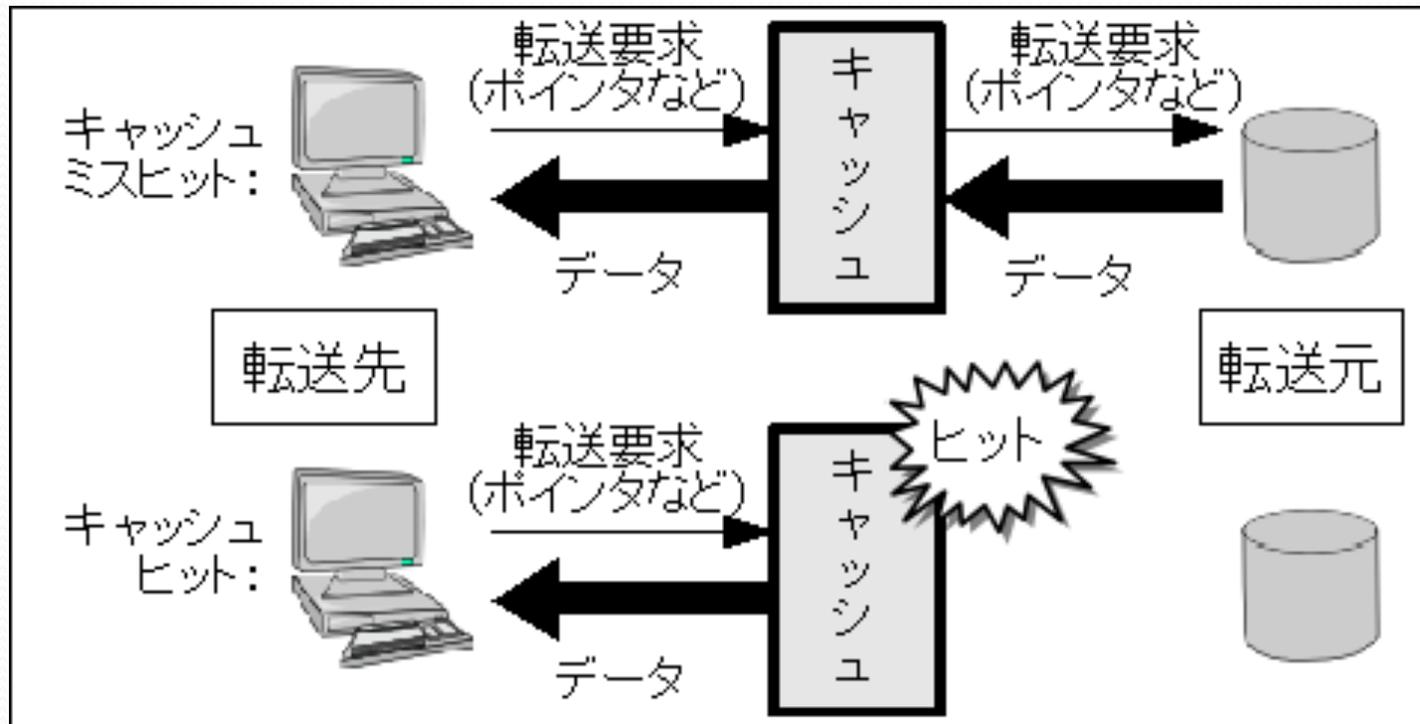
注：カートリッジテープライブラリ装置では、アクセス時間が10秒程度、記憶容量は数十テラバイトです。

図 3-6 記憶階層の構造と特性

- 大容量のメモリほど遅い
 - 速度と記憶容量の両立のため、階層化されている

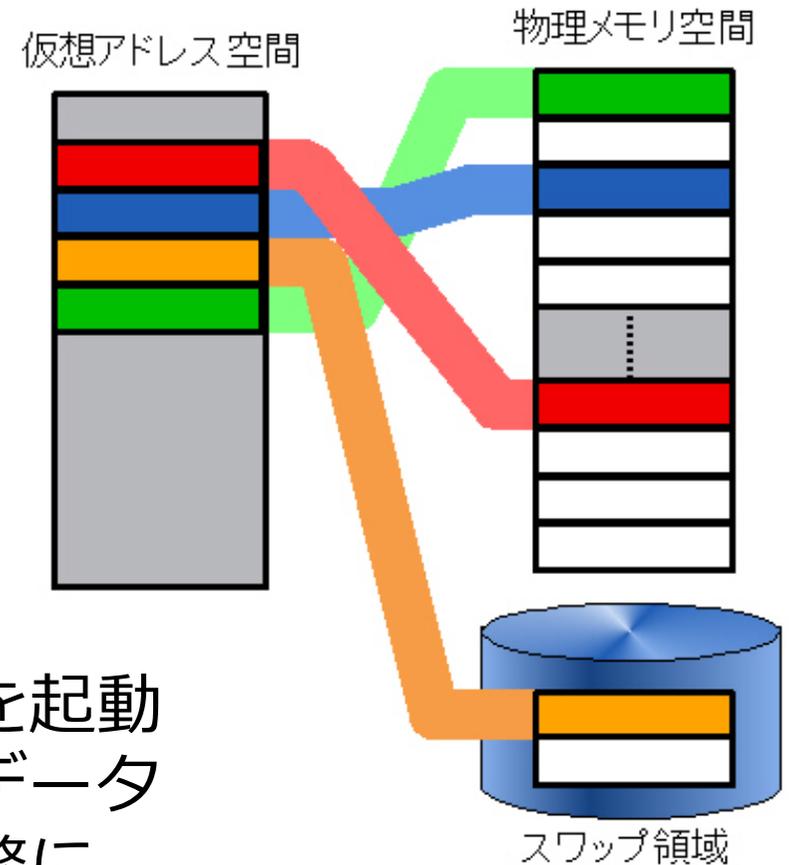
キャッシュ(cache)

