CC BY

ハードウェア解説と機器の分解

北海道大学理学院宇宙理学専攻
修士課程 2年
吉川 颯真

はじめに

今日は皆さんの目の前にある計算機を

バラバラにします！

分解するその前に，これから分解するものが何かについて知っておきましょう！

今回の目標

“パソコン”を”パソコン”としてだけでなく
‘どのような’ものの集合体なのかを知る

計算機の構成

計算機はハードウェアとソフトウェアからなる

ハードウェア

計算機を構成する電子部品や接続機器など物理的実体のあるもの

ディスプレイ

マウス

ソフトウェア

プログラムやコマンドなど物理的実体のないもの

Windows 11

オペレーティングシステム

アプリケーションソフトウェア

本日のお品書き

- Personal Computerとは（PC, パソコン）
- ハードウェアのお仕事
- 計算機を構成するハードウェア要素
  - 入力装置
  - 処理装置
  - 出力装置
  - 記憶装置
  - その他の装置
- 計算機におけるハードウェア管理

Personal Computerとは

PC, パソコンとはなんだろうか

Personal Computer

Personal Computer(ちぢめてパソコン, PC)

1. 個人が使うことを目的に作られたコンピュータ
   - PC/AT互換機, Mac, Chrome book, タブレット端末
2. PC/AT互換機のこと

PC/AT互換機

PC/AT(IBMが1984年に発売した計算機)と互換性を持つ計算機

PC/AT: Personal Computer/Advanced Technology

IBM PC/AT. 現在シアトルのLiving Computer Museumにて展示中
Phot by MBlairMartin(CC BY-SA 4.0)

今回はPC/AT互換機の話をします！

PC/AT互換機

- PC/ATと互換性のある計算機
- 設計仕様の多くが公開されている
  - 互換製品が各社から販売，価格競争の影響もあり低価格化し普及した
- OSはWindowsやUnix系が多い

VGA 規格

日本ではPC/AT互換機はDOS/Vマシンと呼ばれることも多い

- DOS/V（DOSはDisc Operating System，VはVGA対応の意）
  - 日本IBM社が1990年にPC DOSに日本語を扱う機能を追加して発売

専用のハードウェアを搭載せずにソフトウェアの更新だけで日本語を扱えるようになったため，日本でPC/AT互換機が普及するきっかけになった

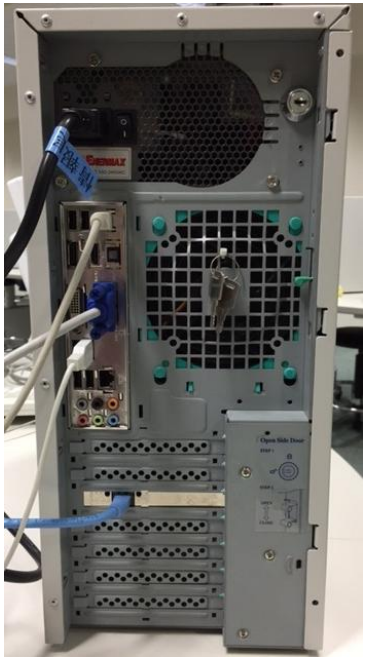
INEXで使うPC/AT互換機

- 分解・組み立てがしやすい
- ハードウェアとしての計算機の仕組みを理解するのに最適

※メーカー品は分解すると保証が効かなくなる可能性があるので注意しよう！

前面

背面



ハードウェアのお仕事

ハードウェアはどんな仕事をしている？

2025年05月XX日のＹ君の日記

来週〆切の情報実験のレポートにとりかかった.

ブラウザのアイコンをマウスでクリックすると, ブラウザが立ち上がった.

情報実習のレポート投稿フォーラムに移動して
レポートを書き始めた.
まだキーボード操作に慣れておらず, 疲れてしまった….
そこで, 気分転換に動画サイトへ行き, 目の保養をする事にした!!!

めくるめく世界がディスプレイに表示された.

目の保養をし過ぎてレポートが終わらなかったので, 未完成のレポートをメモ帳にコピペし, 持参した USB メモリに保存した.

明日こそがんばろう.

入力機能
マウスでクリック
キーボードで入力

処理機能
アプリケーションソフトの
実行：ブラウザ起動

出力機能
ディスプレイが表示

記憶機能
USBメモリがデータ保管

CC BY

ハードウェアはどんな仕事をしている？

2025年05月XX日のＹ君の日記

来週〆切の情報実験のレポートにとりかかった.

ブラウザのアイコンをマウスでクリックすると, ブラウザが立ち上がった.

情報実習のレポート投稿フォーラムに移動して
レポートを書き始めた.
まだキーボード操作に慣れておらず, 疲れてしまった….
そこで, 気分転換に動画サイトへ行き, 目の保養をする事にした!!!

めくるめく世界がディスプレイに表示された.

目の保養をし過ぎてレポートが終わらなかったので, 未完成のレポートをメモ帳にコピペし, 持参した USB メモリに保存した.

