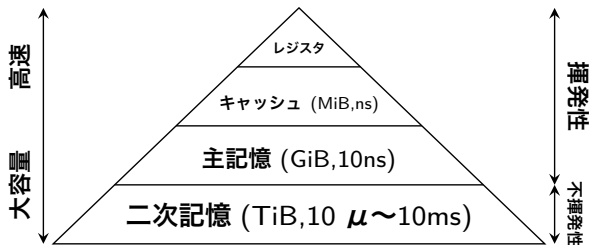


# オペレーティングシステム

## 第13章 二次記憶装置（ストレージ）

<https://github.com/tctsigemura/OSTextBook>

# 記憶装置の階層 (1)



- **レジスタ**は CPU レジスタのこと。  
容量は数十～数百バイト程度，高速アクセスが可能，揮発性
- **主記憶（メモリ）**  
アクセス時間は数十ナノ秒程度  
容量は数 Gi バイト～数十 Gi バイト程度，揮発性
- **二次記憶装置**  
ハードディスクや SSD（Solid State Drive）のこと。  
アクセス時間は数ミリ秒～数十ミリ秒（ハードディスク），不揮発性

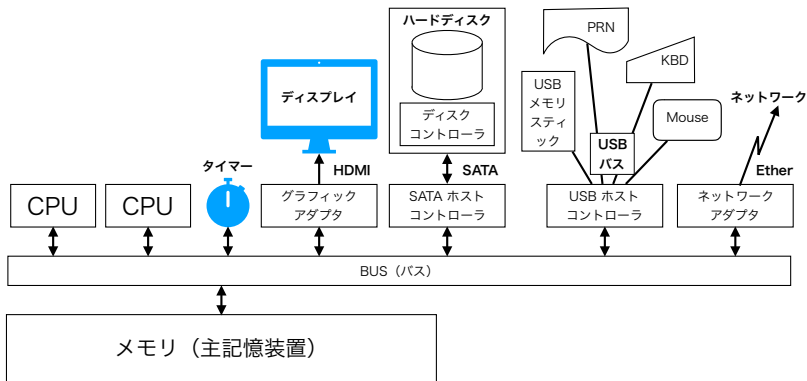
## 記憶装置の階層（2）

夫々の特性に合った使い方をする.

**二次記憶装置の特性**は次の通り.

- 大容量（ビット単価が安い）  
オペレーティングシステム，アプリケーション，データなどの  
全てを格納できる.
- 不揮発性（電源を切っても消えない）  
プログラムやデータの永続的な置き場所として適している.

# 二次記憶装置の種類（１）



## 接続方式

- CPU からはホストコントローラを介してアクセスする。
- 二次記憶装置はホストコントローラの先に接続される。
- USB メモリスティックやポータブルハードディスクは取り外し可能。
- 取り外し可能 => データ交換，バックアップ用途にも適する。

## 二次記憶装置の種類（2）



### テープ型装置

- データのバックアップや輸送用（ビット単価が安い）
- シーケンシャルアクセス専用
- 読み出し位置まで進むために数分！！

## 二次記憶装置の種類（3）



### ディスク型装置

- ランダムアクセスが可能
- ハードディスクのこと（CD-ROMなどの光ディスクも仲間）
- SSD, USBメモリ, その他メモリカードも仲間

# ハードディスク（1）

## ハードディスク

- データは磁氣的に円盤の表面に記録され**不揮発性**.
- アドレスを指定して**ランダムアクセス**が可能.
- **セクタ**単位で読み書きを行う.
- システムの起動ドライブ（OS, アプリ, データ全てが置かれる）
- 仮想記憶のバックストレージとしても使用される.
- ハードディスク管理が, OS の性能や使い勝手を左右する.
- ファイル管理機構はハードディスクを前提にしていることが多い

## セクタ・トラック・シリンダ

- 同心円の**トラック** (*Track*)
- トラックを区切った**セクタ** (*Sector*)
- トラックをまとめた**シリンダ** (*Cylinder*)

