



東邦大学

いのち  
生命の科学で未来をつなぐ

# メモリデバイス～続き



次に、磁気メモリ



東邦大学

# いろいろなメモリデバイス

半導体メモリ

半導体電気回路を使ったメモリ

磁気メモリ

磁気による記憶を使ったメモリ

光メモリ

光を使ったメモリ

# 磁気メモリ～蛇足

記憶の原理：

音楽カセットテープやビデオカセットテープなどと同じ

面に磁性体（茶色＝鉄の粉）を塗っておき外部から磁界をかけて磁気を帯びさせて記録し、その磁性を読み出す。

読出しのときは、外部からの磁界を動かす必要がある ⇒ テープを走行させる



# 磁気メモリ

ハードディスク

昔使われた磁気テープなど

# 磁気メモリ

ハードディスク（磁気ディスク）

現在外部記憶としてもっとも広く使われている装置（仕組）

昔使われた磁気テープなど

遅いので、今はほとんど使われない  
テープ以外にも色々な工夫がされた

# ハードディスク

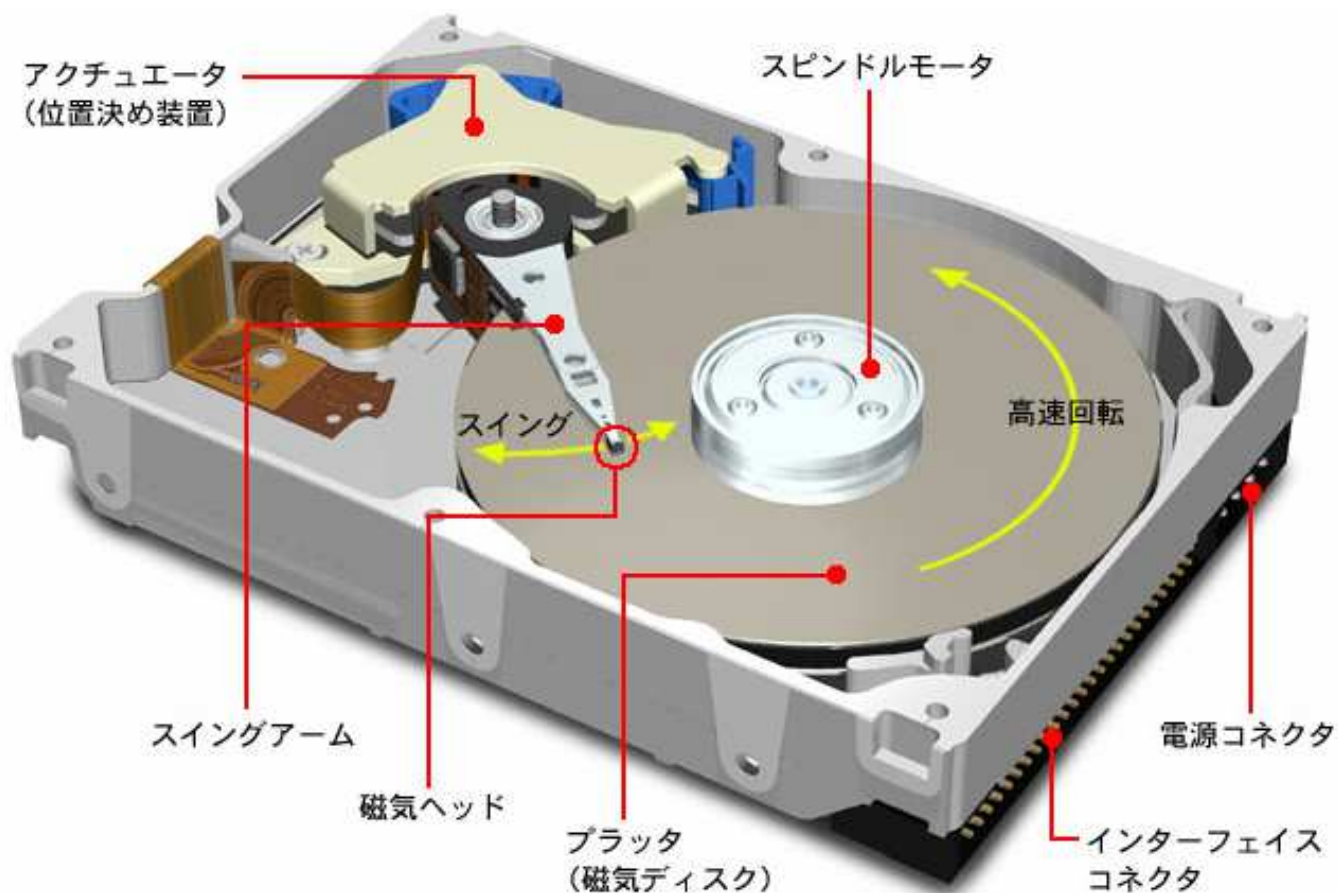
外見



ふたを開けたところ



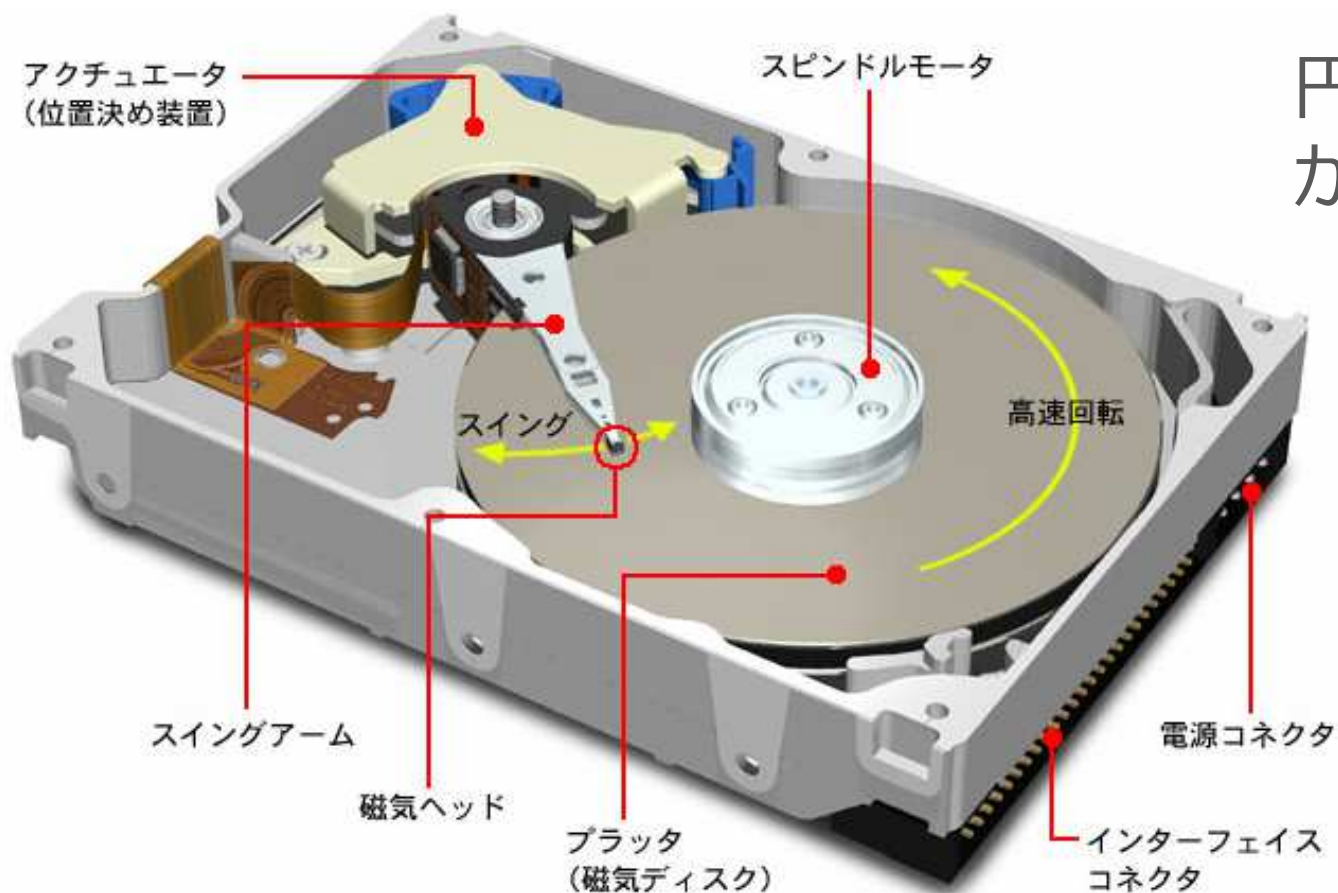
# ハードディスク



<http://kyoiku-gakka.u-sacred-heart.ac.jp/jyouhou-kiki/sozai/1502/1502-A.jpg> 東邦大学



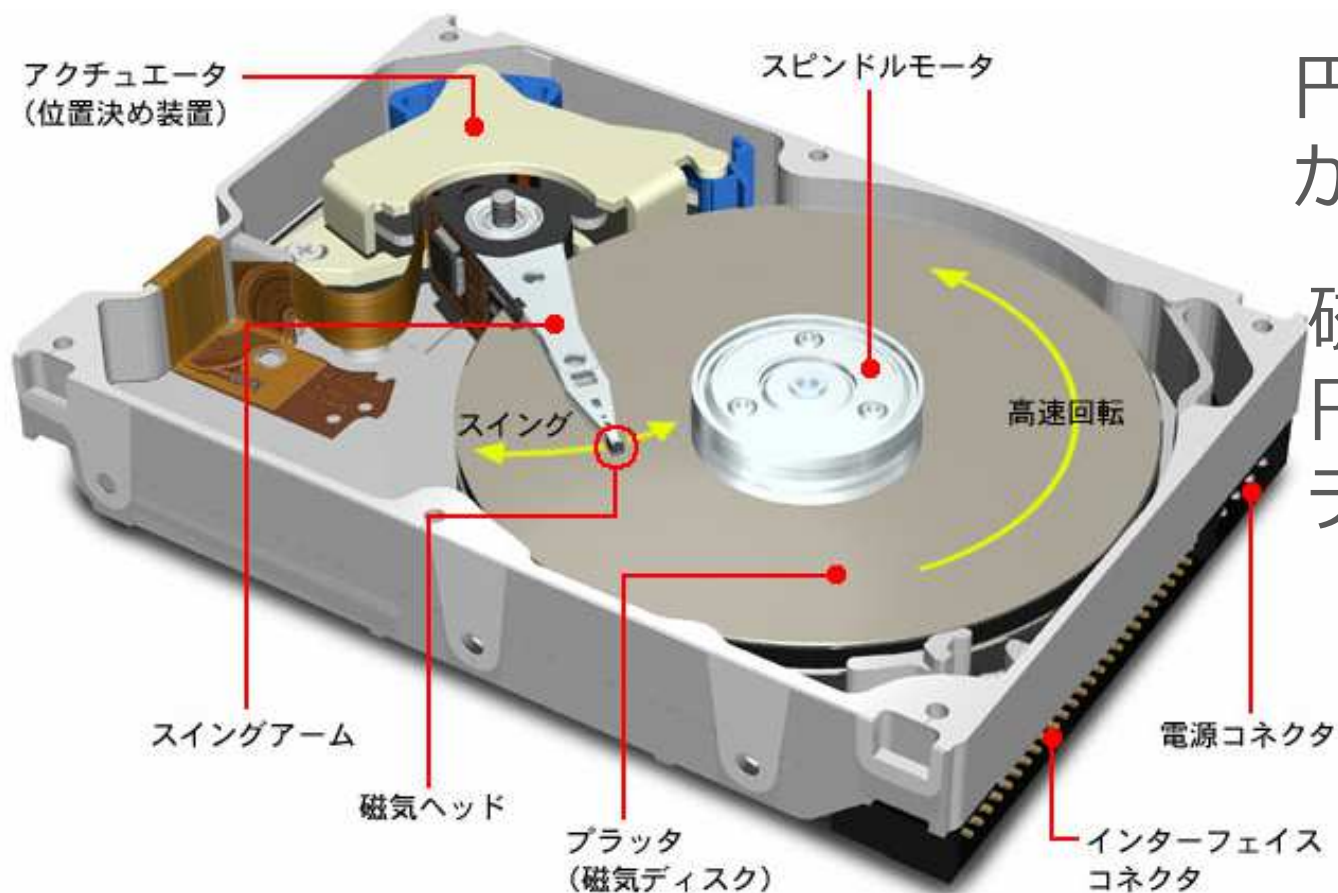
# ハードディスク



円盤(プラッタ)  
が回転している

<http://kyoiku-gakka.u-sacred-heart.ac.jp/jyouhou-kiki/sozai/1502/1502-A.jpg> 東邦大学