- 記憶装置の**見かけの速度**を速くする工夫
 - 一度読み書きした情報を高速な記憶装置にも蓄えておき、**二度目の読み込み**の時にそれを使う
 - 書き込まれるデータをまず預り、後から書き込む
 - 使い勝手は、元の大容量の記憶装置と変わらない



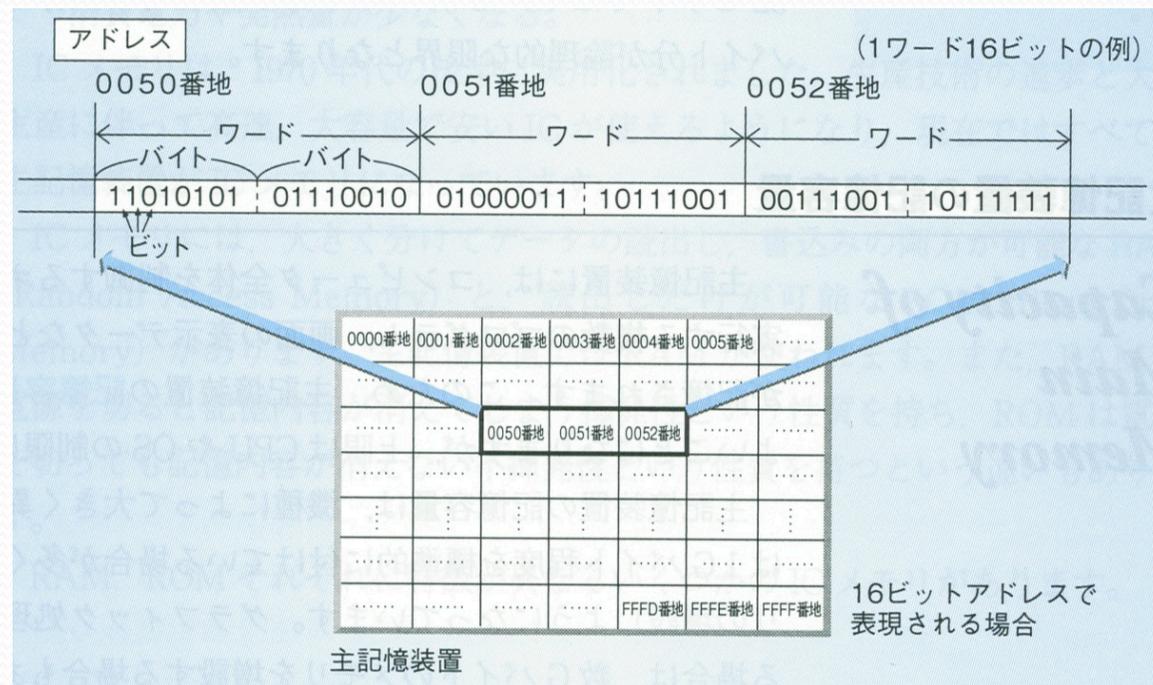
仮想記憶

- 記憶装置の見かけの容量を大きくする工夫
 - 高速な記憶装置に収まりきらないデータを、より低速な記憶装置へ自動的に退避する
 - 使い勝手は元の高速な記憶装置と変わらない
- 仮想記憶のポイント
 - できるだけ使用頻度の低いデータを外部に退避する
 - パソコンでたくさんのソフトを起動しすぎると、遅くなるのは、データの入れ替え（スワップ）が頻繁に発生するため



メインメモリのアクセス方法

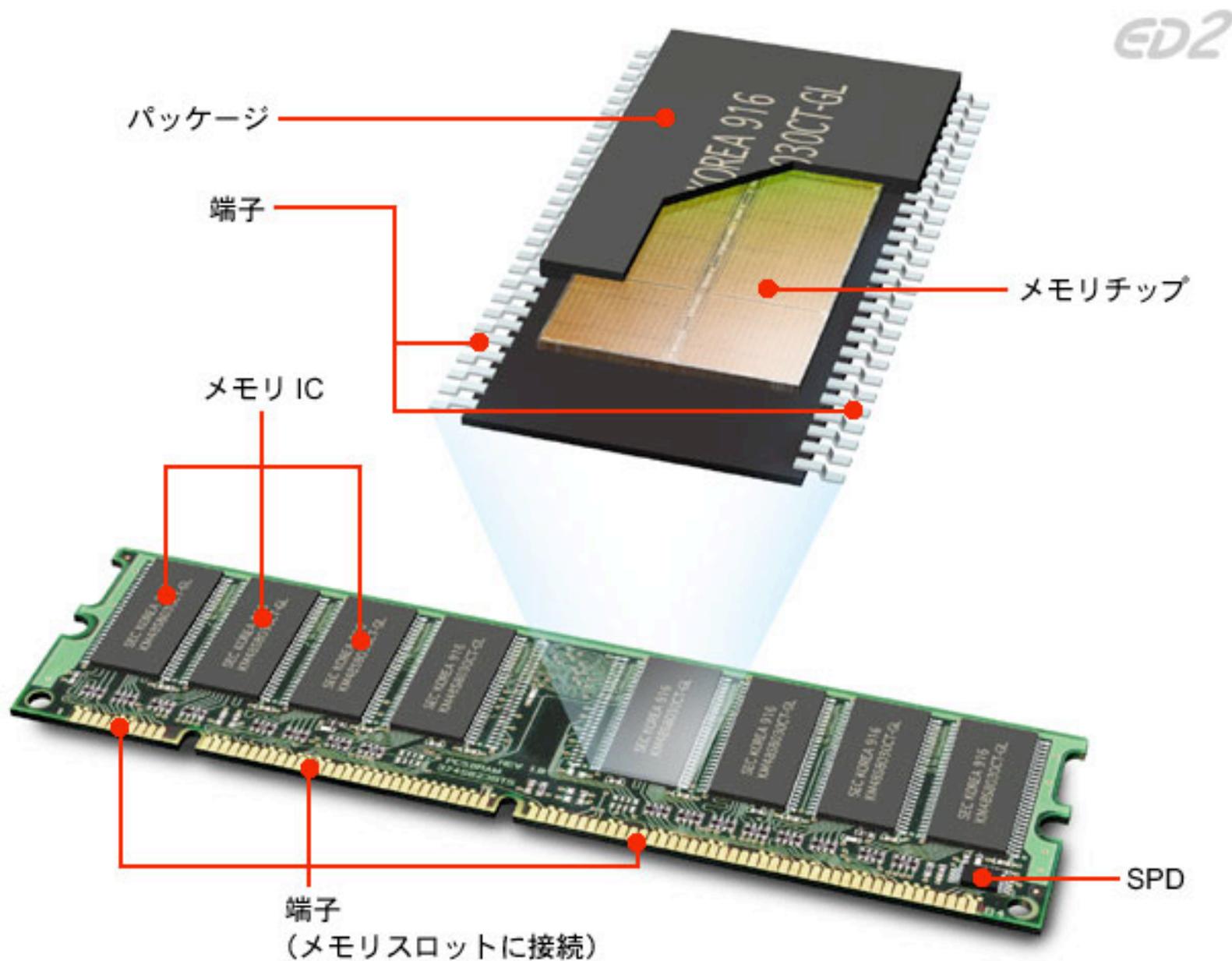
- アドレス（メモリ番地）
 - 場所を表す連番（アドレス, 番地）でアクセスする
 - 一度に読み書きされるデータの大きさをワードという
 - アドレスは, ワードまたはバイト単位で表される
 - 組み込み機器など小型のコンピュータ：ワード単位が多い
 - パソコン, 携帯電話等：バイト単位が多い