明日こそがんばろう.

入力機能
マウスでクリック
キーボードで入力

処理機能
アプリケーションソフトの
実行：ブラウザ起動

出力機能
ディスプレイが表示

記憶機能
USBメモリがデータ保管

ハードウェアはどんな仕事をしている？

2025年05月XX日のＹ君の日記

来週〆切の情報実験のレポートにとりかかった.

ブラウザのアイコンをマウスでクリックすると, ブラウザが立ち上がった.

情報実習のレポート投稿フォーラムに移動して
レポートを書き始めた.
まだキーボード操作に慣れておらず, 疲れてしまった….
そこで, 気分転換に動画サイトへ行き, 目の保養をする事にした!!!

めくるめく世界がディスプレイに表示された.

目の保養をし過ぎてレポートが終わらなかったので, 未完成のレポートをメモ帳にコピペし, 持参した USB メモリに保存した.

明日こそがんばろう.

入力機能
マウスでクリック
キーボードで入力

処理機能
アプリケーションソフトの
実行：ブラウザ起動

出力機能
ディスプレイが表示

記憶機能
USBメモリがデータ保管

CC BY

ハードウェアはどんな仕事をしている？

2025年05月XX日のＹ君の日記

来週〆切の情報実験のレポートにとりかかった.

ブラウザのアイコンをマウスでクリックすると, ブラウザが立ち上がった.

情報実習のレポート投稿フォーラムに移動して
レポートを書き始めた.
まだキーボード操作に慣れておらず, 疲れてしまった….
そこで, 気分転換に動画サイトへ行き, 目の保養をする事にした!!!

めくるめく世界がディスプレイに表示された.

目の保養をし過ぎてレポートが終わらなかったので, 未完成のレポートをメモ帳にコピペし, 持参した USB メモリに保存した.

明日こそがんばろう.

入力機能
マウスでクリック
キーボードで入力

処理機能
アプリケーションソフトの
実行：ブラウザ起動

出力機能
ディスプレイが表示

記憶機能
USBメモリがデータ保管

CC BY

ハードウェアはどんな仕事をしている？

2025年05月XX日のＹ君の日記

来週〆切の情報実験のレポートにとりかかった.

ブラウザのアイコンをマウスでクリックすると, ブラウザが立ち上がった.

情報実習のレポート投稿フォーラムに移動して
レポートを書き始めた.
まだキーボード操作に慣れておらず, 疲れてしまった….
そこで, 気分転換に動画サイトへ行き, 目の保養をする事にした!!!

めくるめく世界がディスプレイに表示された.

目の保養をし過ぎてレポートが終わらなかったので, 未完成のレポートをメモ帳にコピペし, 持参した USB メモリに保存した.

明日こそがんばろう.

入力機能
マウスでクリック
キーボードで入力

処理機能
アプリケーションソフトの
実行：ブラウザ起動

出力機能
ディスプレイが表示

記憶機能
USBメモリがデータ保管

ハードウェアはどんな仕事をしている？

2025年05月XX日のＹ君の日記

来週〆切の情報実験のレポートにとりかかった.

ブラウザのアイコンをマウスでクリックすると, ブラウザが立ち上がった.

情報実習のレポート投稿フォーラムに移動して
レポートを書き始めた.
まだキーボード操作に慣れておらず, 疲れてしまった….
そこで, 気分転換に動画サイトへ行き, 目の保養をする事にした!!!

めくるめく世界がディスプレイに表示された.

目の保養をし過ぎてレポートが終わらなかったので, 未完成のレポートをメモ帳にコピペし, 持参した USB メモリに保存した.

明日こそがんばろう.