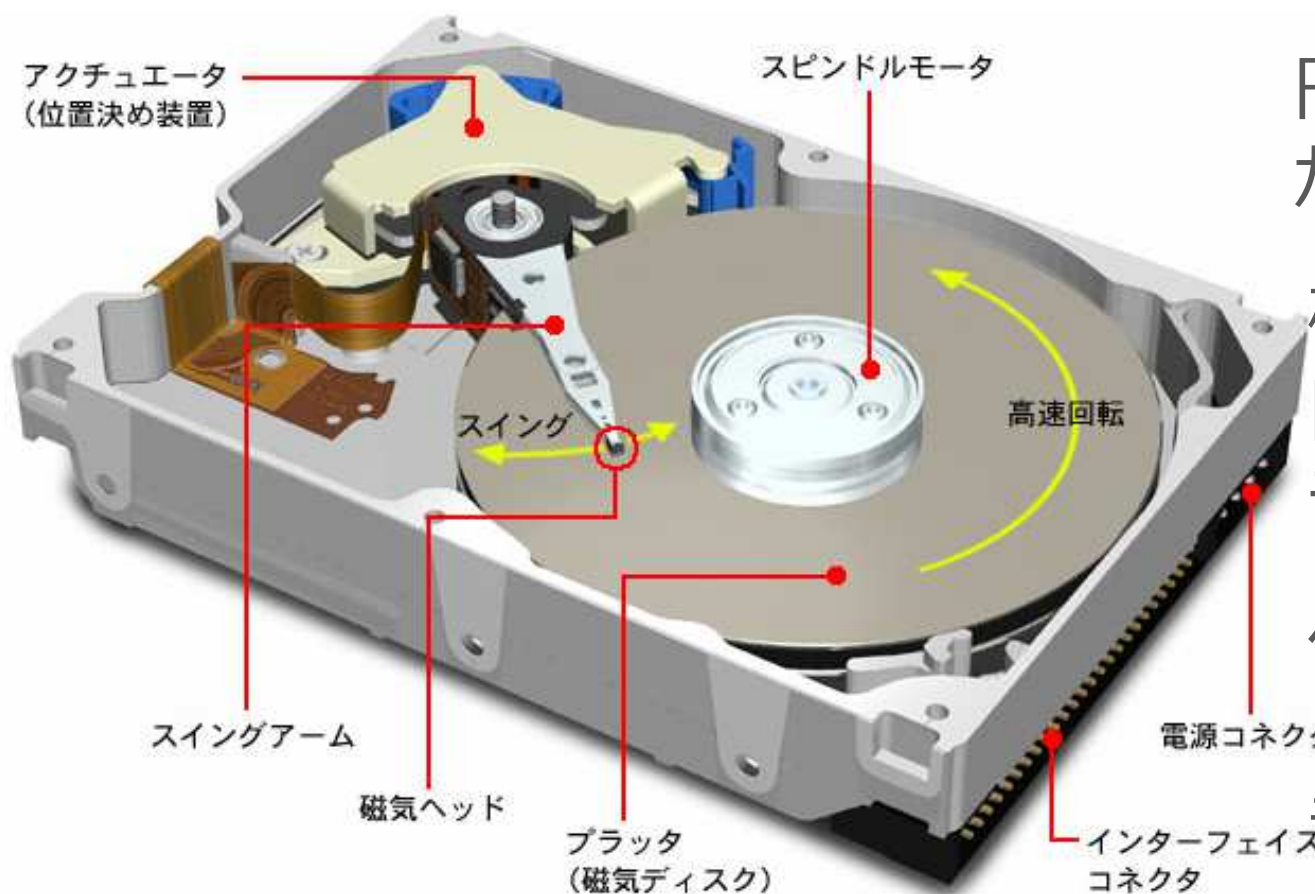
# ハードディスク



円盤(プラッタ)  
が回転している

磁気ヘッドが  
円盤上の磁気  
データを読取る

# ハードディスク



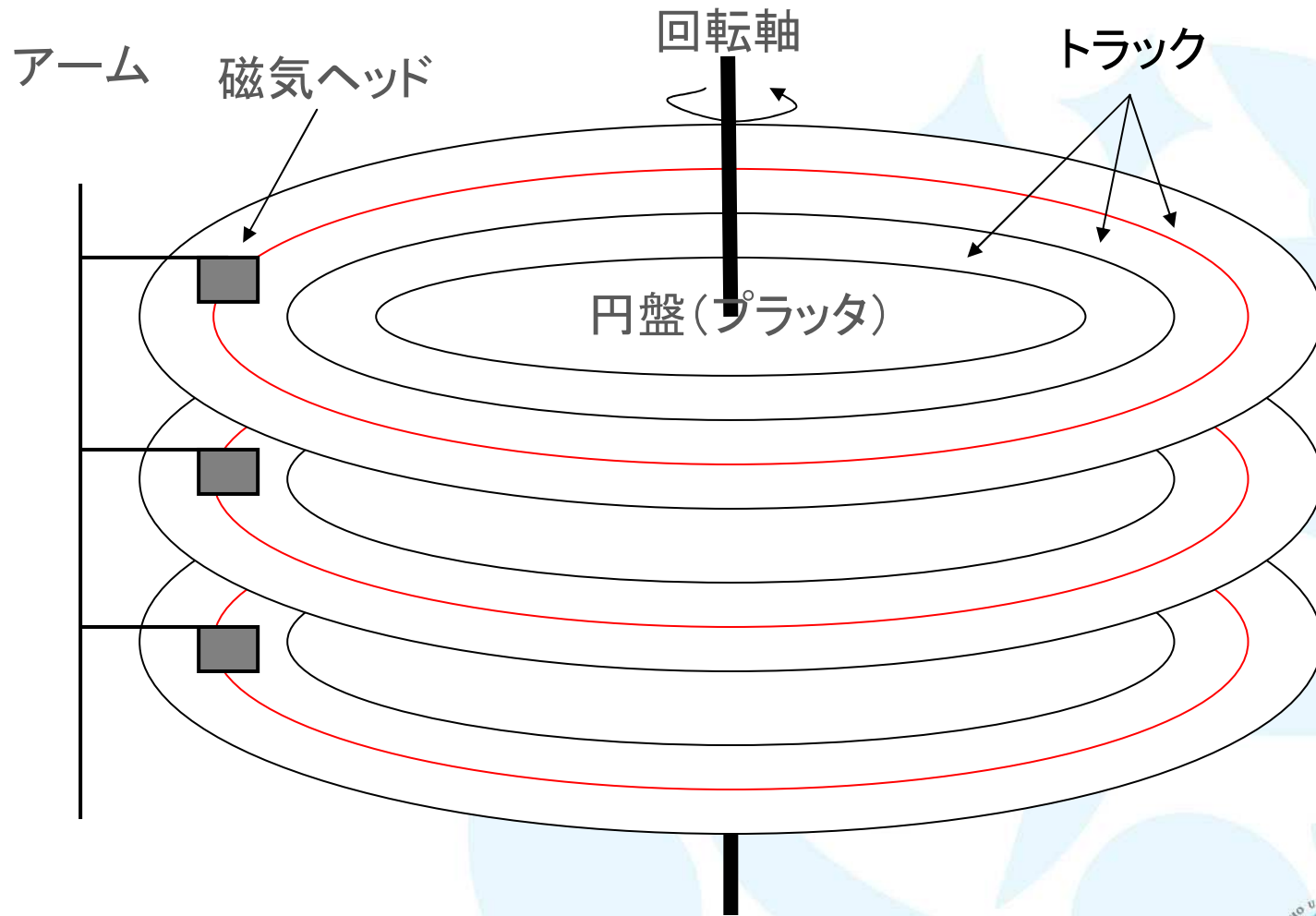
円盤(プラッタ)  
が回転している