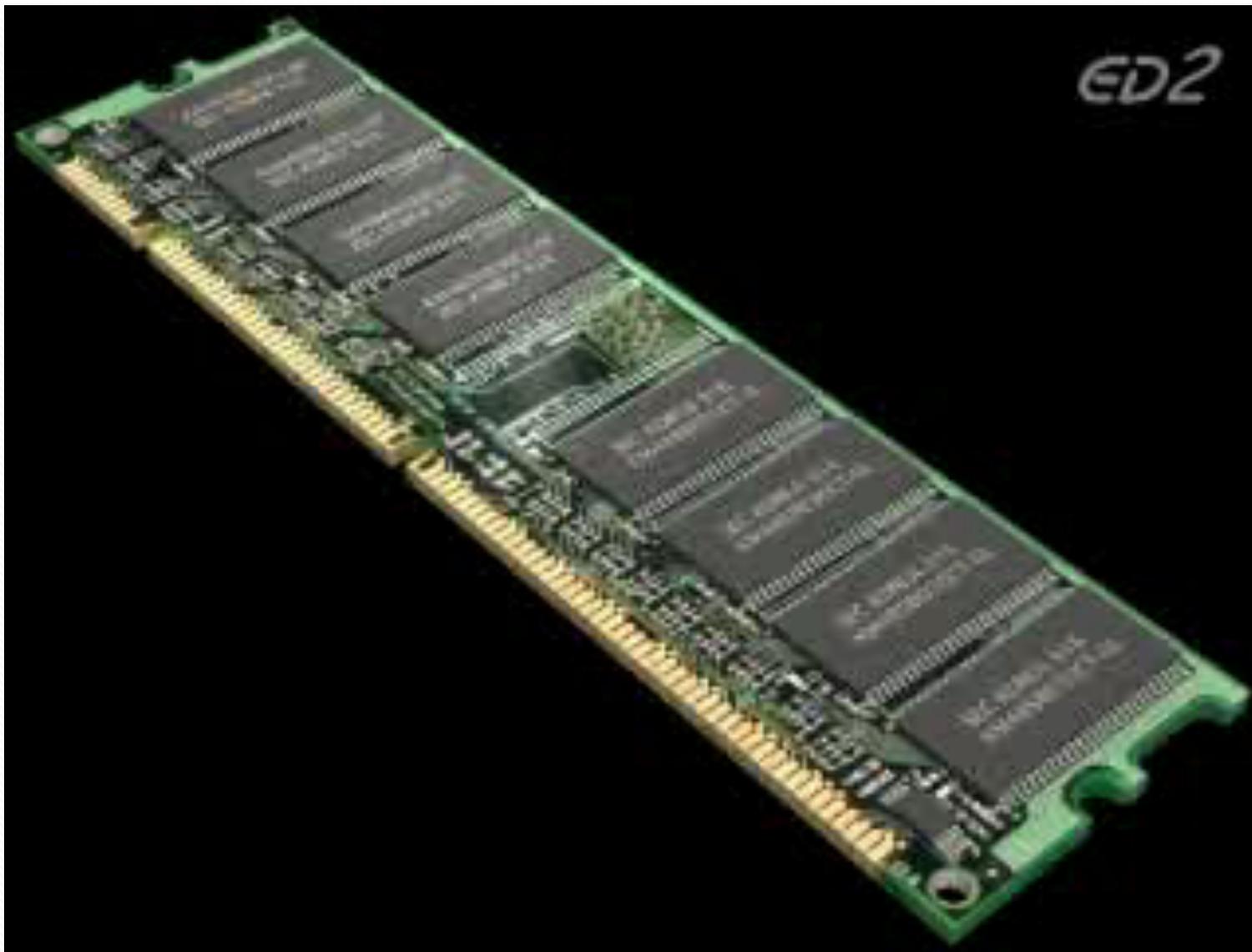
メモリについて（再掲）

- 書き込みが出来るかどうか
 - 書き込み可能：RAM (Random Access Memory)
 - 読み出しのみ：ROM (Read Only Memory)
- 電源を切ったときの振る舞い
 - 揮発性：電源 OFF で忘れてしまう
 - パソコンに搭載されている RAM は揮発性
 - 不揮発性：データは消えない
 - ROM は不揮発性. 電源を入れた直後の動作を決める
 - パソコンには少しだけしか搭載されていない
 - 組み込み機器のプログラムは全て ROM に格納されている
- 最近では「書き込み可能・不揮発」なメモリが増加
 - フラッシュメモリ（デジタルカメラの記憶媒体）など
 - 読み書きが遅く、また書き込みに多くの電力が必要
 - 補助記憶装置として扱われることが多い