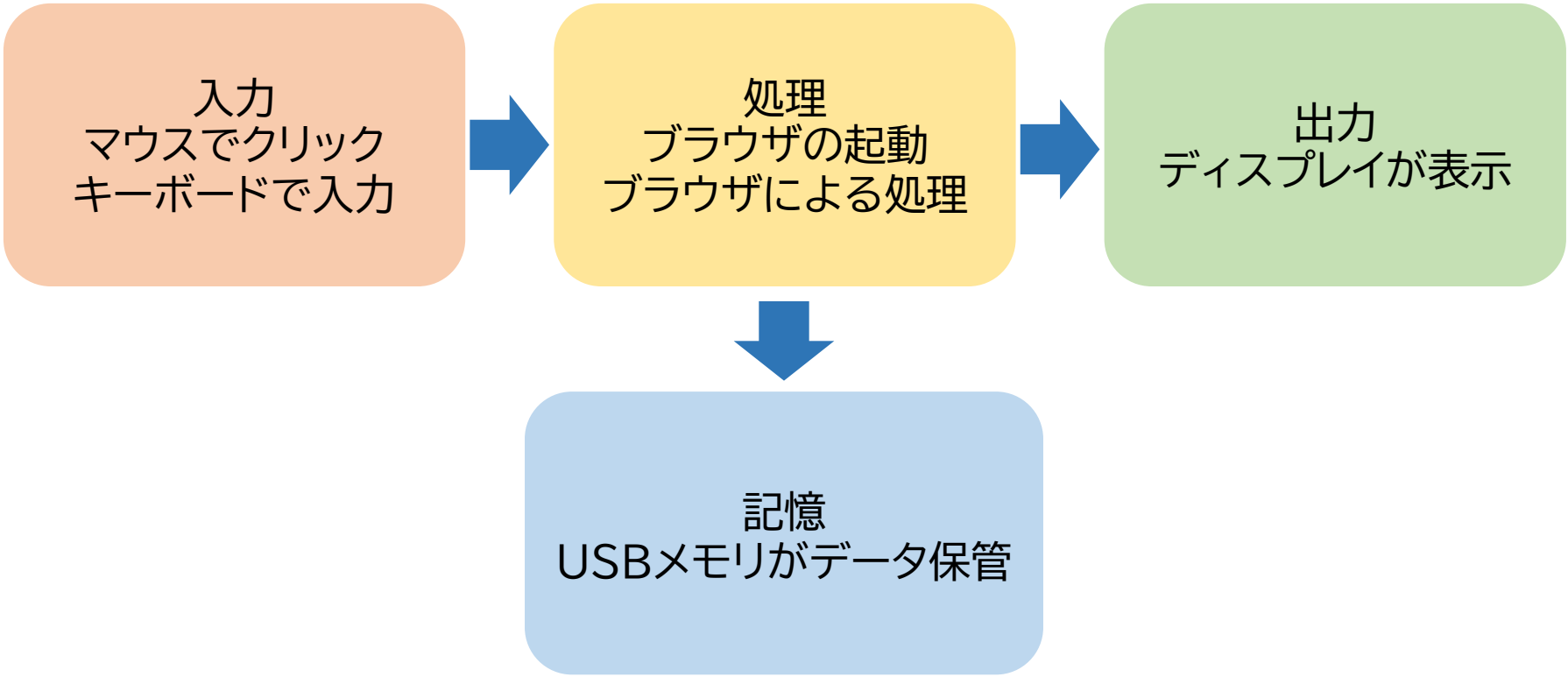
入力機能
マウスでクリック
キーボードで入力

処理機能
アプリケーションソフトの
実行：ブラウザ起動

出力機能
ディスプレイが表示

記憶機能
USBメモリがデータ保管

まとめると…



これらの機能はどのような装置で実装されているのだろう？

計算機を構成するハードウェア要素

装置の種類

ハードウェアごとに異なる役割を持ち,
これらの組み合わせで計算機は構成されている

- 入力装置：キーボード, マウス, マイク, カメラなど
- 処理装置：CPU(Central Processing Unit)
- 出力装置：ディスプレイ, スピーカー, プリンタなど
- 記憶装置：RAM, HDD, SSD, USB, CD, DVD, BDなど
- その他の装置
  - マザーボード, ネットワークカード, グラフィックボード

入力装置

計算機が人間から情報を受け取るための装置

- キーボード, マウス, ゲームコントローラーなど

処理装置

命令を処理する装置

- CPU（Central Processing Unit）など
  - 動作周波数(後述)が大きいと処理が速い
  - コア数，スレッド数が多いとより多くの並列処理ができる

