

# 情報理論及演習

2003 年 5 月 19 日

担当：池口 徹

埼玉大学 大学院 理工学研究科 情報数理科学専攻 助教授

Email : [tohru@ics.saitama-u.ac.jp](mailto:tohru@ics.saitama-u.ac.jp)

URL : <http://www.nls.ics.saitama-u.ac.jp/~tohru>

# 今日の講義の内容は？

## データ保存のお話

- ディスクへのアクセス
- ディスクドライブの仕組み
- ディスクアクセスの高速化，圧縮

# Chapter10

## How Disk Storage Works

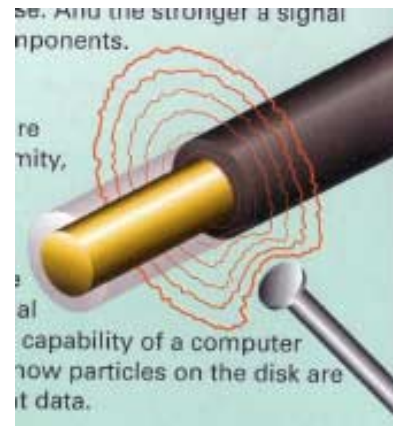
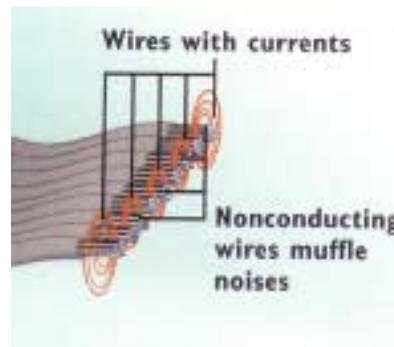
- 磁気ディスク
  - データ保存に最も広く用いられている
  - 容量：数百 kB ~ 数 GB
  - ディスク微小な領域が 0, 1 を表現
- どのようにディスク上にデータを書き込むか？  
DOS → Windows
  - フォーマット
    - セクタ
    - トラック
  - 容量はセクタ数，トラック数による