メモリ(RAM)の構造

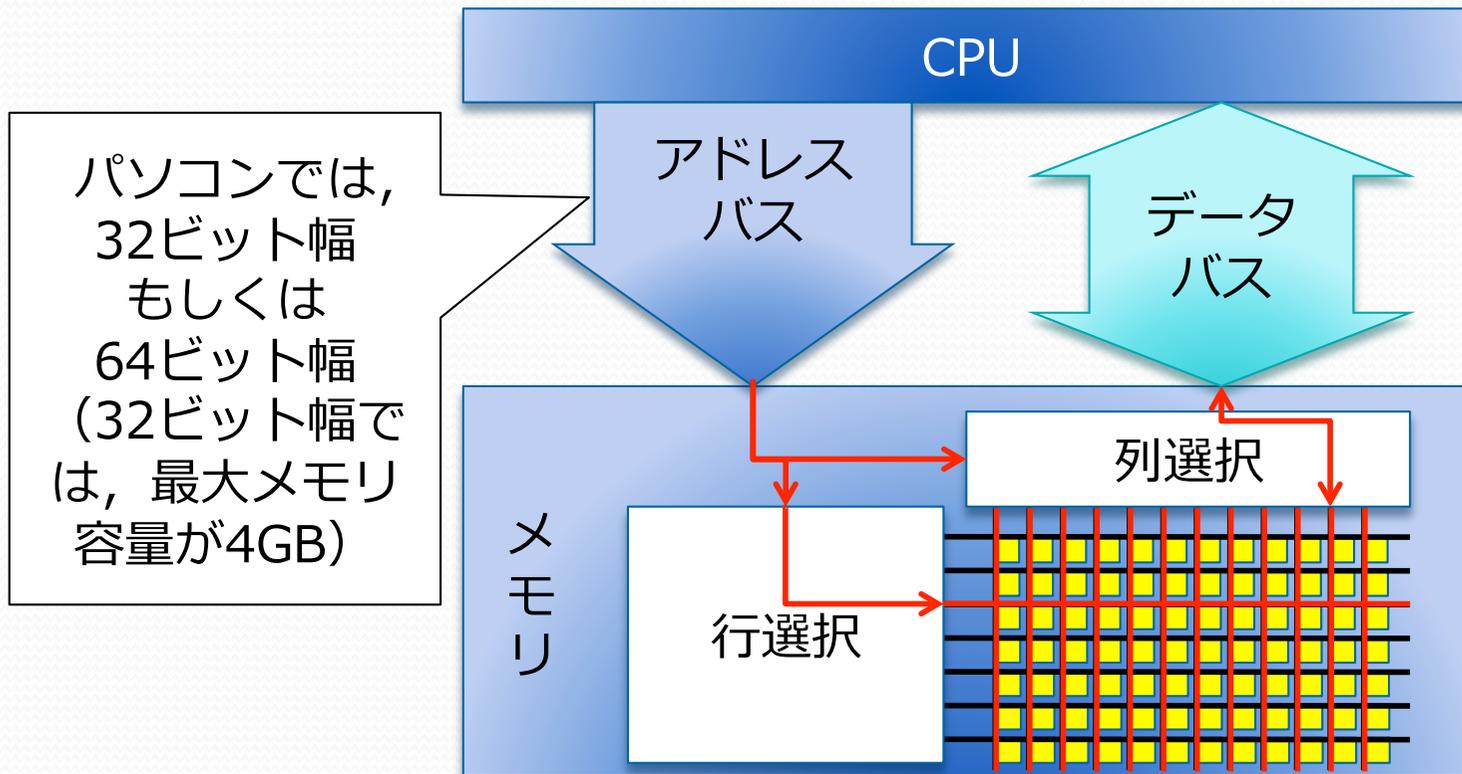


メモリの動作原理



- DRAMの動作原理

アドレスバスとデータバス



- アドレスは、CPUからメモリへの一方通行（アドレスバス経由）
 - アドレスバスの幅が、搭載できる最大メモリ容量を決める
- データは、双方向（データバス経由）
 - データバスの幅が、同時に読み書き出来るビット数を決める
 - 通常、ワード幅になっている
- メモリ内部では、一列が一斉に読み出し・書き込みされる

RAMの種類

- SRAM（スタティックRAM）
 - 論理回路素子（計算に用いる素子と同じ素子）によって構成されている
 - アクセス速度は非常に速い
 - DRAM に比べて専有面積が大きい（小容量）
 - CPU内のレジスタや、キャッシュメモリに用いられる
- DRAM（ダイナミックRAM）
 - コンデンサに蓄えた電荷によって記憶する
 - SRAM よりも大容量化が容易である
 - 主記憶のほとんどはDRAMで構成されている
 - **リフレッシュ**動作が必要
 - コンデンサに蓄えられた電荷がじわじわと漏れて減ってしまうので、読めなくなる前（数ミリ秒ごと）に読み出して、書き込み直す動作が必要。