Intel Core i5
3450
3.1GHz

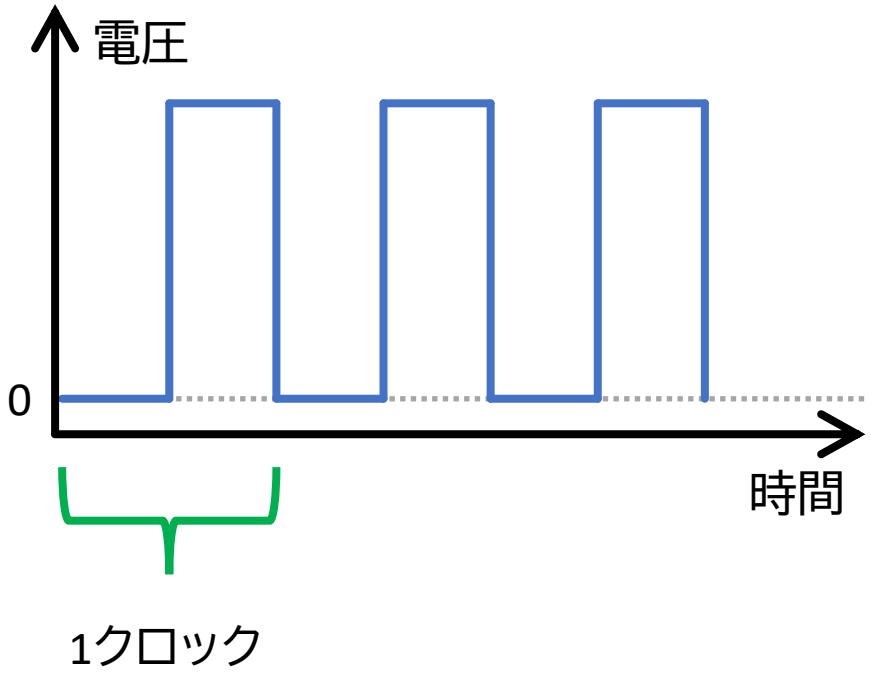
マザーボードにCPU
を装着した状態

さらにCPUファンを
装着した状態

動作周波数

CPU に投入される一秒あたりのクロック信号数

- CPUは 1 クロック信号ごとに 1 行程の処理を行うため
  動作周波数を増やせば処理できる計算量も増大する



参考値:
情報実験機のCPU
(Intel Core i5 3450)
の動作周波数は3.1GHz

CPUプロセッサ名の見方

Intel® Core™ i5 3450

↑

会社名: intel, AMD社の作っている～というCPU

↓

AMD® Ryzen™ 5 3500

CPUプロセッサ名の見方

Intel® Core™ i5 3450

↑

ブランド名: intel, AMD社CPUのCore, Ryzen という名前のブランド

↓

AMD® Ryzen™ 5 3500

CPUプロセッサ名の見方

Intel® Core™ i5 3450

↑

シリーズ: Core, Ryzenブランドのi5, 5というシリーズ
番号が大きいほど高性能

↓

AMD® Ryzen™ 5 3500

CPUプロセッサ名の見方

Intel® Core™ i5 3450

プロセッサ番号: 先頭1~2桁はシリーズの世代数を*,
その後は商品番号を表している
大きいほど同シリーズ内で新しい

AMD® Ryzen™ 5 3500

*AMD社の場合はプロセッサ番号の先頭1桁が世代と必ずしも一致していない場合があるので注意

CPUプロセッサ名の見方

Intel® Core™ i5 3450

上がCore i5 3世代の450という商品
下がRyzen 5 3世代の500という商品

AMD® Ryzen™ 5 3500

*AMD社の場合はプロセッサ番号の先頭1桁が世代と必ずしも一致していない場合があるので注意

CPUプロセッサ名の見方

まとめると今回実習で扱う

Intel®　Core™　i5　3450 は

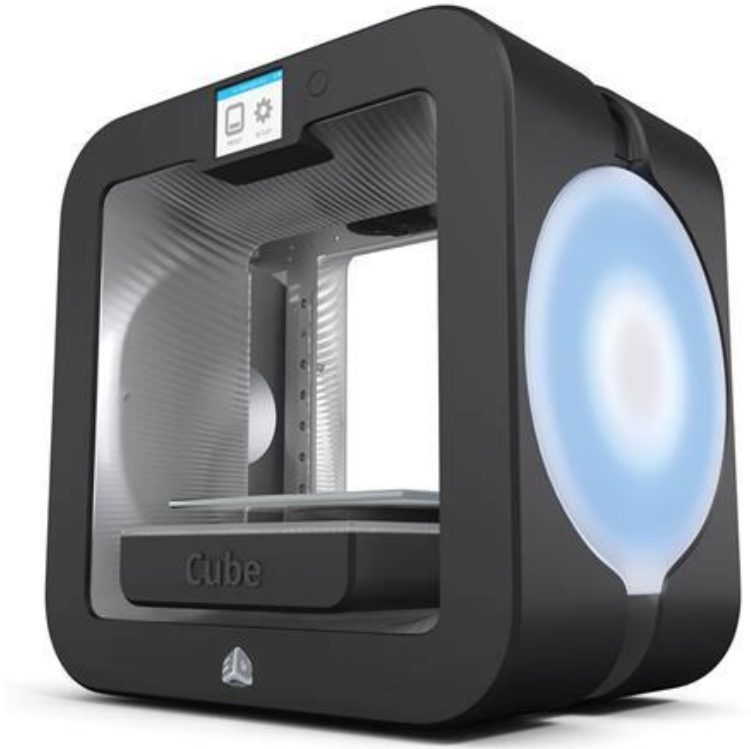
intel社のCoreブランドi5シリーズ3世代の450番というCPU

出力装置

出力結果を人間に伝える装置

ディスプレイ，プリンター，スピーカーなど

ディスプレイ



（3D）プリンタ
隣の部屋に実物アリ

記憶装置

データ，プログラム(ソフトウェア)を記憶・保管する装置

- 主記憶装置(メインメモリ)
- 補助記憶装置

主記憶装置(メインメモリ)

- RAM(Random Access Memory)
- 半導体素子を利用して電気的に記憶する装置
  - 電源を落とすと記録内容は消滅
- CPUから直接アクセスが可能
  - 動作が高速である

補助記憶装置

- データを保管する装置
  - 電源を落としてもデータは消えない.
  - HDD, SSD, BD, DVD, CD, USBメモリなど
- CPUから直接アクセス不可能(動作が低速)
  - バス(後述)を介して読み書きする
- 様々な接続規格が用いられる.
  - 接続規格によって接続部の形状や通信規約が異なる.
  - USB, SATA, PCIe など

USBメモリ

- 接続規格: USB
- フラッシュメモリ(半導体素子を用いて電気的にデータを読み書きする機構の一つ)である.
  - 静電気に弱く, 記録回数が有限.