# 電磁気

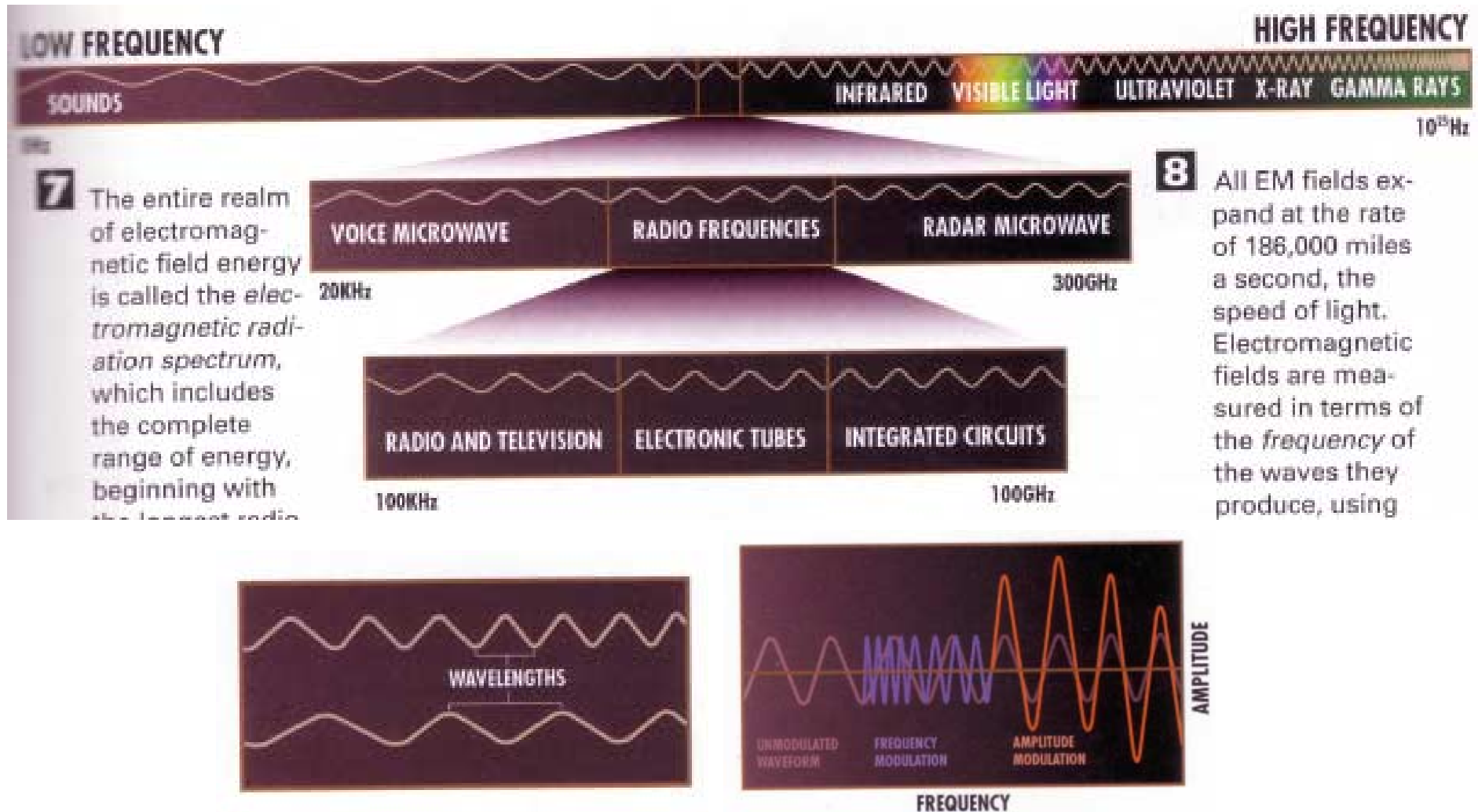
## ● 電流変化 ↔ 磁界



## ● 磁界への影響 → 磁界変化

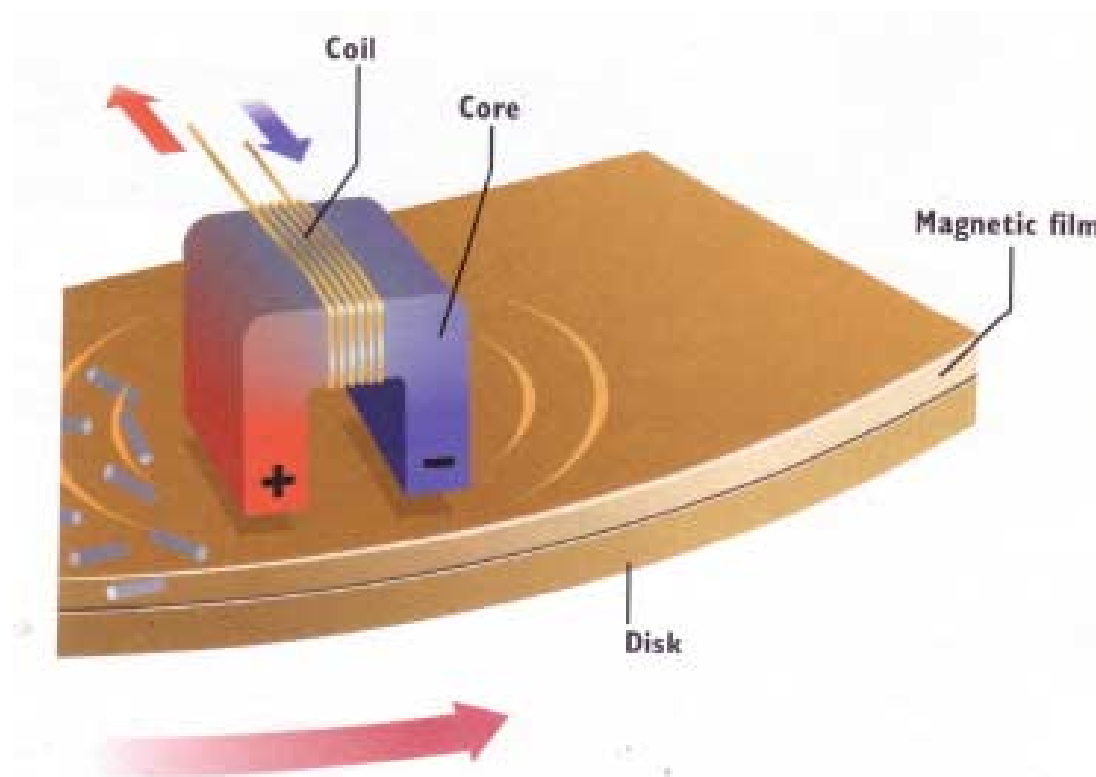


# 周波数帯



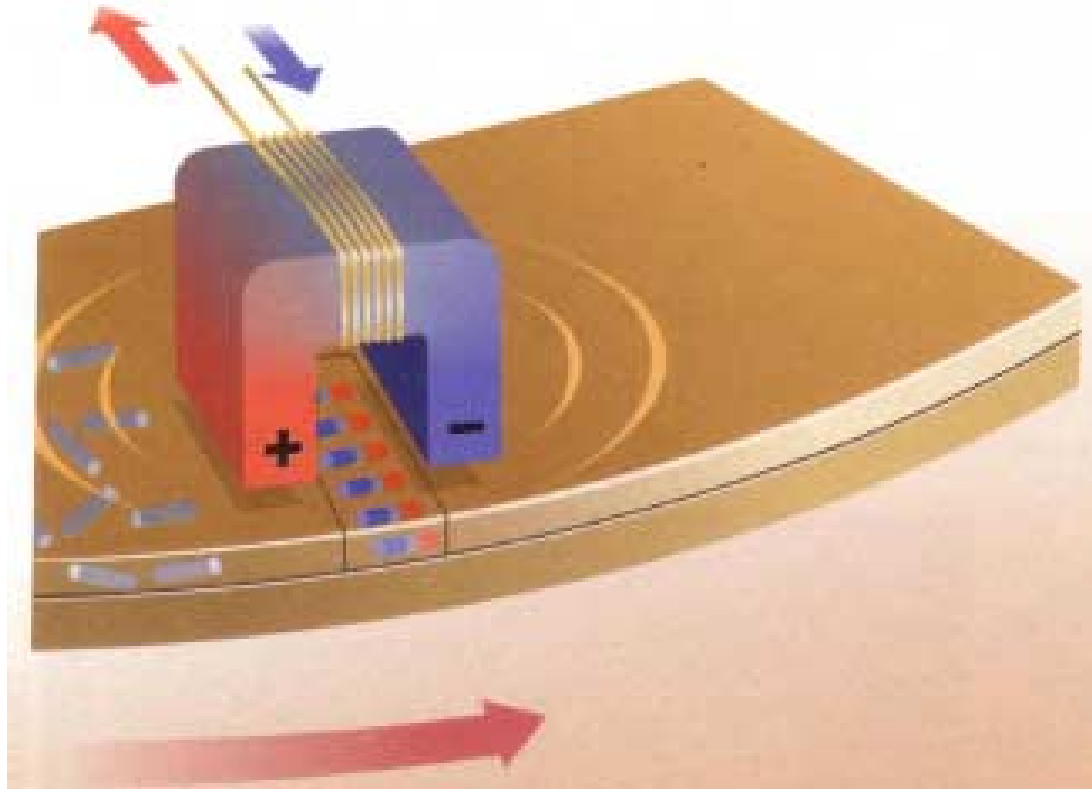
# ディスクへの読み書き

- 磁性粒子がランダムにばらまかれている
- 電流 → 磁界



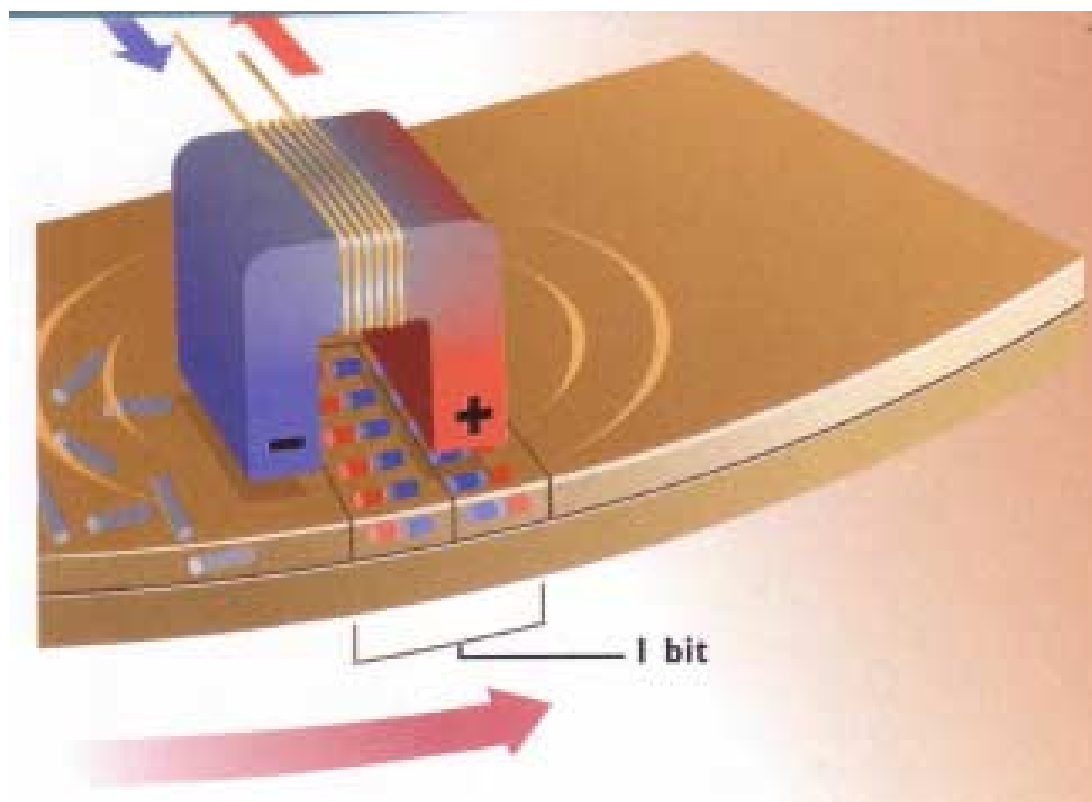
# ディスクへの読み書き

● 磁界 → 粒子の向き



# ディスクへの読み書き

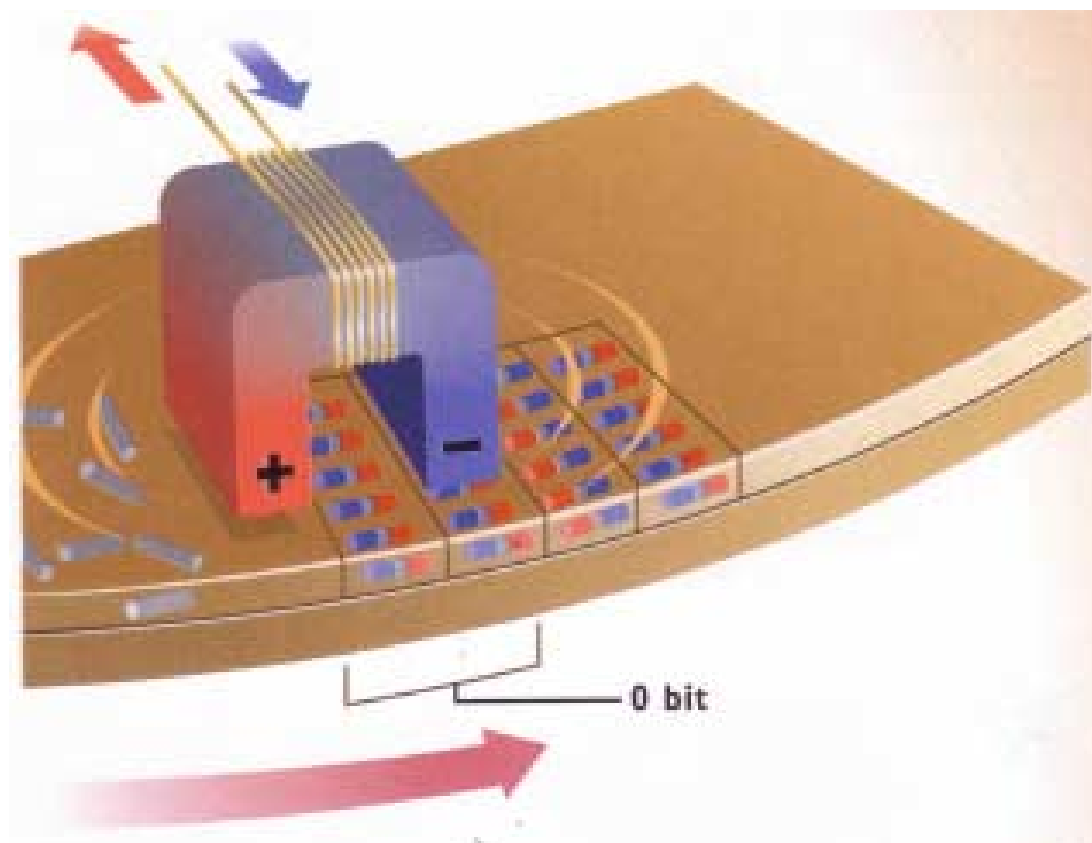
- 2 バンド = 1 ビット
- 2 バンドの粒子のならびの順逆で 0, 1 が決まる