磁気ヘッドが  
円盤上の磁気  
データを読取る

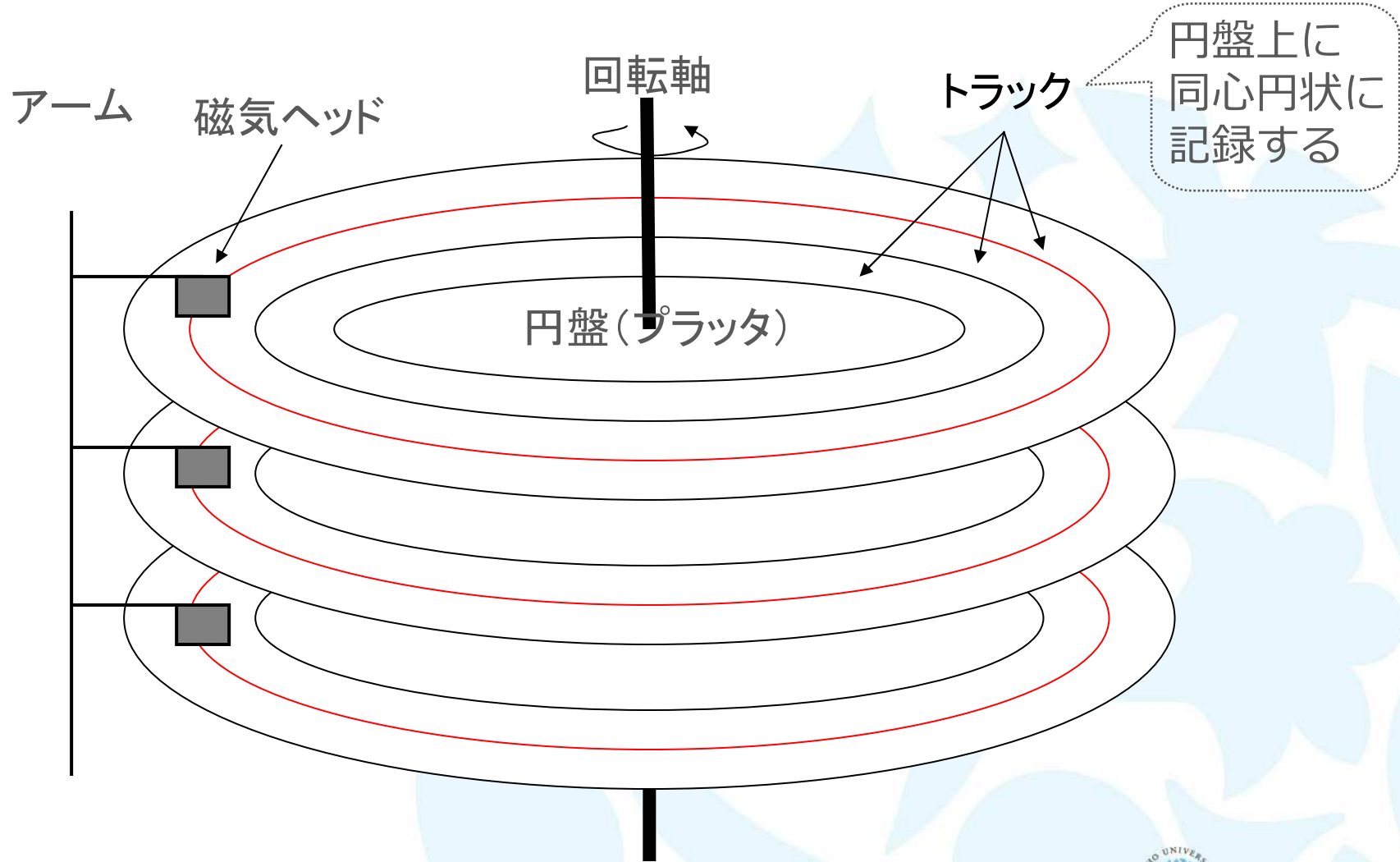
ヘッドのアーム  
は左右に動き、  
半径位置を選ぶ

<http://kyoiku-gakka.u-sacred-heart.ac.jp/jyouhou-kiki/sozai/1502/1502-A.jpg> 東邦大学