ROMの種類

- 読み出し専用のメモリ
- 記憶内容の設定・消去方法によって分類される
 - マスクROM・・・製造段階で内容を作りこんである
 - PROM（プログラマブルROM）・・・書き込み専用装置（ROM writer）で一度だけ書き込める
 - EPROM（Erasable ROM）・・・ガラス窓があり，紫外線を照射すると消すことができる
 - EEPROM（Electrically EPROM）・・・電気信号により内容を消去できる。
- EEPROM が発展し，フラッシュメモリが登場した。

フラッシュメモリ



様々な規格が乱立

- ❑ CF (コンパクトフラッシュ)
- ❑ SD / MMC (松下等)



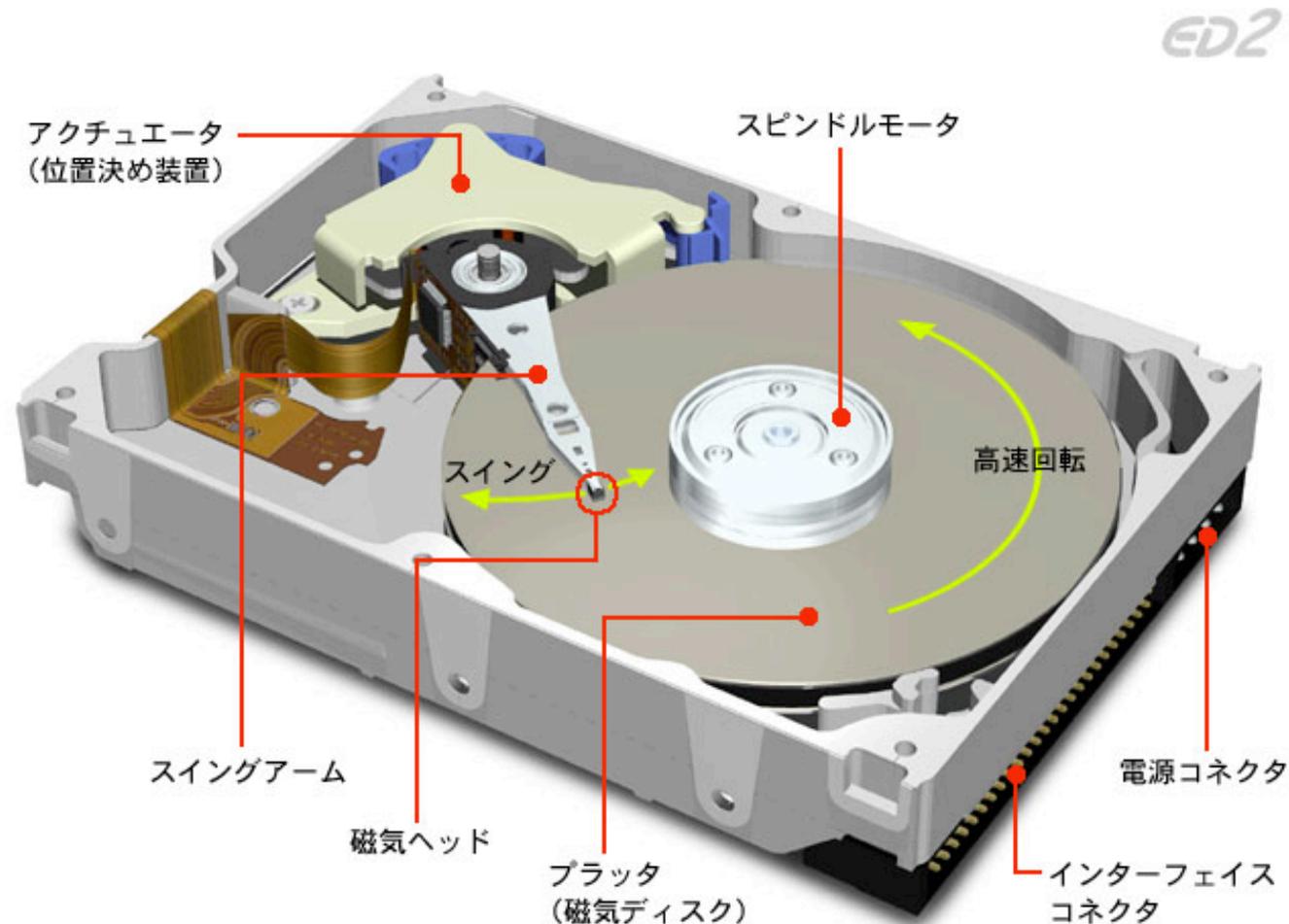
- ❑ MemoryStick (ソニー)
- ❑ SmartMedia (富士フイルム等)
- ❑ xD-Picture (オリンパス・富士)

- デジタルカメラ用フラッシュメモリ (コンパクトフラッシュ)