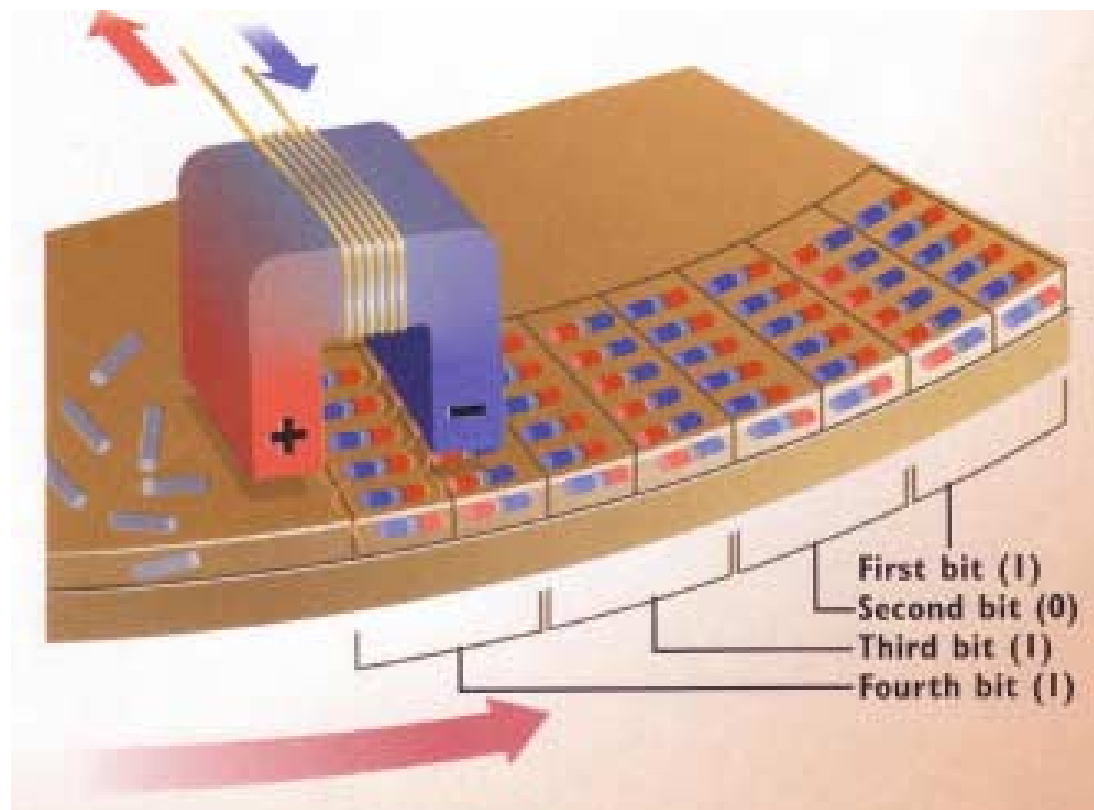
# ディスクへの読み書き

- 1 バンド分 = (遅くても) 数分の 1 秒程度



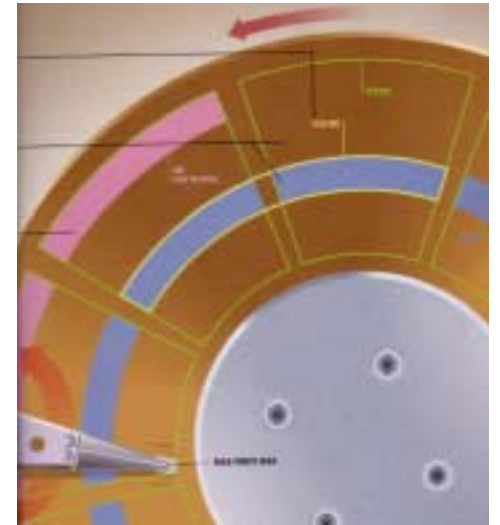
# ディスクへの読み書き

● 磁化粒子 = 磁石 → 電流



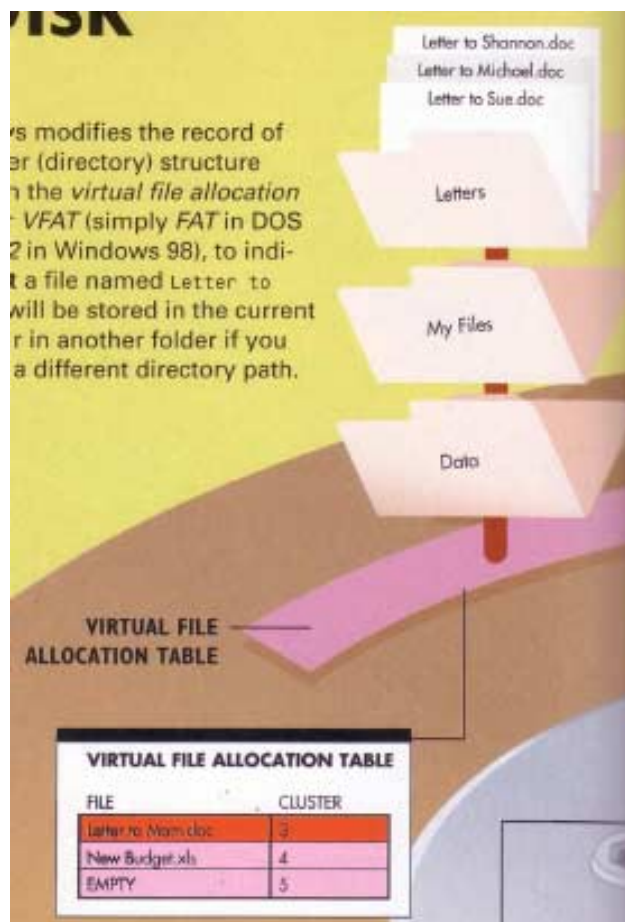
# ディスクのフォーマット

- フォーマット → ディクスを使用するために最初に必要
  - 半径方向 → セクタ, 周方向 → トラック
- 2つ以上のセクタ = クラスタ (最小の記録単位)
- File Allocation Table (at the 0-th sector) ← DOS, 16bit
- Virtual FAT
  - Win, 32bit, long file name
- FAT32 ≈ Win 98 → NTFS
- 保持される情報
  - ディクスのディレクトリ構造
  - どのクラスタにどのファイル?



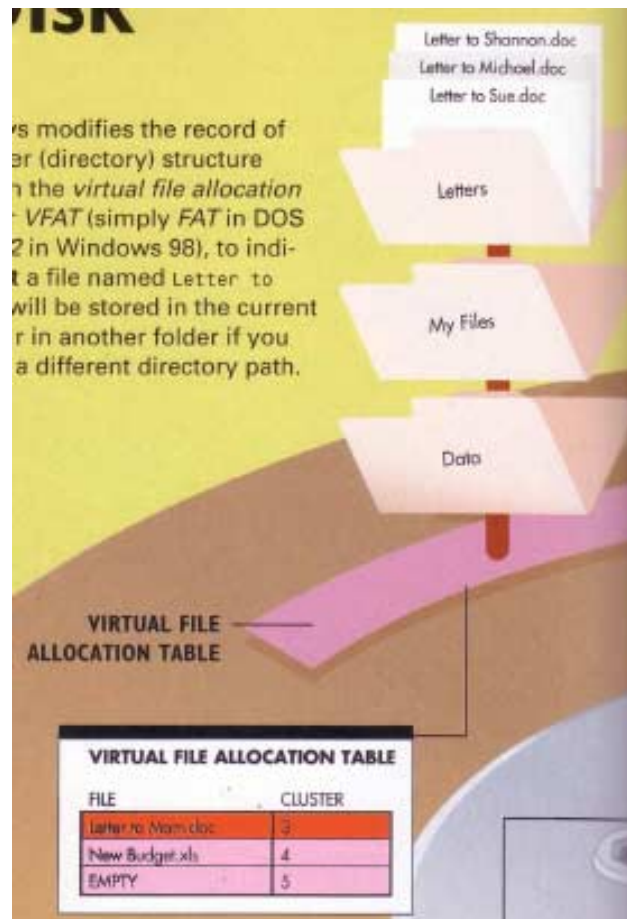
# ディスクに書く

- (V)FAT(32) 内の情報 (だけ) を変更する



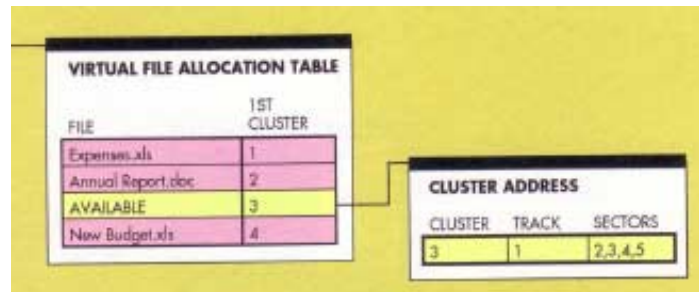
# ディスクに書く

- (V)FAT(32) 内の情報 (だけ) を変更する
  - どのクラスタ (トラック, セクタ) に書き込めるか



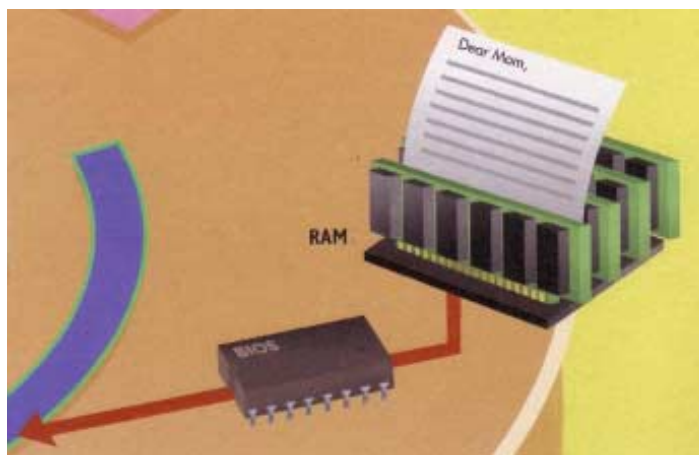
# ディスクに書く

- (V)FAT(32) 内の情報 (だけ) を変更する
  - どのクラスタ (トラック, セクタ) に書き込めるか



# ディスクに書く

- (V)FAT(32) 内の情報 (だけ) を変更する
  - どのクラスタ (トラック, セクタ) に書き込めるか
  - BIOS へ情報を送る



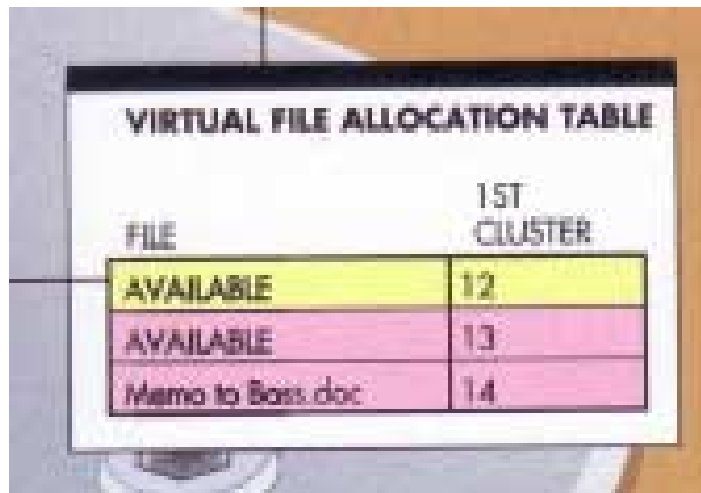
# ディスクに書く

- (V)FAT(32) 内の情報 (だけ) を変更する
  - どのクラスタ (トラック, セクタ) に書き込めるか
  - BIOS へ情報を送る
  - 該当するトラック, セクタに情報を書き込む