SONY
USM8GLX L

HDD(Hard Disk Drive)

- 接続規格: SATA
- 磁性体を塗布した円盤を高速に回転させ，磁気ヘッドを通してデータを読み書き.
- 単位容量当たりの価格が安価(1.5～15円/GB)
- 現在，データ保存用として主要な補助記憶装置
- 衝撃・振動に弱いので取り扱いに注意.

http://www.atmarkit.co.jp/icd/root/63/5783863.html

HITACHI
HDP725050GLA
500GB

SSD(Solid State Drive)

- コネクタ規格: SATA, PCIe
- フラッシュメモリ方式でデータを保存する
  - 振動, 衝撃に強い.
  - 記録回数に上限がある.(約3000回ほど書き込み可能)
- 現在, システム領域として主要な補助記憶装置
- 補助記憶装置としては高速なデータのやり取りができる.
- 単位容量当たりの価格がHDDより高価(7～30円/ GB)

その他の装置

マザーボード

計算機に周辺機器を接続するための主要な回路基板

ASUS P8H77-V

その他の装置

マザーボードの拡張スロット (後述) に装置を取り付けることで, 機能を拡張することができる
…ネットワークカード, グラフィックボード(ビデオカード)など

ネットワークカード
(インテル Gigabit CT Desktop Adapter EXPI9301CT)

ビデオカード (ATI XPERT 98
VRAM: 8MB, ビデオチップ: RAGE)

ネットワークカード

ネットワークへのインターフェースを追加するカード
現在ではマザーボードに搭載されている場合も多い

別名

- NIC (Network Interface Card)
- LAN card
- LAN board

接続部

有線ネットワークを利用するカード
(インテル Gigabit CT Desktop Adapter EXPI9301CT)

グラフィックボード

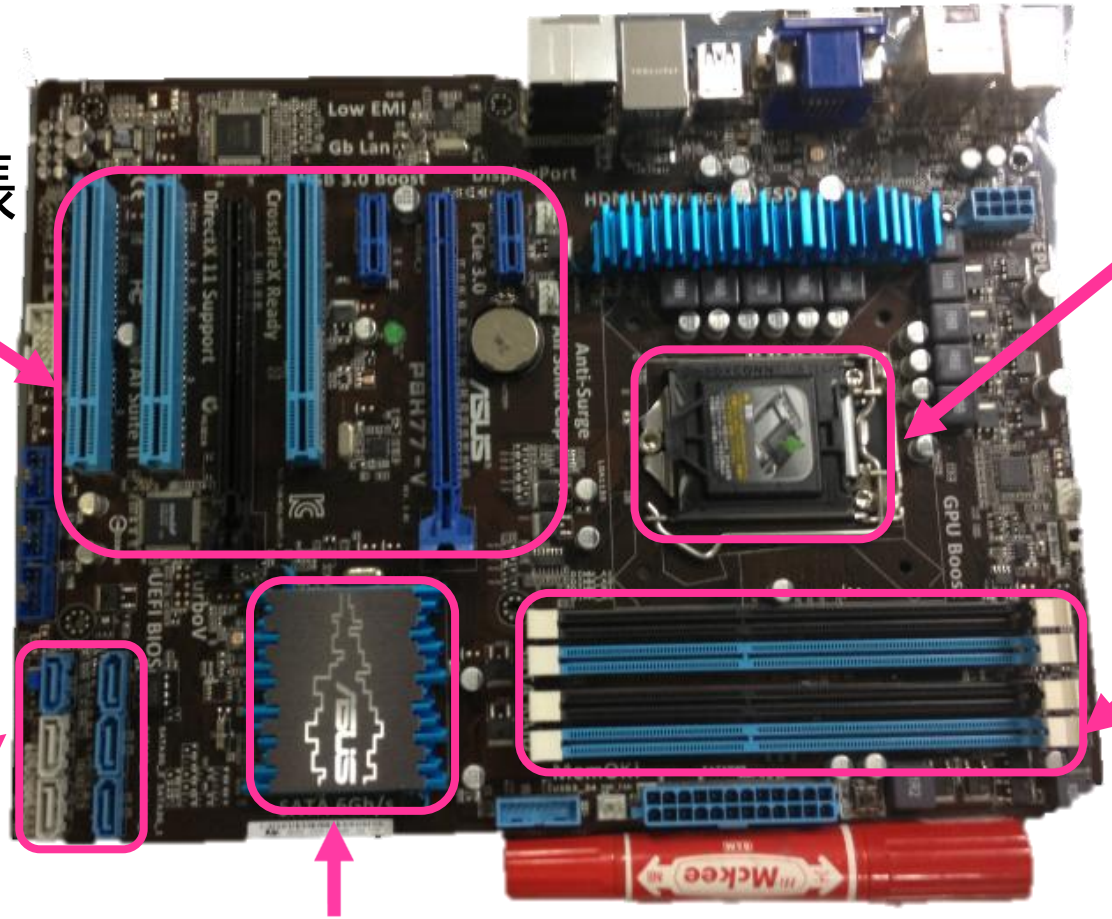
画面表示機能をつかさどるハードウェア
CPUに画面表示機能がない場合や性能不足の場合に必要
以下のデバイスからなる