# 模式的に描くと



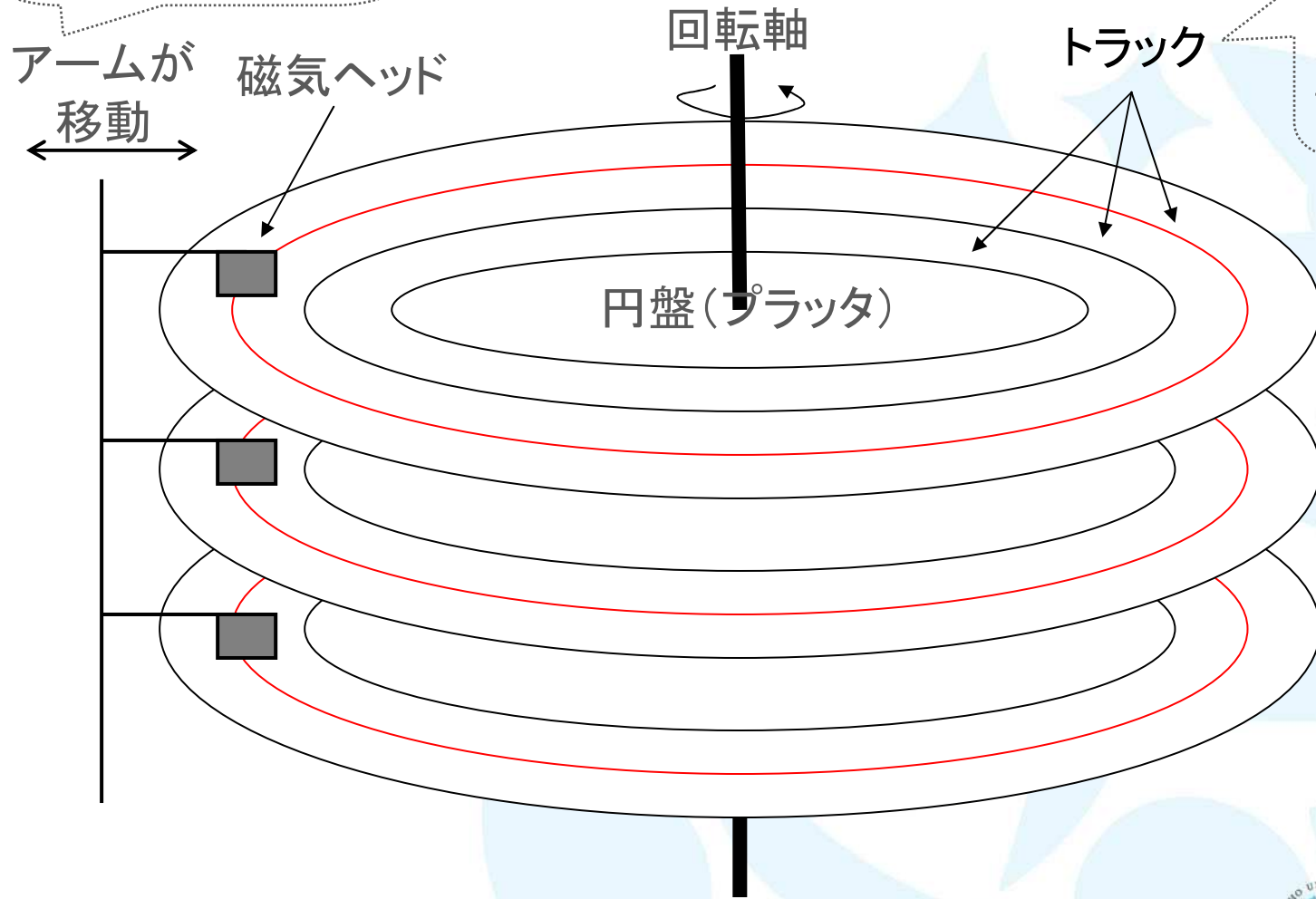
# 模式的に描くと



# 模式的に描くと

アームが動いて  
トラックを選択

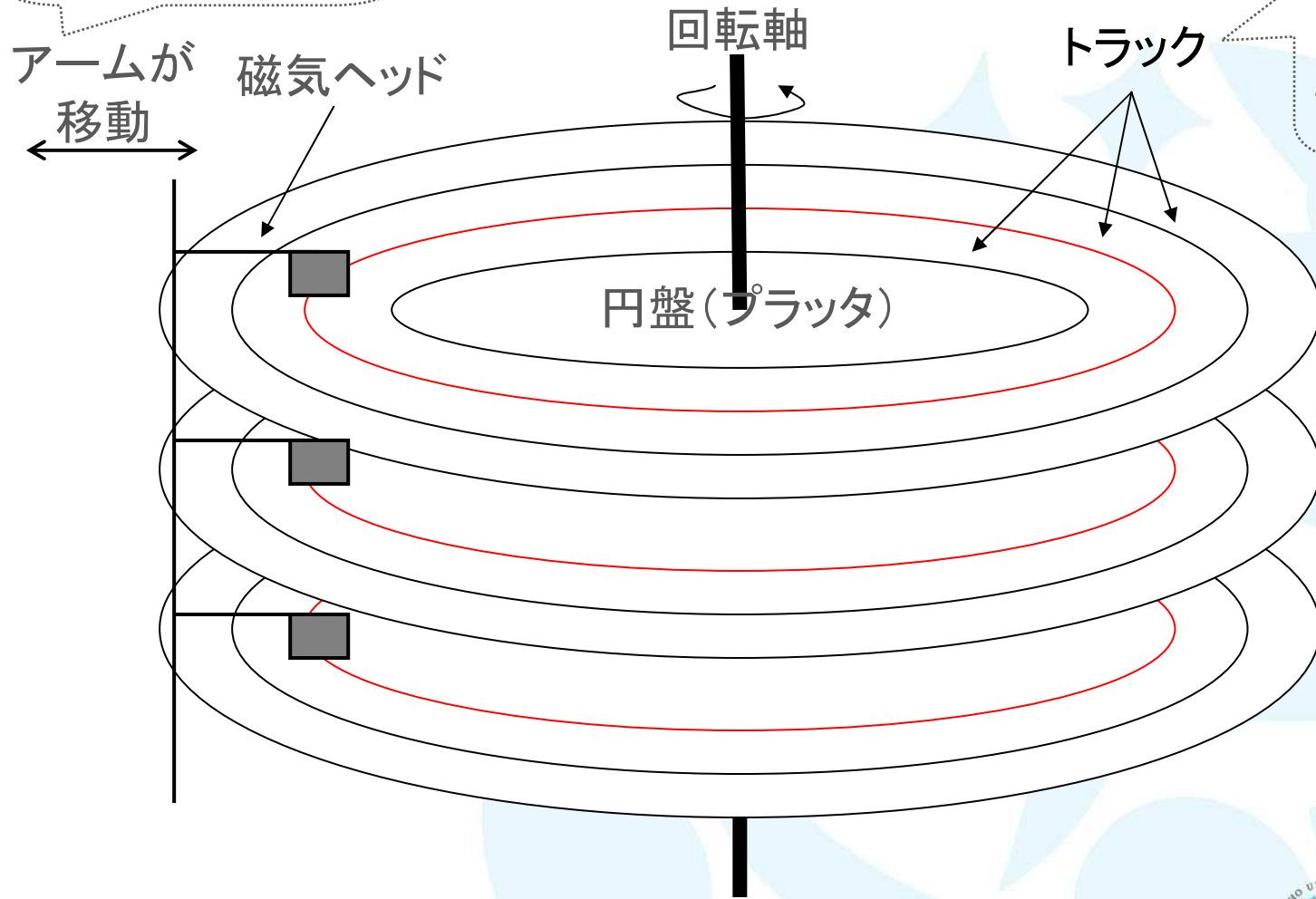
円盤上に  
同心円状に  
記録する



# 模式的に描くと

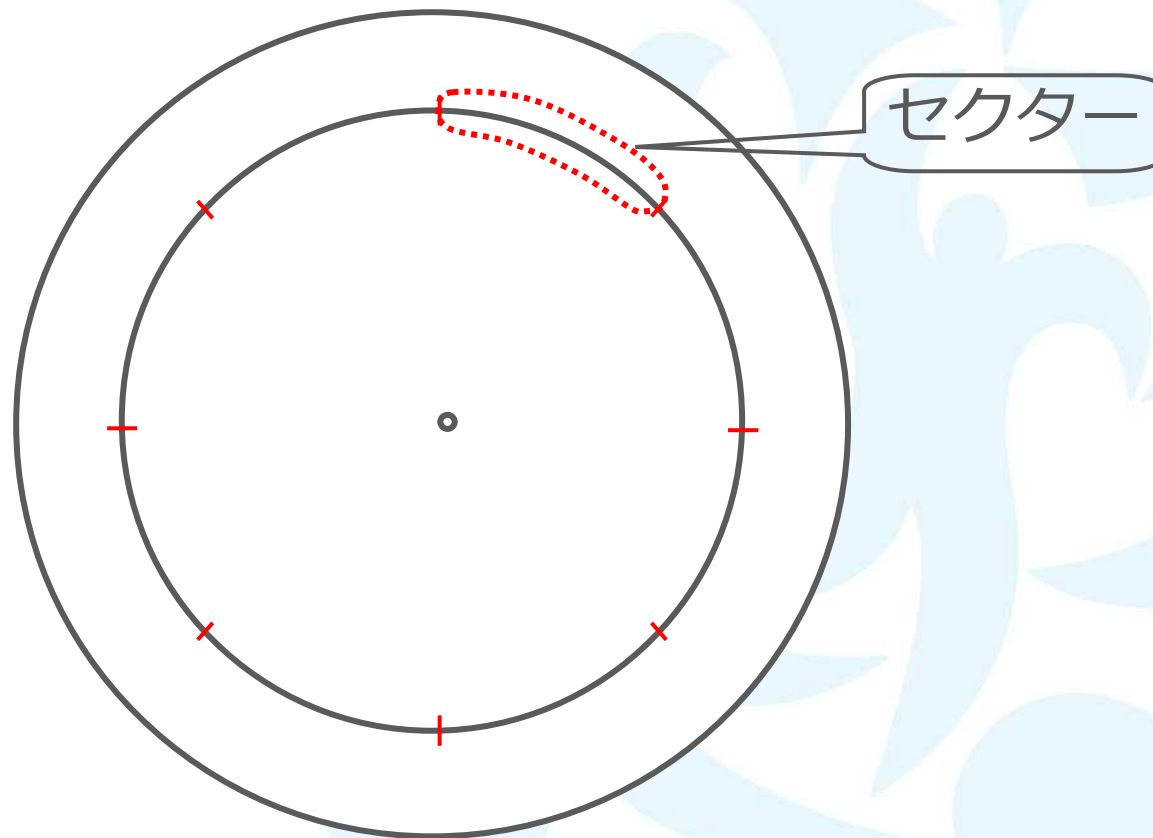
アームが動いて  
トラックを選択

円盤上に  
同心円状に  
記録する



# 更に追加

トラック(記録される同心円)は  
セクター(ブロック)に分かれている





# ここで計算問題 (名前に慣れるために)

次のディスク装置の容量を求めよ

- > 装置当りのプラッター数 5  
但し表と裏の両面に記録する
- > 1面当りのトラック数 1000
- > 1トラック当りのセクター数 500
- > セクターの大きさ 500バイト

?

# ここで計算問題 (名前に慣れるために)

次のディスク装置の容量を求めよ

- > 装置当りのプラッター数 5  
但し表と裏の両面に記録する
- > 1面当りのトラック数 1000
- > 1トラック当りのセクター数 500
- > セクターの大きさ 500バイト

$$5 \times 2(\text{面}) \times 1000 \times 500 \times 500 \text{ バイト}$$
$$= 2.5 \times 10^9 = 2.5 \text{ ギガバイト}$$