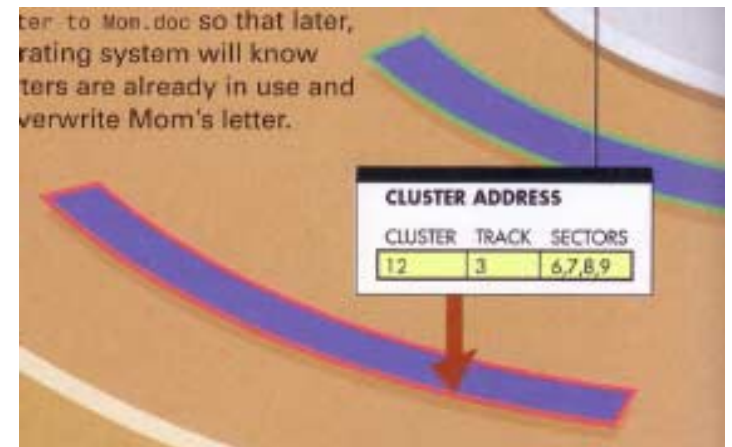
# ディスクに書く

- (V)FAT(32) 内の情報 (だけ) を変更する
  - どのクラスタ (トラック, セクタ) に書き込めるか
  - BIOS へ情報を送る
  - 該当するトラック, セクタに情報を書き込む
  - クラスタ1つで足りない場合は, 別のクラスタ (隣でなくても良い) に書き込む



A screenshot of a 'VIRTUAL FILE ALLOCATION TABLE' (VFAT) window. It contains a table with two columns: 'FILE' and '1ST CLUSTER'. The first two rows are labeled 'AVAILABLE' and the third row is 'Memo to Boss.doc'. The corresponding cluster numbers are 12, 13, and 14.

FILE	1ST CLUSTER
AVAILABLE	12
AVAILABLE	13
Memo to Boss.doc	14

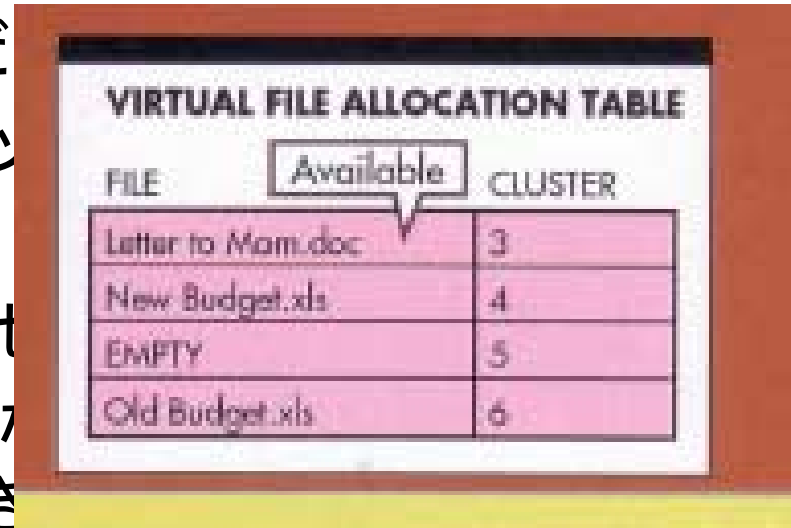


# ディスクに書く

- (V)FAT(32) 内の情報 (だけ) を変更する
  - どのクラスタ (トラック, セクタ) に書き込めるか
  - BIOS へ情報を送る
  - 該当するトラック, セクタに情報を書き込む
  - クラスタ1つで足りない場合は, 別のクラスタ (隣でなくても良い) に書き込む
  - 実際に書き込んだという情報に FAT を変更

# ディスクに書く

- (V)FAT(32) 内の情報 (だ
  - どのクラスタ (トラック
  - BIOS へ情報を送る
  - 該当するトラック, セクタ
  - クラスタ1つで足りなければ、隣でなくても良い) に書き込む
  - 実際に書き込んだという情報に FAT を変更
- データを消去しても, 実際に変更されるのは FAT のみ  
→ データそのものは残っている



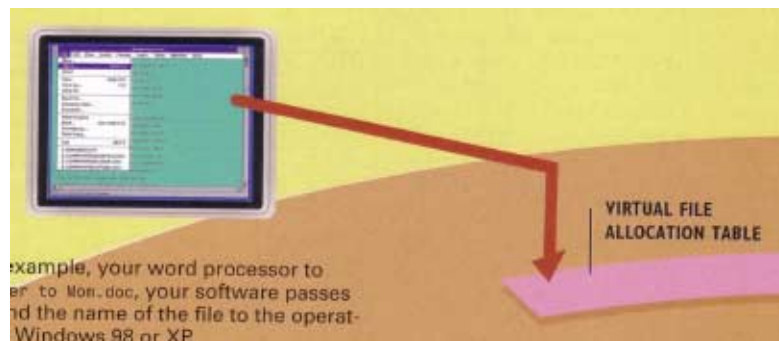
FILE	Available	CLUSTER
Letter to Mom.doc		3
New Budget.xls		4
EMPTY		5
Old Budget.xls		6