- 描画/画像処理を行うチップ
  (GPU: Graphical Processing Unit)
- 描画データを保持するためのメモリ
  (VRAM: Video Random Access Memory)
- 冷却ファン

ATI XPERT 98
VRAM: 8MB, ビデオチップ: RAGE

計算機におけるハードウェア管理

マザーボード



PCIe拡張
スロット

CPU
スロット

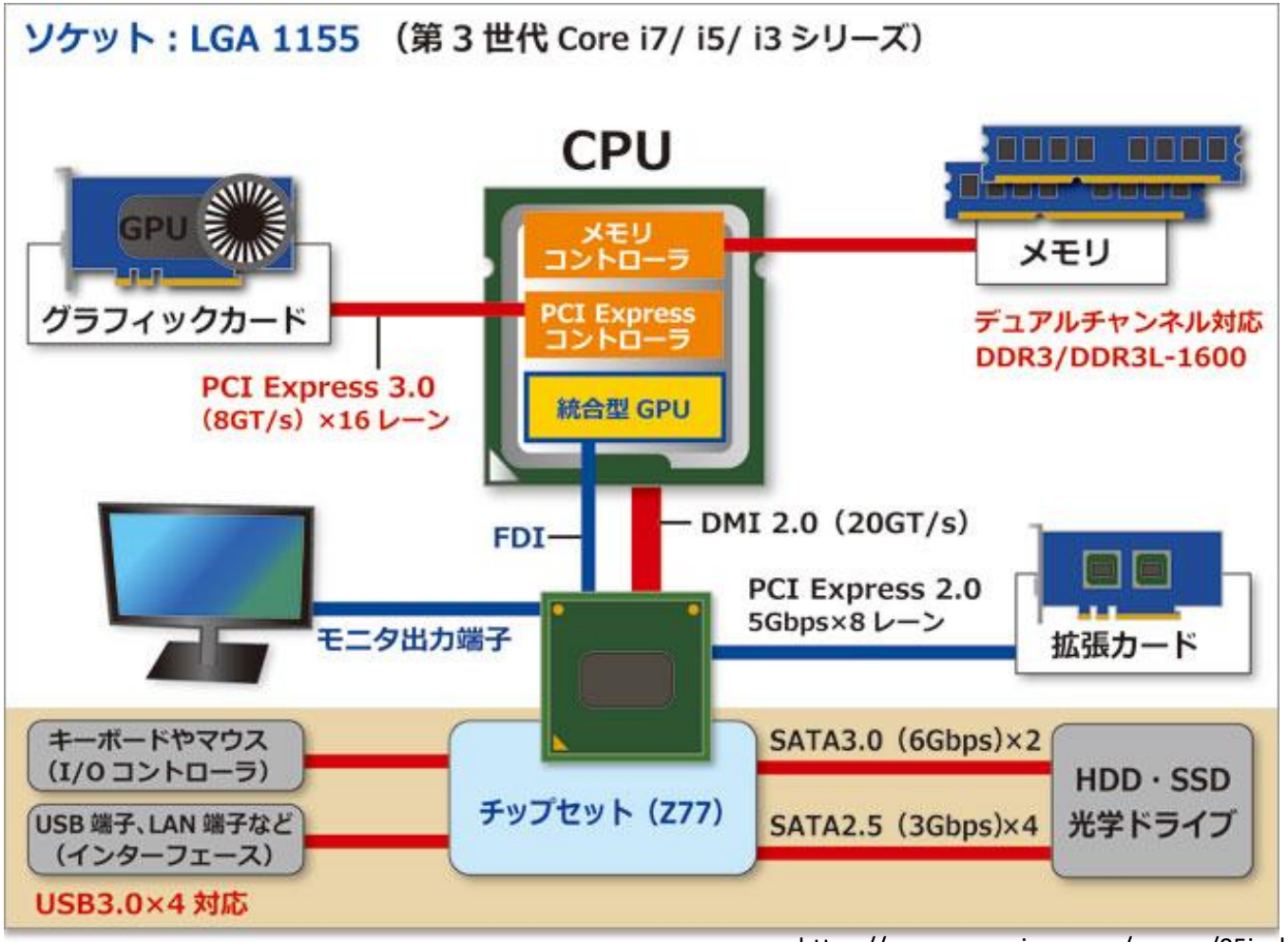
メモリ
スロット

SATA