# 読出し・書込みの手順は



東邦大学

# 読出し・書込みの手順は

アーム移動 ⇒ アクセスしたいトラック  
(シークとも呼ぶ) 上にヘッドを動かす

## 読出し・書込みの手順は

アーム移動 ⇒ アクセスしたいトラック  
(シークとも呼ぶ) 上にヘッドを動かす

回転待ち ⇒ トラック上の  
アクセスしたいセクターに  
ヘッドが来るのを待つ

## 読出し・書込みの手順は

アーム移動 ⇒ アクセスしたいトラック  
(シークとも呼ぶ) 上にヘッドを動かす

回転待ち ⇒ トラック上の  
アクセスしたいセクターに  
ヘッドが来るのを待つ

読出し・書込み ⇒ 円盤上の磁性面を  
(データ転送とも呼ぶ) 読む・書く

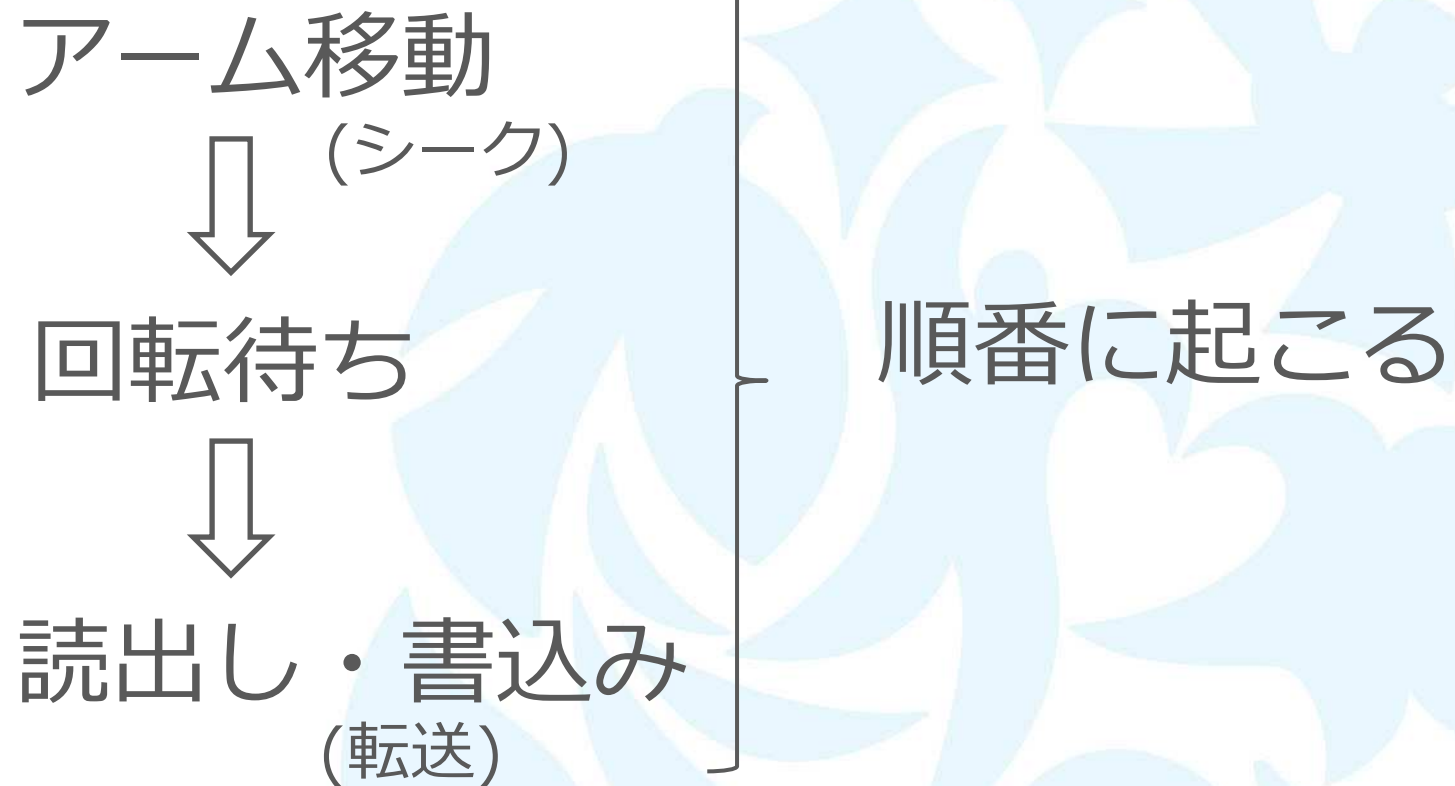
では、  
読出し・書込みにかかる時間は

?



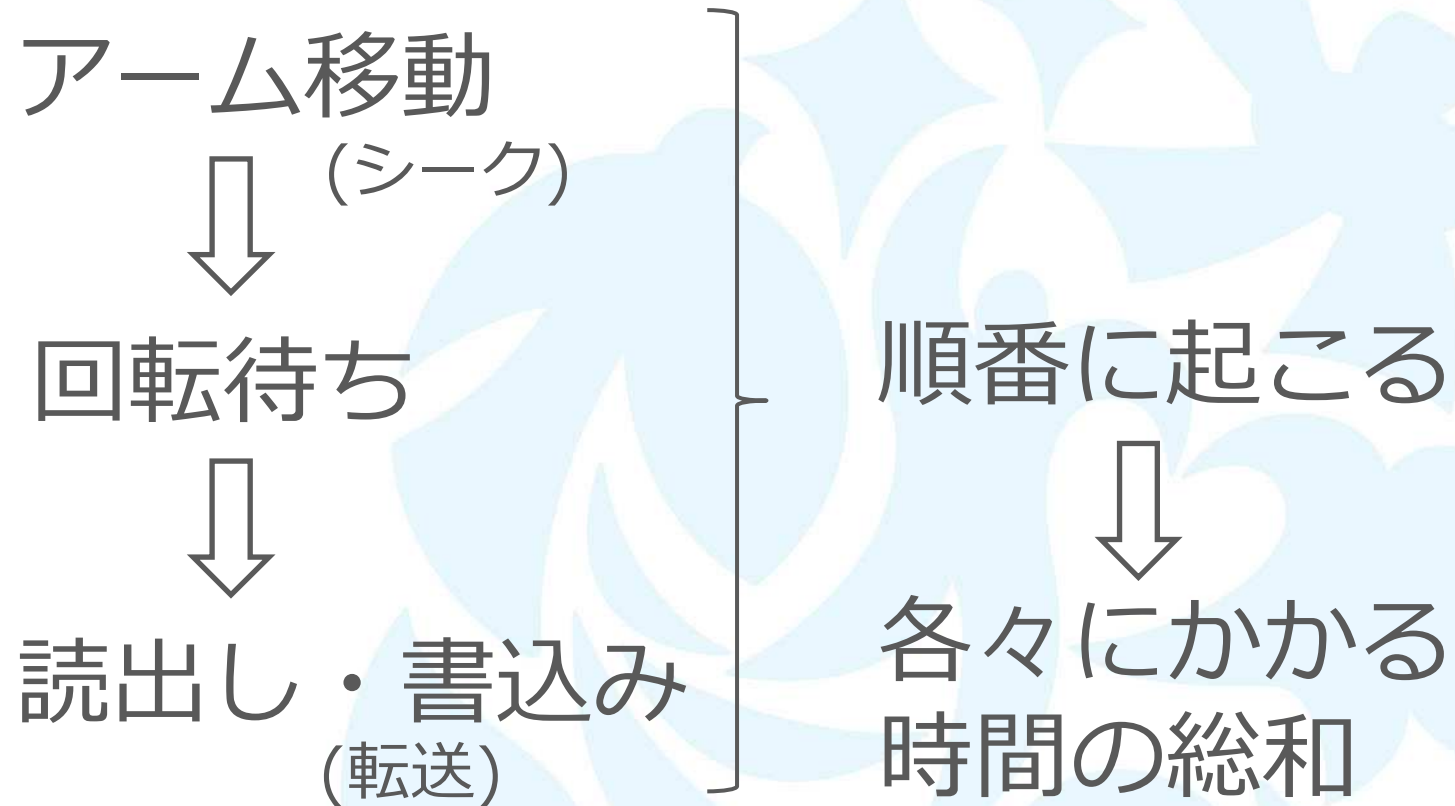
東邦大学

では、  
読出し・書込みにかかる時間は





では、  
読出し・書込みにかかる時間は



# では、 読出し・書込みにかかる時間は

アーム移動 ⇒ カタログに書いてある  
(シーク) (トラック間移動時間)  
例：「平均 5 ミリ秒」

回転待ち

読出し・書込み  
(転送)

# では、 読出し・書込みにかかる時間は

アーム移動 ⇒ カタログに書いてある  
(シーク) (トラック間移動時間)  
例：「平均5ミリ秒」

回転待ち ⇒ 平均値は、半周する時間

読出し・書込み  
(転送)



では、  
読出し・書込みにかかる時間は

アーム移動 ⇒ カタログに書いてある  
(シーク) (トラック間移動時間)  
例：「平均5ミリ秒」

回転待ち ⇒ 平均値は、半周する時間  
=  $(1/\text{回転数}) \times 1/2$

読出し・書込み  
(転送)



# では、 読出し・書込みにかかる時間は

アーム移動 ⇒ カタログに書いてある  
(シーク) (トラック間移動時間)  
例：「平均5ミリ秒」

回転待ち ⇒ 平均値は、半周する時間  
= (1/回転数) × 1/2

読出し・書込み ⇒ 例：毎分7200回転  
(転送) ⇒  $1/(7200/60) \times 1/2$   
= 1/240(秒)=4.2ミリ秒



では、  
読出し・書込みにかかる時間は

アーム移動 ⇒ カタログに書いてある  
(シーク) (トラック間移動時間)  
例：「平均5ミリ秒」

回転待ち ⇒ 平均値は、半周する時間  
= (1/回転数) × 1/2

読出し・書込み ⇒ セクター上をヘッドが  
(転送) 通過する時間

では、  
読出し・書込みにかかる時間は

アーム移動 ⇒ カタログに書いてある  
(シーク) (トラック間移動時間)  
例：「平均5ミリ秒」

回転待ち ⇒ 平均値は、半周する時間  
= (1/回転数) × 1/2

読出し・書込み ⇒ セクター上をヘッドが  
(転送) 通過する時間  
= (1周する時間) / (1周のセクター数)  
例：(1/120) / 1000 = 8μ秒