補助記憶装置の種類

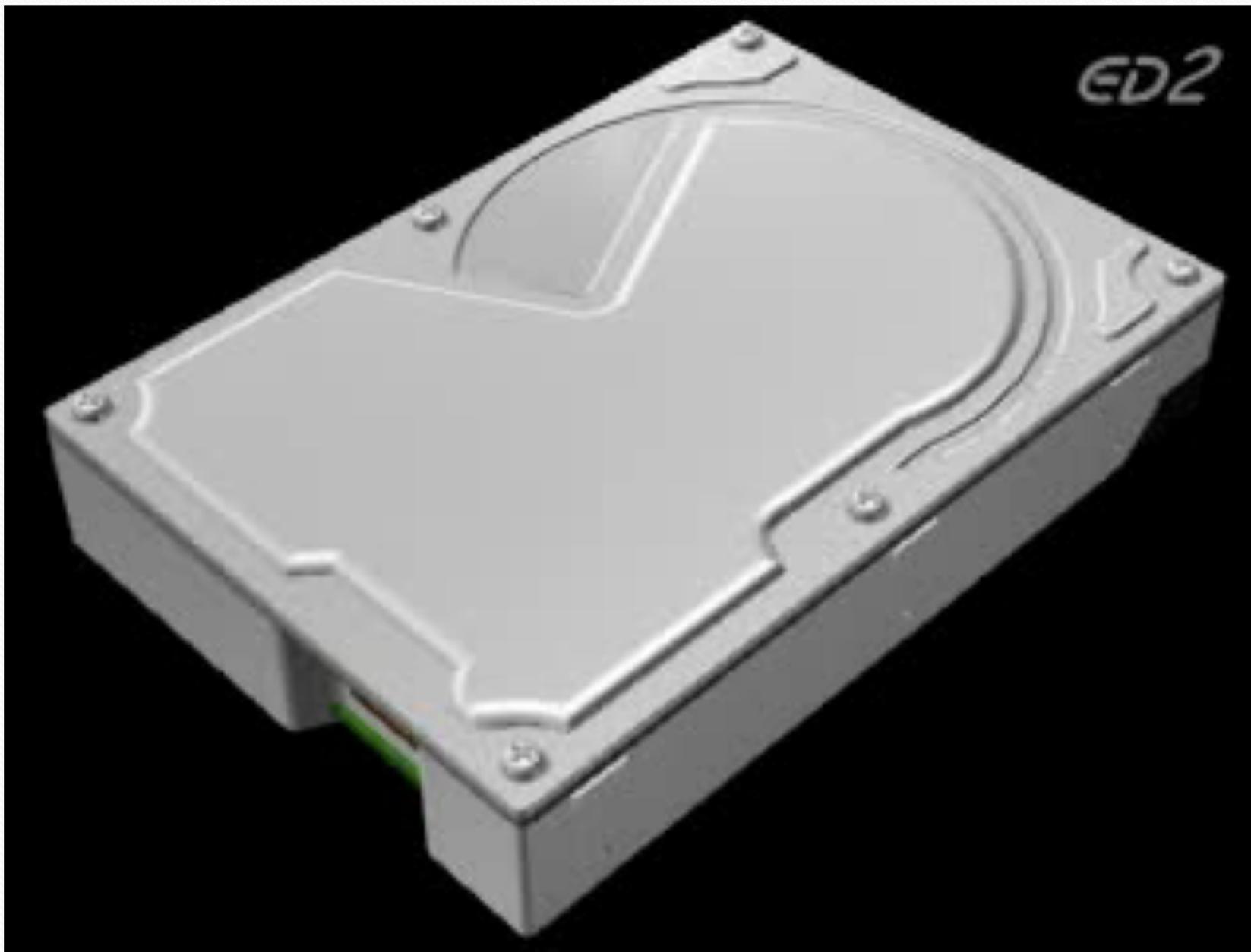
- 磁気ディスク装置
 - ハードディスク
 - フロッピーディスク
- 光ディスク装置
 - CD, DVD など出荷段階で書き込まれているもの
 - CD-R, DVD-R など一度だけ書き込めるもの
 - CD-RW, DVD-RW など全体の消去もできるもの
 - DVD-RAM のように部分的書き換えができるもの
 - MO(Magneto-Optical) : 光と磁気を両方用いるもの
- 磁気テープ装置
 - 大容量. バックアップ向けに用いられる
- 半導体記憶装置 (メモリカード, USBメモリ, SSD)