## ハードディスク (2)





# ハードディスク（3）

## セクタのアドレッシング

512 バイト（4KiB）のセクタのアドレス付け方法

- CHS (*Cylinder Head Sector*) 方式
  - Cylinder Head Sector の三次元アドレス.
  - Head は Track と同じ意味.
  - CHS は PC の世界で使用されてきた用語.
  - ハードディスクの物理的な構造通りのアドレッシング.
  - 過去, 長く使われてきた方式.
- LBA (*Logical Block Addressing*)
  - セクタの通し番号（一次元）を用いる.
  - ハードディスクブラックボックス化（物理構造が不明）
  - CHS は煩雑なだけでメリットがなくなった.

# フォーマット（1）

## ハードディスクの初期化の例

### 1. 低レベル（物理）フォーマット

ディスクの表面に磁氣的にトラックを書き込む.

### 2. パーティション（区画）に分割

- 装置全体を一つの**ボリューム** => 大きすぎる
- 区画に分割し区画をボリュームとして扱う =>  
オペレーティングシステムのパーティション  
ユーザデータのパーティション => ここだけバックアップ
- 複数のオペレーティングシステムをインストール  
第1パーティション（ボリューム）に Windows  
第2パーティション（ボリューム）に Linux  
第3パーティション（ボリューム）に FreeBSD

### 3. 高レベル（論理）フォーマット

各ボリュームの内部に該当オペレーティングシステムの  
空のファイルシステムを作る.

# フォーマット（2）

## PC用ハードディスクのパーティションの例

MBR
パーティション 1
パーティション 2
パーティション 3
パーティション 4

- *MBR (Master Boot Record)*
  - ハードディスクの先頭セクタ（LBA0）に格納
  - MBR のサイズは 512 バイト
  - 内容は**ブートプログラム**と**パーティションテーブル**

# フォーマット (3)

## PC用ハードディスクの MBR の内容

ブートプログラム (446 バイト)
パーティション テーブル (64 バイト)
シグネチャ (2 バイト)

- MBR (Master Boot Record) (512 バイト)
  - ブートプログラム (446 バイト)  
PC の機械語プログラム (OS を起動するためのプログラム)
  - パーティションテーブル (64 バイト)  
各パーティションの位置と大きさ等を記録する 4 行の表
  - シグネチャ (2 バイト)  
フォーマットされている目印 (55H, AAH)

# フォーマット (4)

## PC用ハードディスクのパーティションテーブルの例

Flag (1)	Start CHS(3)	Type (1)	End CHS(3)	Start LBA(4)	Size (4)
80H	???	06H	???	0000003FH	00003F00H
80H	???	A5H	???	00003F3FH	0000BD00H
00H	???	???	???	?????????	???????
00H	???	???	???	?????????	???????

項目	バイト数	意味
Flag	1	80H アクティブ/ 00H インアクティブ
Start CHS	3	開始アドレス (CHS 表現)
Type	1	ファイルシステムの種類
End CHS	3	終了アドレス (CHS 表現)
Start LBA	4	開始アドレス (LBA 表現)
Size	4	セクタ数 (LBA 表現)

Type	意味
00H	空き
01H	FAT12
04H	FAT16(小)
06H	FAT16(大)
07H	NTFS
0BH	FAT32
83H	Linux(ext2)
A5H	FreeBSD

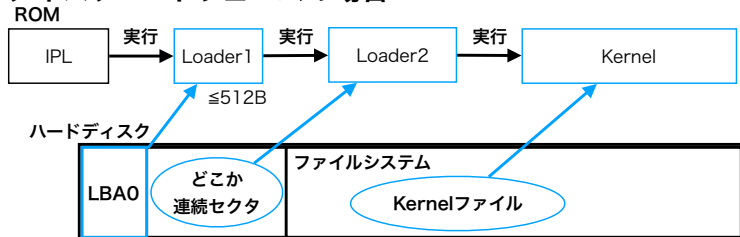
# ブートストラップ (1)

PC の場合を例にブートストラップを説明する.