か

(隣で

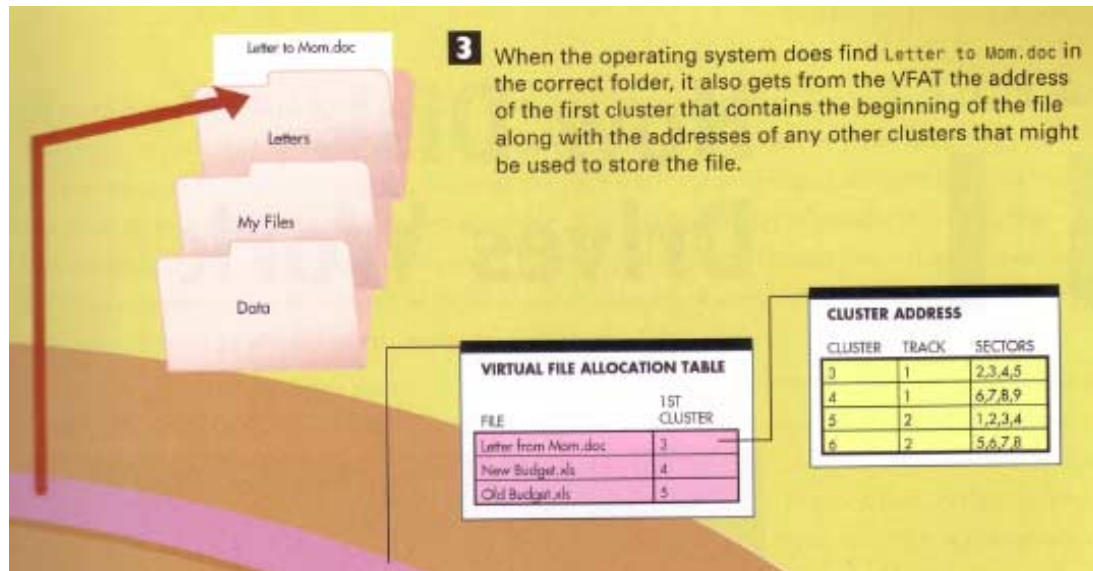
# ディスクから読む

## ● アプリケーションからの読み込み要求



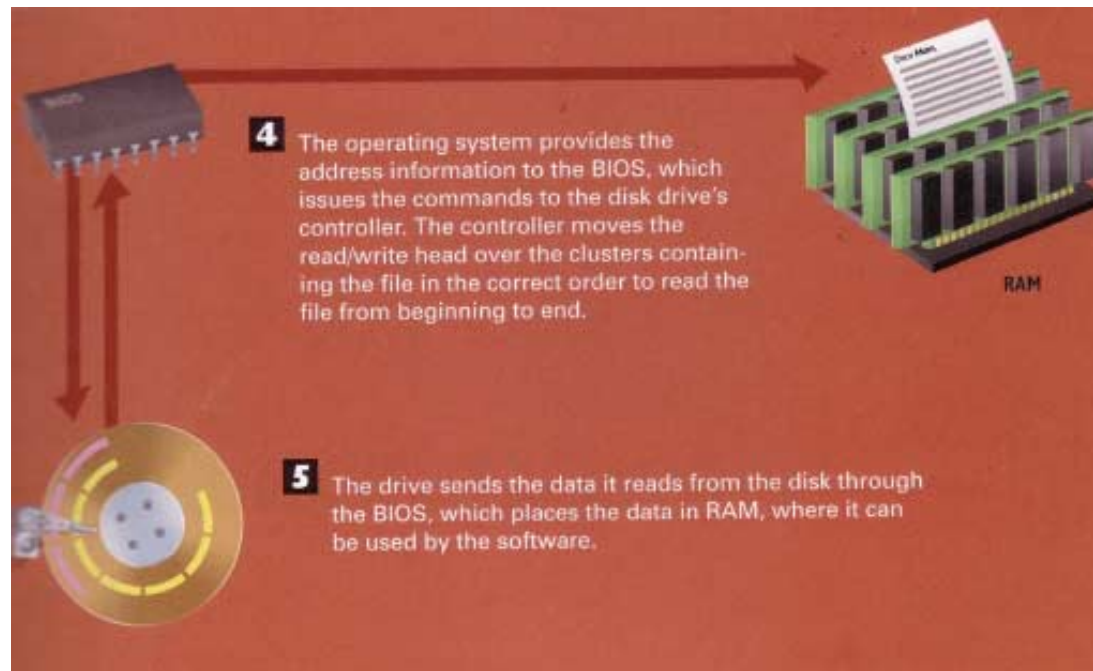
# ディスクから読む

- アプリケーションからの読み込み要求
- VFAT を検索



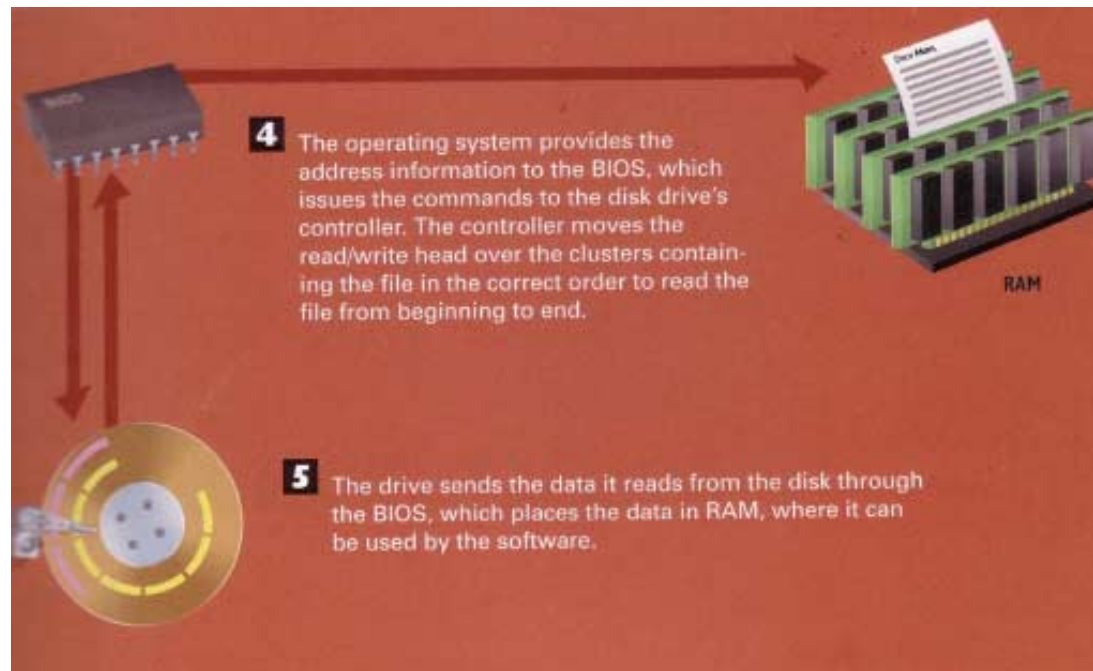
# ディスクから読む

- アプリケーションからの読み込み要求
- VFAT を検索
- VFAT からクラスタ情報を抽出 → OS



# ディスクから読む

- アプリケーションからの読み込み要求
- VFAT を検索
- VFAT からクラスタ情報を抽出 → OS
- OS → BIOS → DISK



# Chapter 11

## How Disk Drives Work



### 種類

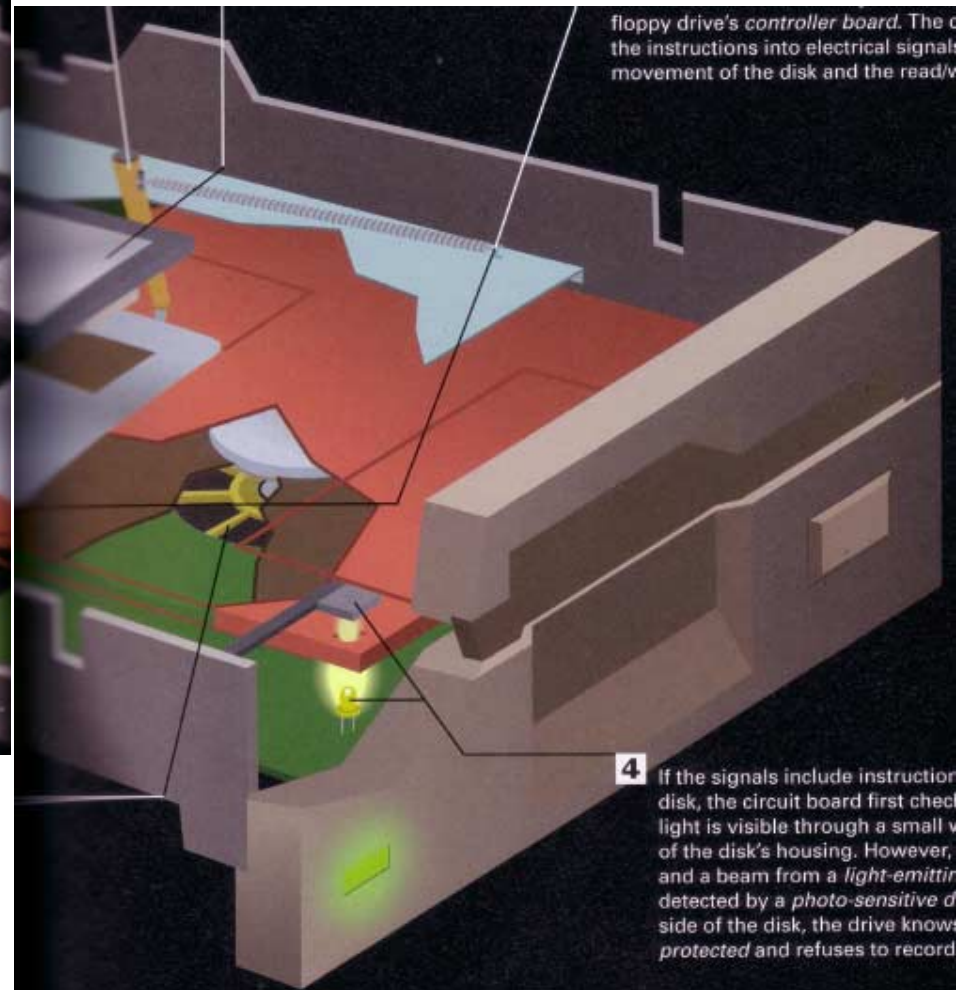
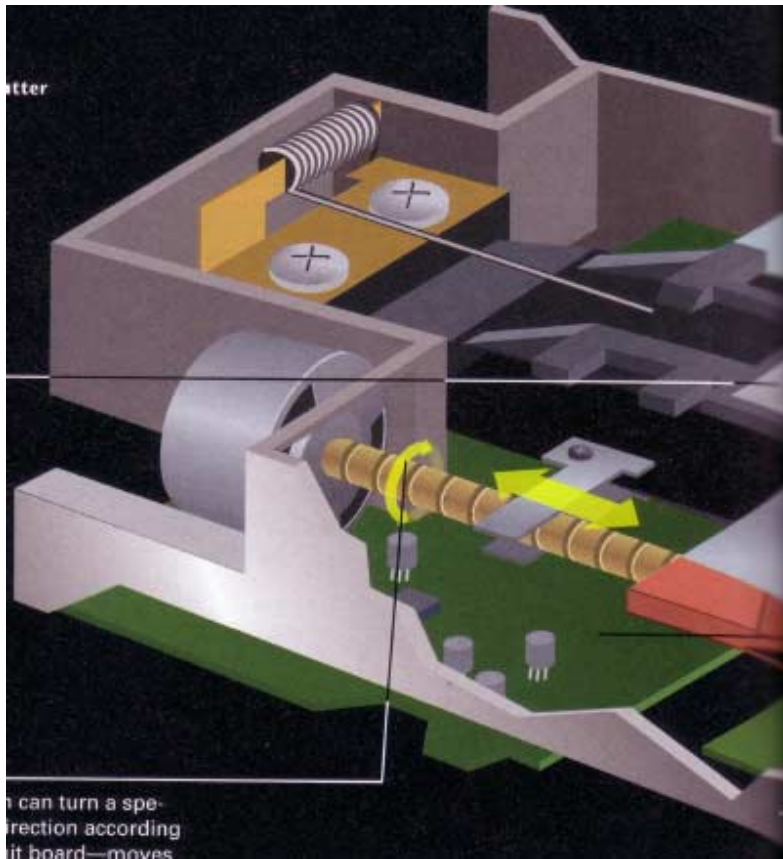
1. ハードディスク
2. フロッピーディスク