ハードディスク

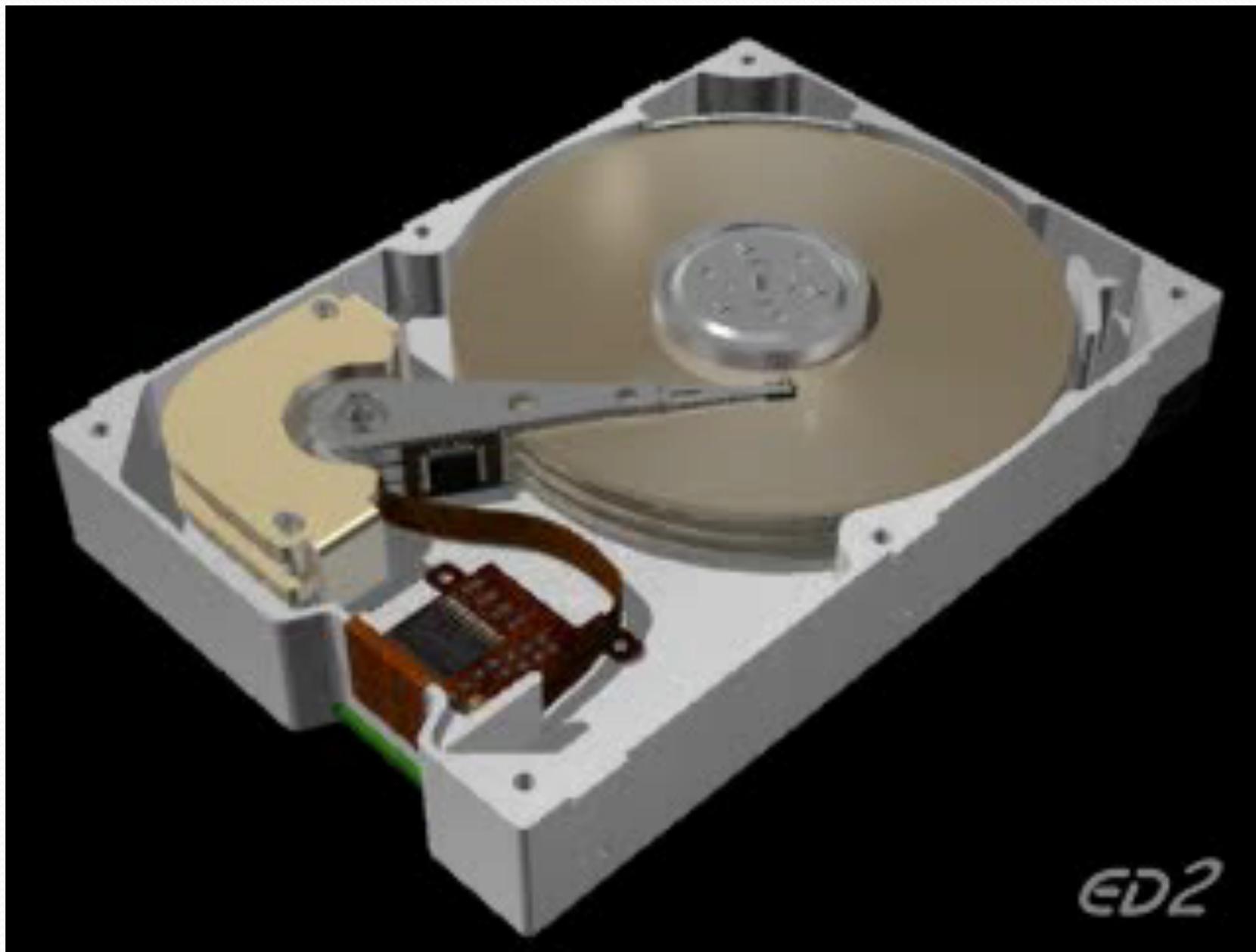


- データを磁氣的に（カセットテープのように）記録
不揮発性（電源を切っても消えない）

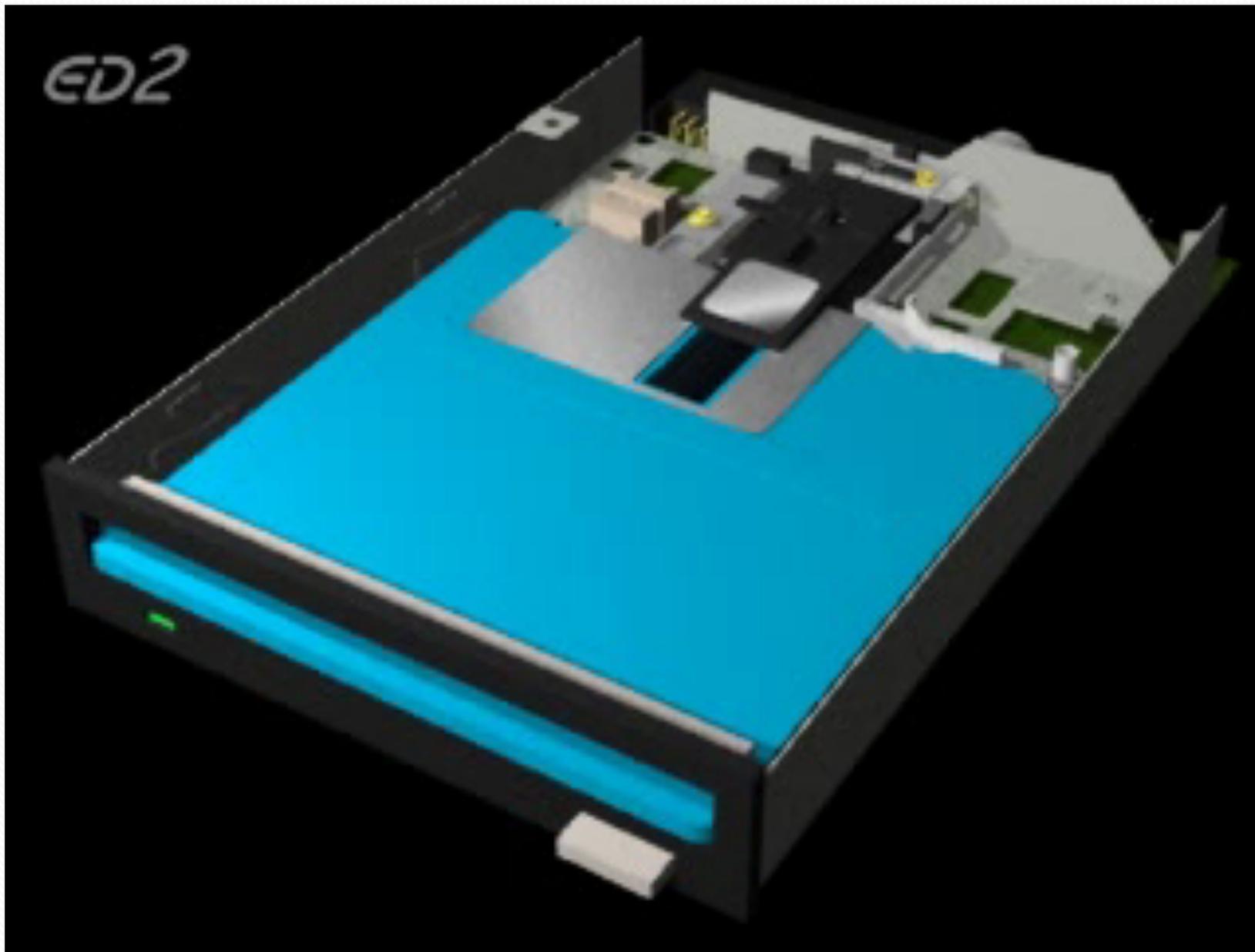
ハードディスクの構造



ハードディスクの動作



フロッピーディスクの仕組み



CDの仕組み



回転型の記憶装置



- ハードディスク（左から MicroDrive, ノートPC用, デスクトップPC用）

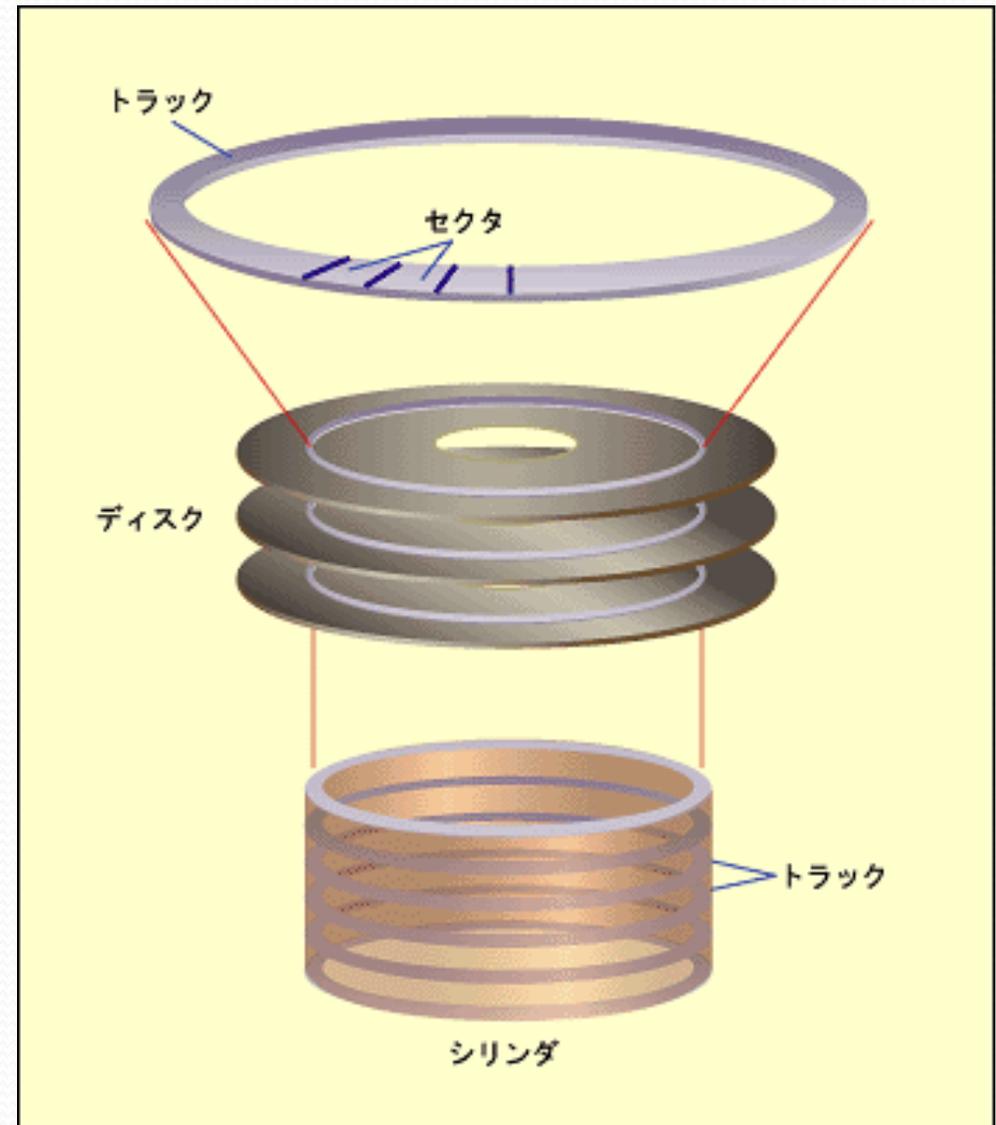


- CD-R : CD-Recordable
(1度だけ書き込み可)
- CD-RW
CD-ReWritable
(何度でも書き換え可)
- DVD-ROM, -RAM,
DVD-R, -RW, DVD+R,
+RW ...

磁気ディスク装置の構造

- ディスク面が複数ある
 - 表裏, ディスク枚数
- 磁気ヘッドは一斉に動く
 - 磁気ヘッドが読み出す1本の円を**トラック**と呼ぶ
 - ある半径の**トラック**が一斉に読み出される. そのグループを**シリンダ**と呼ぶ.
- トラックは同じ大きさの**セクタ**に分かれる

※光ディスクの多くは,
渦巻き型の記録方式.



回転型記憶装置のアクセス

- シーク時間

- 読み出しヘッドが、読みだしたいトラック（シリンダ）の位置へ移動（シーク動作）するまでの時間
- 平均シーク時間として表す

- サーチ時間（回転待ち時間）