コネクタ

チップセット

バス

計算機内で各装置がデータのやり取りをするための共通伝送路

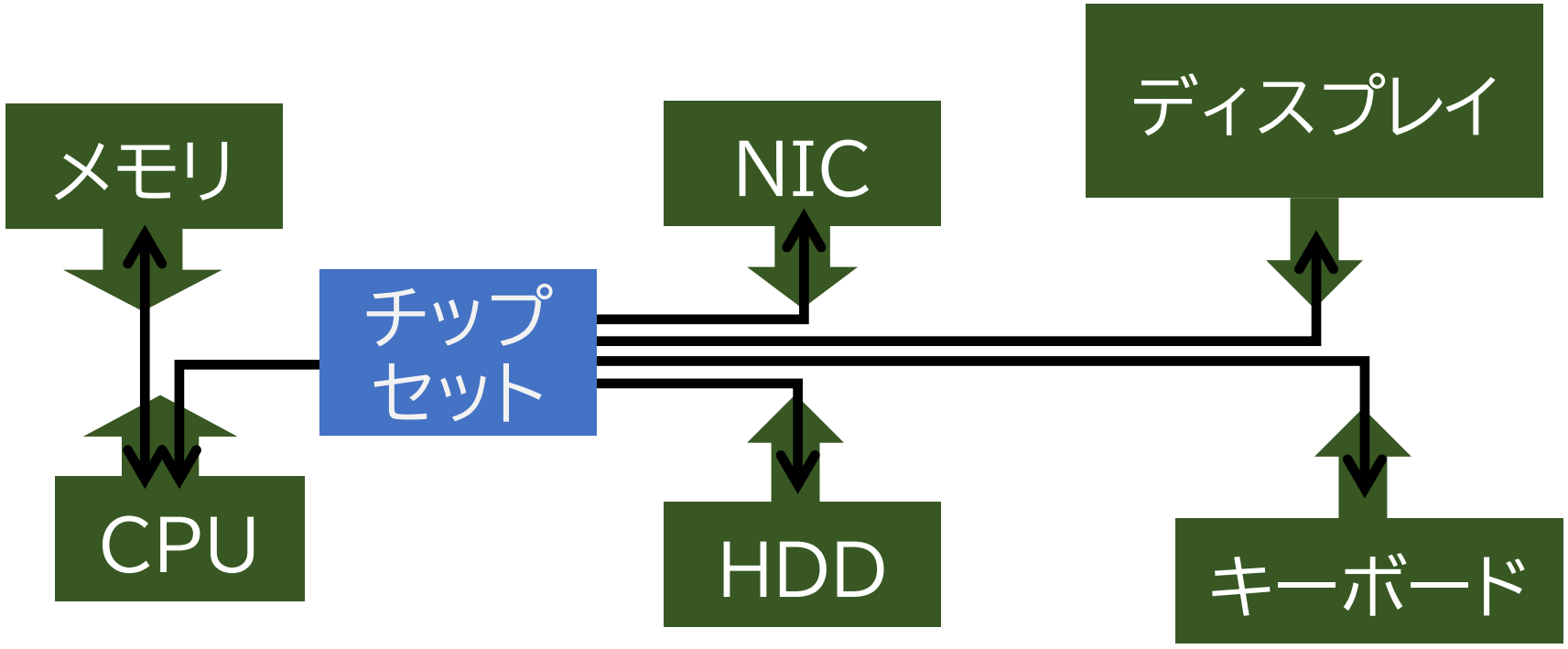


https://www.pasonisan.com/pc-cpu/05ivybridge-lga1155.html

チップセット

マザーボードに接続されている機器間，およびそれらとCPUとのデータ受け渡しを管理する一連の回路．

データの交通整理を行う．

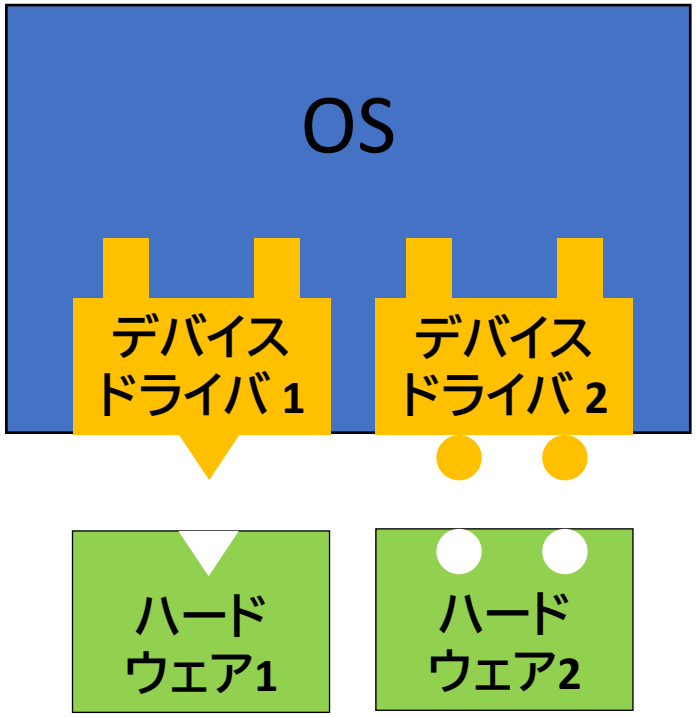