で、数値だけまとめると、  
読出し・書込みにかかる時間は

アーム移動 ⇒ 例：「平均 5 ミリ秒」  
(シーク)

回転待ち ⇒ 例：毎分 7200 回転  
⇒  $1 / (7200 / 60) \times 1/2$   
=  $1 / 240$  (秒) = 4.2 ミリ秒

読出し・書込み ⇒ 例：7200 回転/分で  
(転送) 1000 セクタ/円周  
⇒  $(1 / 120) / 1000$   
= 8  $\mu$ 秒





で、数値だけまとめると、  
読出し・書込みにかかる時間は

アーム移動 ⇒  
(シーク)

例：「平均 5 ミリ秒」

回転待ち ⇒

例：毎分7200回転

⇒  $1/(7200/60) \times 1/2$

=  $1/240$ (秒) = 4.2 ミリ秒

合せて 9.2 ミリ秒

読出し・書込み ⇒  
(転送)

例：7200回転/分で  
1000セクタ/円周

⇒  $(1/120) / 1000$

= 8μ秒

桁違いに小さいので効いてこない



東邦大学

# ディスク性能のまとめ

## 1. ディスク記憶容量の計算ができる

$(\text{面の数}) \times (\text{トラック数}) \times (\text{セクタ数}) \times (\text{セクタ容量})$

市販装置(ドライブ)では2~3テラバイト (2013)

## 2. 平均アクセス時間の計算ができる

$(\text{アーム移動時間}) + (\text{回転待ち時間}) + (\text{読書き時間})$   
(シーク時間) (転送時間)

市販装置(ドライブ)では5~8ミリ秒程度 (2013)

ディスクのまとめのテストです

磁気ディスクには回転する [ ] と  
表面の磁気を読書きする [ ] と  
ヘッドを移動する [ ] がある

読書きの手順は、  
アームにより [ ] を移動し  
セクタが来るまで [ ] をし  
データを [ ]

磁気ディスクには回転するプラッタと  
表面の磁気を読書きするヘッドと  
ヘッドを移動するアームがある

読書きの手順は、  
アームによりヘッドを移動し  
セクタが来るまで回転待ちをし  
データを転送する

磁気ディスクの容量は、

$$\text{[Blank]} \times \text{[Blank]} \times \text{[Blank]} \times \text{[Blank]}$$

となる

平均アクセス時間は、

$$\text{[Blank]} + \text{[Blank]} + \text{[Blank]}$$

だが、[Blank]は無視できる

# 最後に、光ディスクメモリ

最後に、光ディスクメモリ

CDとかDVDとかブルーレイとか



東邦大学



# CD/DVD/ブルーレイ

ディスク上の記録を光で読み出す

- 渦巻状のトラックに記録

# CD/DVD/ブルーレイ

ディスク上の記録を光で読み出す

- 渦巻状のトラックに記録
- ディスク媒体は安価、取り替え可能

# CD/DVD/ブルーレイ

ディスク上の記録を光で読み出す

- 渦巻状のトラックに記録
- ディスク媒体は安価、取り替え可能
- 主にコンテンツ(音楽・映画等)配布

# CD/DVD/ブルーレイ

ディスク上の記録を光で読み出す

- 渦巻状のトラックに記録
- ディスク媒体は安価、取り替え可能
- 主にコンテンツ(音楽・映画等)配布
- ニーズにより容量を増やしてきた
  - CD 650MB 1.2Mbps 主に音楽
  - DVD 4.7GB 11Mbps ビデオ1-2時間
  - BD 25GB 54Mbps ビデオ2-3時間



# CD/DVD/ブルーレイ

ディスク上の記録を光で読み出す

- どれも3種類想定
  - ROM 読出しのみ
  - R 原則読出し、追記が可能
  - RAM/RE 読書き可能

# CD-ROM/DVD-ROM/BD-ROM

## 工場で製造時に書込み

- ⇒ 円盤を作るときに反射層（アルミ蒸着）にスタンプ（型押し）で凹凸作成
- ⇒ ユーザは書き換えられない
- ⇒ 大量生産に向き、安価
- ⇒ コンテンツ(音楽・映画等)配布に用いる

# CD-R/DVD-R・DVD+R/BD-R

追記型 (ライトワンス, write once)

⇒ 反射層上に有機色素膜を貼り

レーザー光で焼き切って穴を開け記録

⇒ ユーザが1回だけ書き込める

追記できるが、消せない

光等による有機色素膜の劣化がある

# CD-RW / DVD-RW(+RW) / BD-RW

## 書き換え可能型

- ⇒ 反射層上にアモルファス金属膜を貼り  
レーザー光で加熱・相変化(結晶非晶)  
反射率を変化させる
- ⇒ ユーザが消去・書込みすることができる

反射率の差が小さく、読取りエラーの原因になる



# 光ディスクのまとめのテストです

光ディスクは

□状のトラックに

光の□を用いて記録する

記録方式により 3 種類に区別される

読出しのみ

例： CD-□

□可能

例： CD-□

□可

例： CD-□



光ディスクは  
渦巻状のトラックに  
光の反射の有無を用いて記録する  
記録方式により 3 種類に区別される

読出しのみ

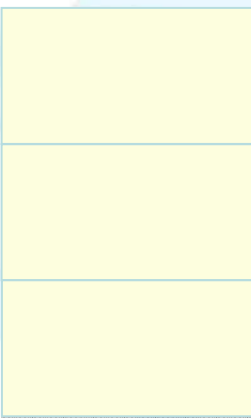
例： CD-

可能

例： CD-

可

例： CD-



光ディスクは

渦巻状のトラックに

光の反射の有無を用いて記録する  
記録方式により 3 種類に区別される

読出しのみ

例： CD-ROM

可能

例： CD-

可

例： CD-

光ディスクは

渦巻状のトラックに

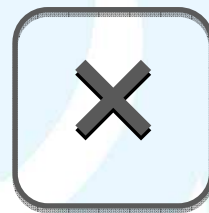
光の反射の有無を用いて記録する  
記録方式により 3 種類に区別される

読出しのみ 例： CD-ROM

追記だけ可能 例： CD-R

消去・書込み可 例： CD-RW

できましたか？



次へ