- 読み出したいセクタがヘッドの場所まで回ってくるまでの時間
- 平均回転待ち時間は、ディスク回転時間の1/2

- データ転送時間

- データを実際に読み書きする時間。
データ量によって変化する。
- データ転送速度は、1トラックの容量と回転速度で決まる。

アクセス時間 = シーク時間 + サーチ時間 + データ転送時間

アクセス時間の計算 (p. 172)

- 教科書の条件
 - 平均シーク時間：15ミリ秒
 - 回転速度：3000rpm(毎分3000回転)
 - 1トラックの記憶容量：20,000バイト
 - 記録面数（シリンダあたりのトラック数）：4
 - シリンダ数：155,000シリンダ
- ディスク容量
 - $20,000 * 4 * 155,000 = 12.4\text{GB}$
- アクセス速度(4,000バイト読み出し)
 - 平均回転待ち時間： $(60\text{秒}/3000\text{回転})/2 = 10\text{ミリ秒}$
 - データ転送速度： $(20,000 * 4)/20 = 4,000\text{バイト}/\text{ミリ秒}$
 - アクセス時間 = $15 + 10 + 1 = 26\text{ミリ秒}$

その他の用語

- **ファイル**：データアクセスの単位
 - 文書ファイル, 画像ファイル, . . .
- ファイルの中身 (**レコード**・**フィールド**)
 - データベースシステムでよく用いられる



- ボリューム
 - 補助記憶装置の物理的単位. 「1台の装置」.