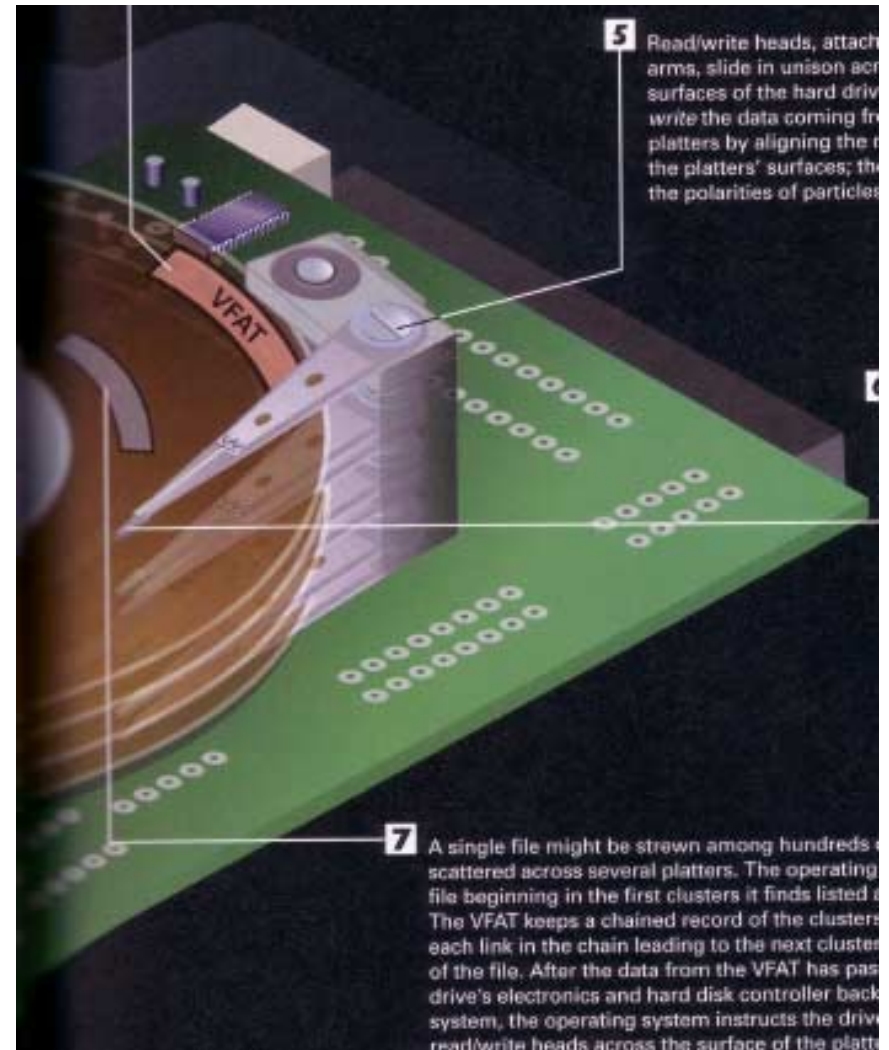
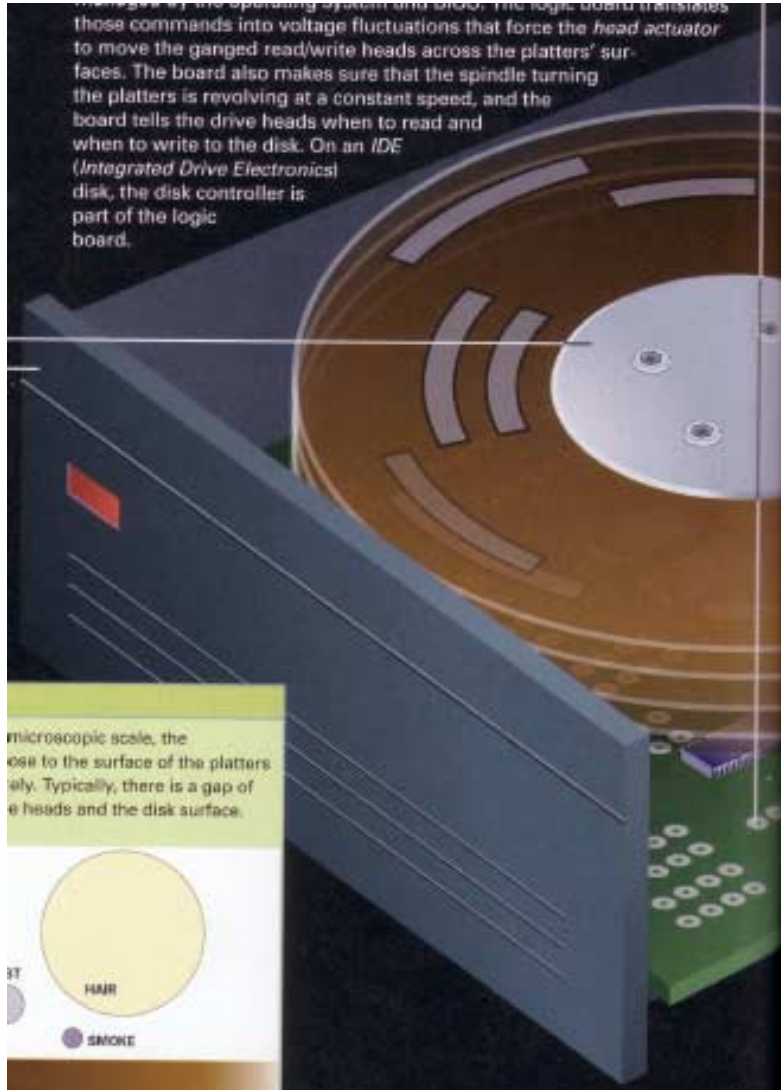
# 3.5 Inch Floppy Drive



# 3.5 Inch Floppy Drive

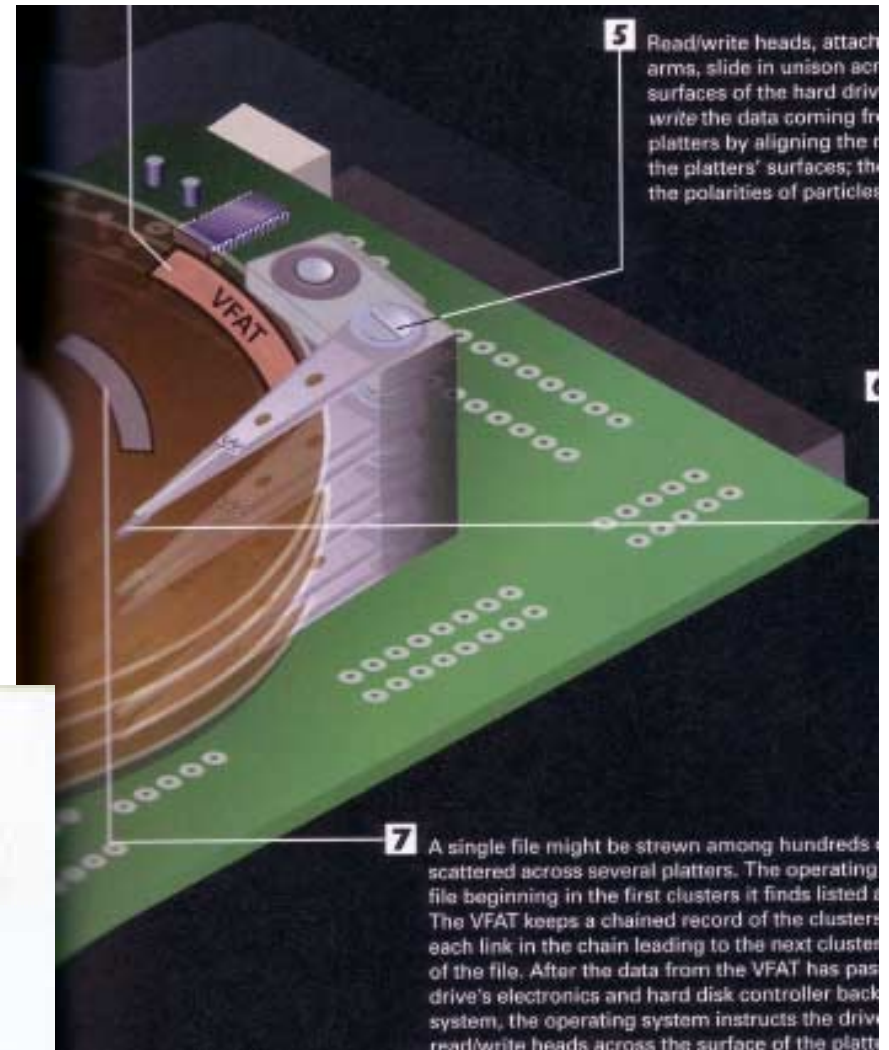


# (Fixed) Hard Disk Drive

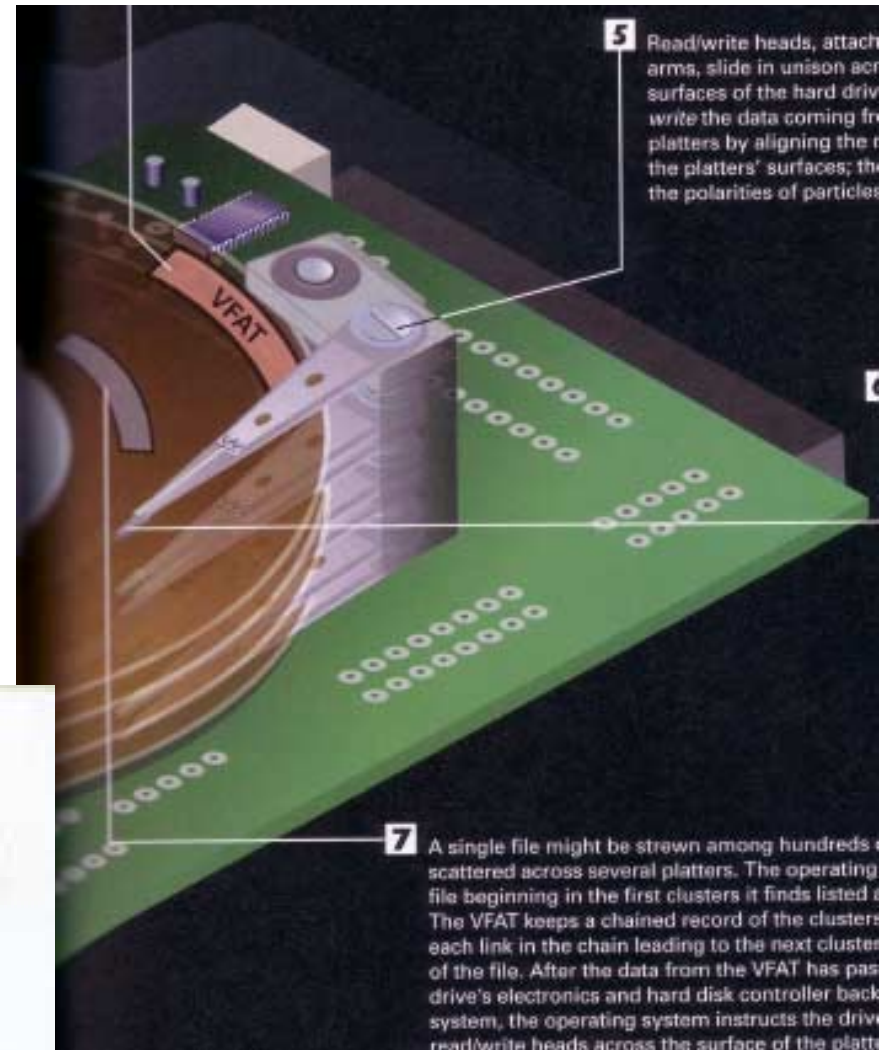




# (Fixed) Hard Disk Drive



# (Fixed) Hard Disk Drive



(ディスクの動作)