- ハードディスクから OS を起動する作業のこと.
- OS のカーネルを格納したファイルを見つけてロード・実行する.
- PC の製造時にはどんな OS がインストールされるか分からない.  
=> ブートストラップは後で変更できる必要がある.
- 以下に説明する段階を経て OS をブートする.
- 以下の方法が PC では標準的であるが様々な変種がある.  
(段階が多い場合, 強力なブートマネージャを備えている場合)

# ブートストラップ (2)

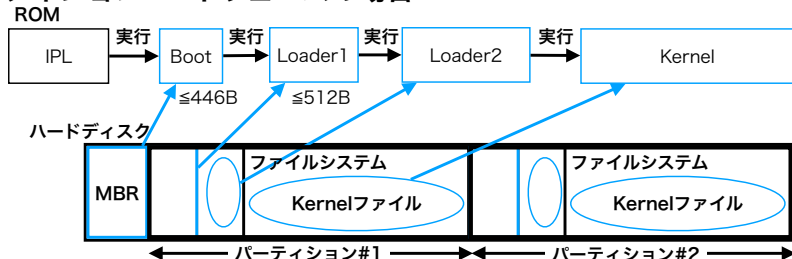
## ハードディスク = ボリュームの場合



- **IPL (Initial Program Loader)**  
PC の ROM に格納されており電源 ON と同時に動作開始
- **ブートローダ (第1段階: Loader1) 512バイト以内**  
LBA0 に格納され IPL によってロード・実行される。
- **ブートローダ (第2段階: Loader2)**  
ディスク上のどこか連続セクタに格納され Loader1 がロード・実行。  
サイズに制限がない => 高機能にできる。
- **OS のカーネル**  
ファイルシステムにファイルとして格納され Loader2 がロード・実行。

# ブートストラップ (3)

## パーティション = ボリュームの場合



- IPL (Initial Program Loader)
- ブートセクタ・ブートマネージャ (Boot) 446 バイト以内  
LBA0 (MBR) に格納され IPL によってロード・実行される。  
(メニューを表示してユーザに OS のパーティションを選択させる。  
(勝手に次に進むものもある。))
- ブートローダ (第1段階: Loader1) 512 バイト以内
- ブートローダ (第2段階: Loader2)
- OS のカーネル



# 練習問題（1）

## 1. 次の言葉の意味を説明しなさい.

- 二次記憶装置
- 揮発性・不揮発性
- 記憶の階層
- テープ型装置・ディスク型装置
- シーケンシャルアクセス・ランダムアクセス
- セクタ・トラック・シリンダ
- CHS・LBA
- ボリューム
- パーティション
- MBR
- IPL
- ブートストラップ

## 練習問題 (2)

2. 次のディスクに付いて答えなさい.

1 台全体	1,024 シリンドラ
1 シリンドラ	8 トラック
1 トラック	128 セクタ
1 セクタ	512 バイト

- ディスクの容量をセクタ単位で答えなさい.
- ディスクの容量をバイト単位で答えなさい.
- 最後のセクタのアドレスを LBA で答えなさい.
- 最後のセクタのアドレスを CHS で答えなさい.  
(但し, C : 0 以上, H : 0 以上, S : 1 以上である.)

## 練習問題 (3)

3. 例示したパーティションテーブルに付いて答えなさい.
- 第1パーティションの位置を LBA で答えなさい.
  - 第1パーティションのサイズをセクタ数で答えなさい.
  - 第1パーティションの種類を答えなさい.
  - 第2パーティションの位置を LBA で答えなさい.
  - 第2パーティションのサイズをセクタ数で答えなさい.
  - 第2パーティションの種類を答えなさい.
4. PC 用の高機能なブートローダ GRUB について調査しなさい.