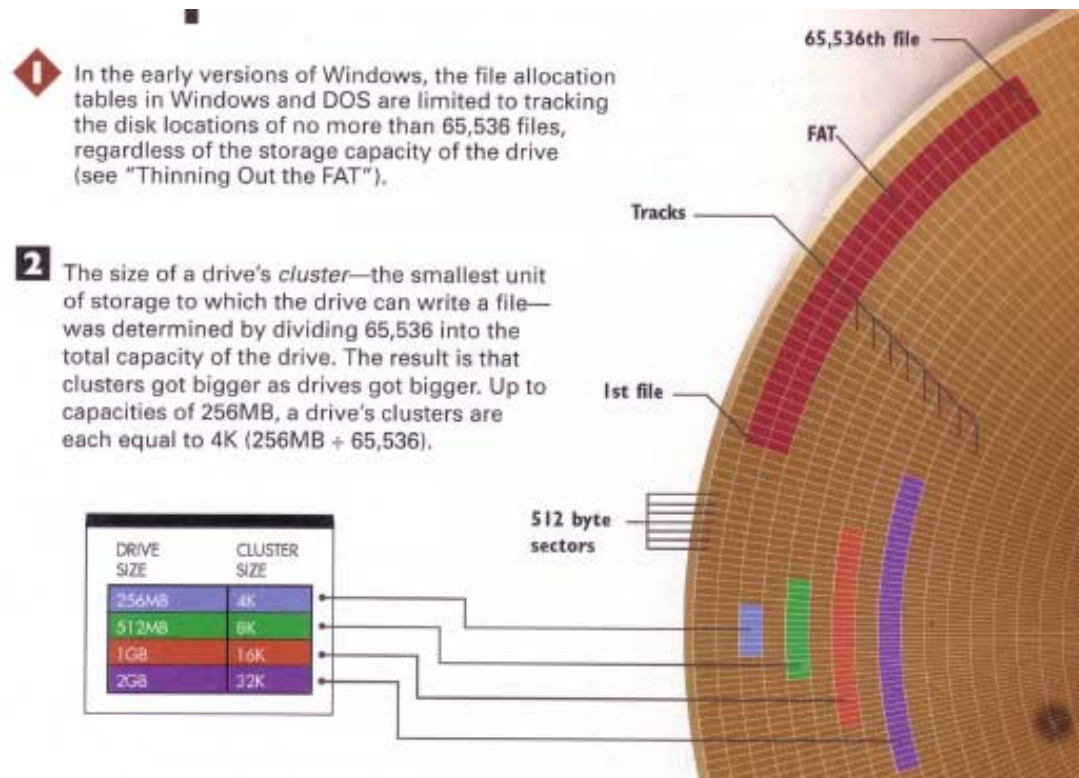
# Chapter 12

## How Disk Drives Increase Speed and Storage

- ディスクの圧縮
- ファイルの圧縮
- デフラグ

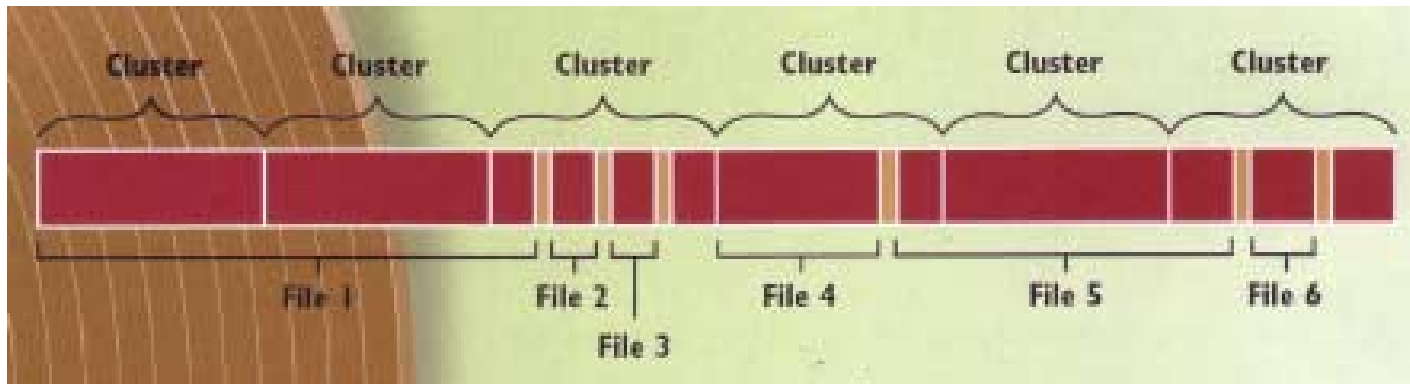
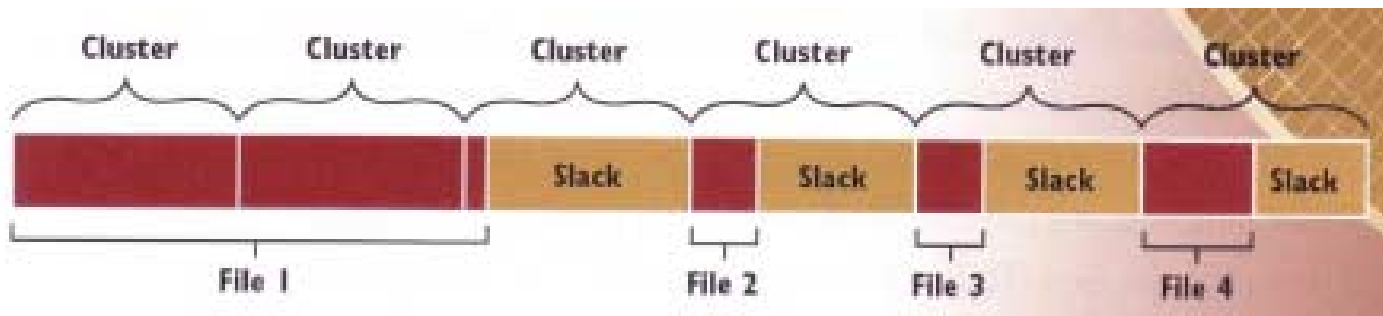
# ディスクの圧縮

- クラスタ = ディスク上の最小単位
  - ディスクサイズと OS に依存
    - FAT :  $2\text{G} \rightarrow 2[\text{GB}] / 65536 = 32[\text{kB}]$



# ディスクの圧縮

- クラスタ = ディスク上の最小単位
  - ディスクサイズと OS に依存
    - FAT :  $2\text{G} \rightarrow 2[\text{GB}]/65536 = 32[\text{kB}]$





# ファイルの圧縮

## 冗長性 (redundancy)



# ファイルの圧縮

## 冗長性 (redundancy)

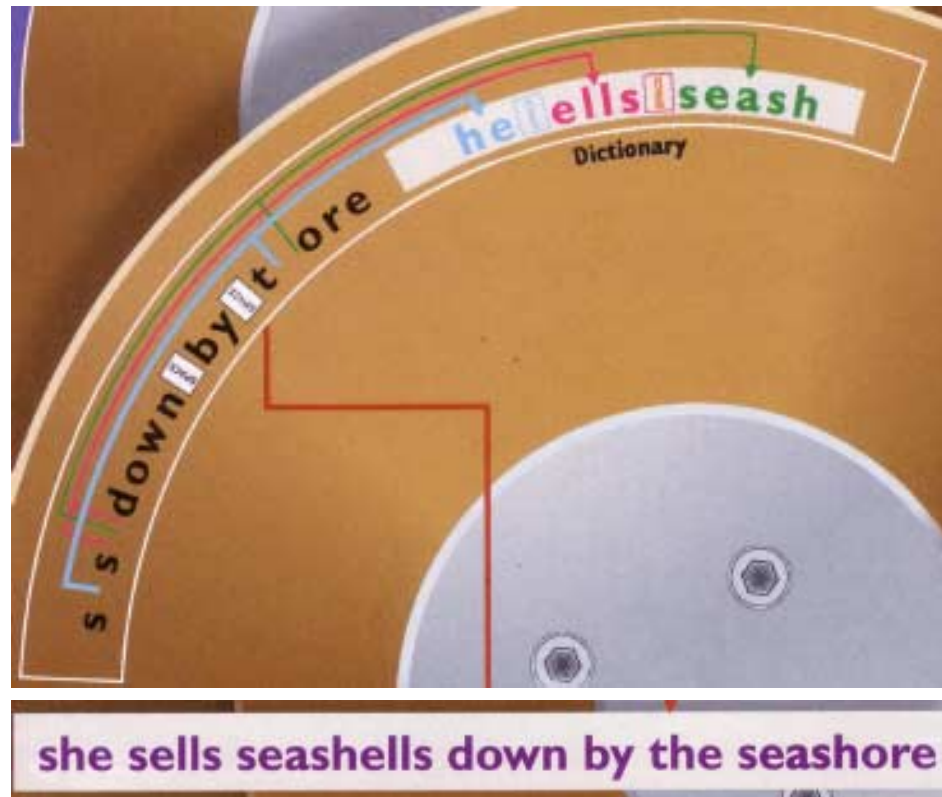


## Lempel-Ziv 圧縮



# 圧縮効率とファイルの復元

- 圧縮効率  
ファイルタイプに依存
- 復元



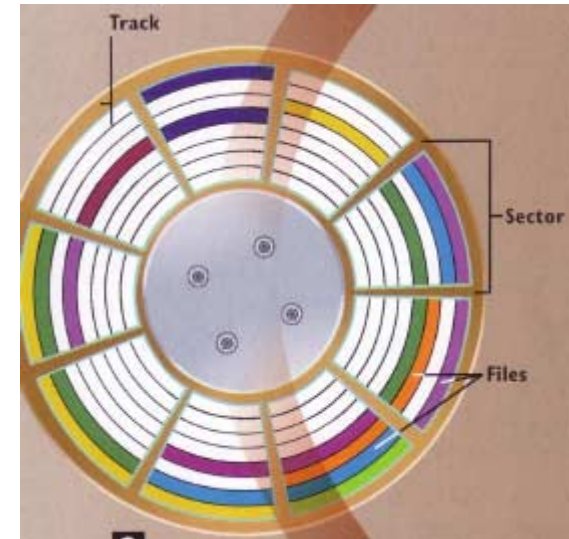
# デフラグ Defragmentation

## 1. 初期状態



# デフラグ Defragmentation

## 1. 初期状態

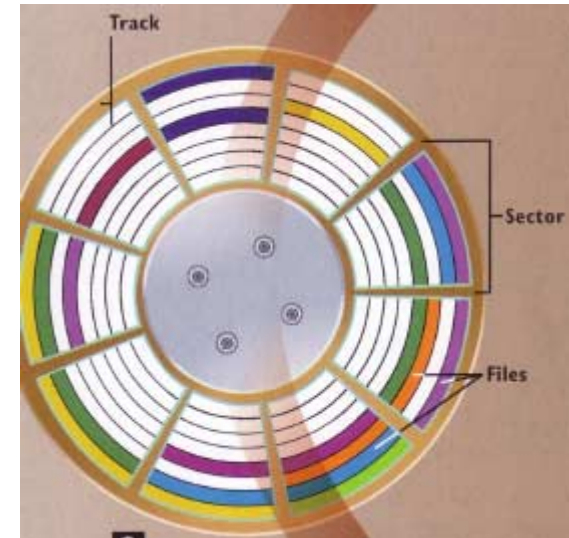


## 2. 一部データ消去

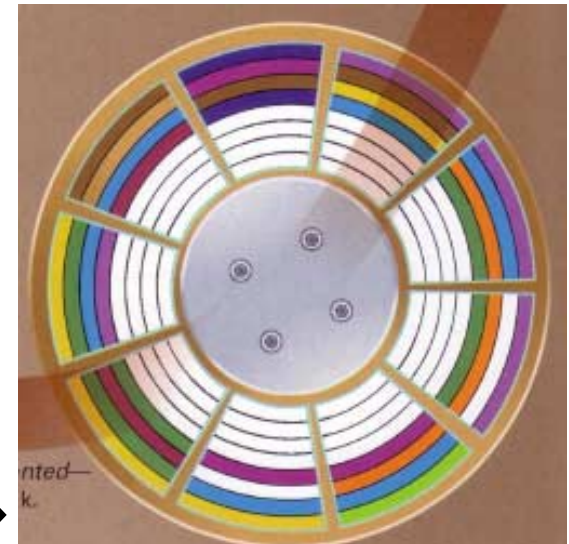


# デフラグ Defragmentation

## 1. 初期状態



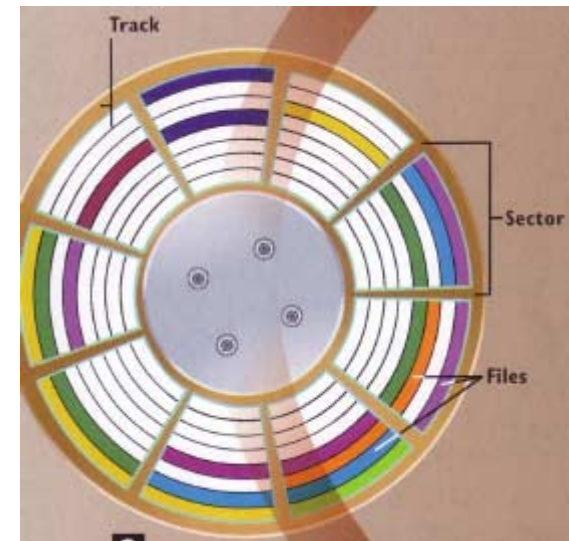
## 2. 一部データ消去



## 3. 新規ファイル分割 →

# デフラグ Defragmentation

## 4. 数クラスタ間に分割



## 2. 一部データ消去



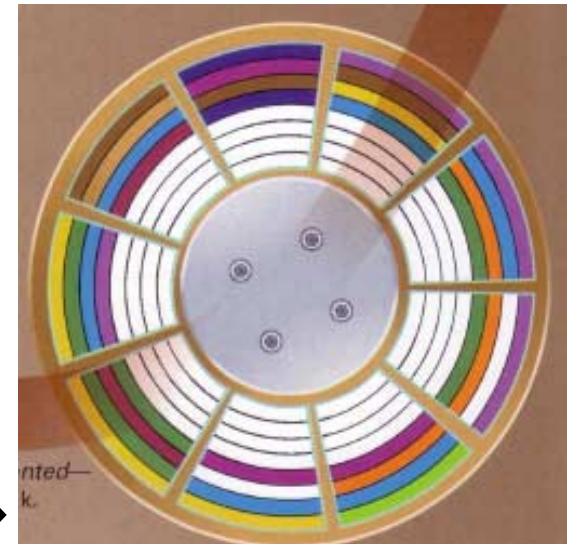
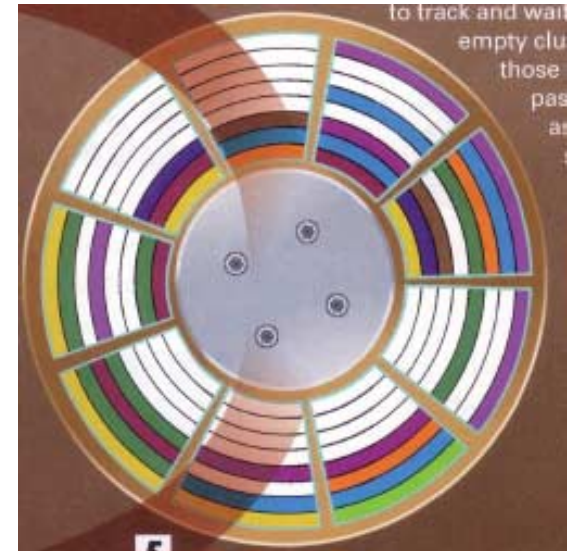
## 3. 新規ファイル分割 →

# デフラグ Defragmentation

## 4. 数クラスタ間に分割



## 5. アクセス速度の低下

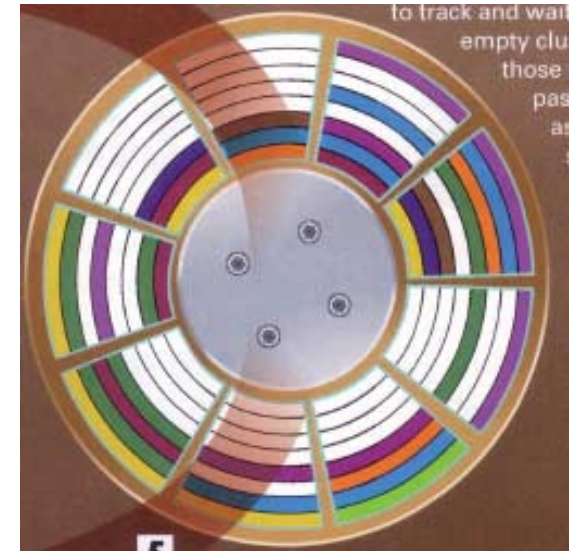


## 3. 新規ファイル分割 →

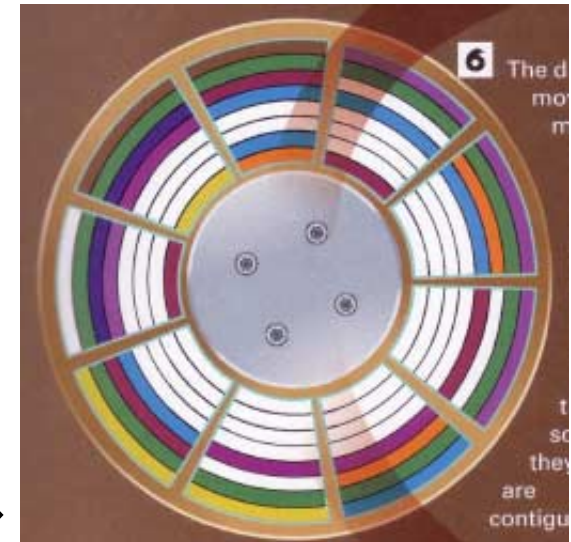


# デフラグ Defragmentation

## 4. 数クラスタ間に分割



## 5. アクセス速度の低下



## 6. デフラグ：隣接するように再配置 →