CC BY

ハードウェアを統合するソフトウェア

デバイスドライバ

- OS とハードウェアの橋渡し的役割（第 3 回）
- 各ハードウェアごとにメーカーが提供し OS に組み込む.
- OSごとに異なるものを用意しなければならない

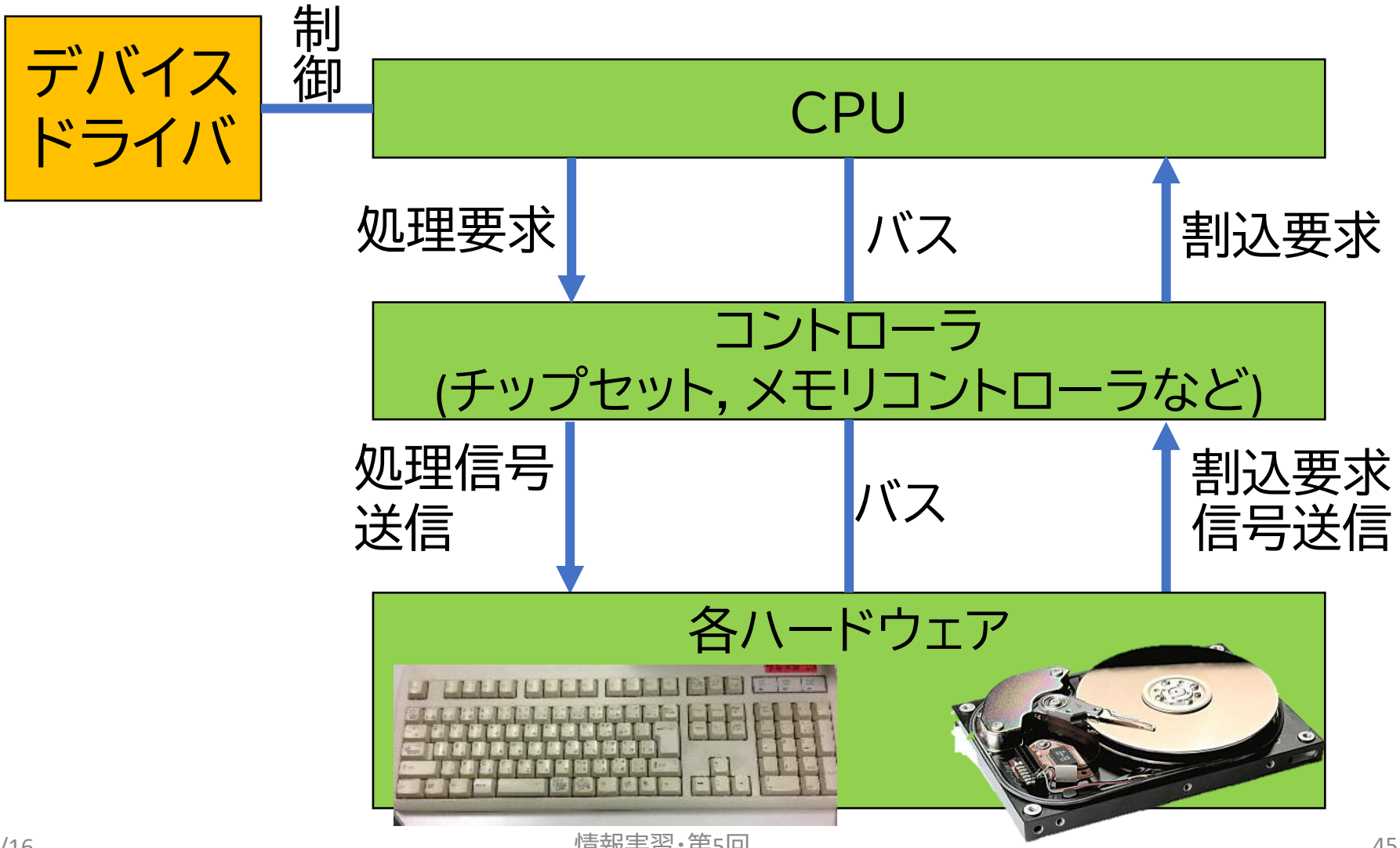


ハードウェア管理の仕方

- CPUが全てのハードウェアの動作を制御する
  - 各ハードウェアは整理番号（ハードウェアリソース）で管理され，CPUの指示に基づき作業を実行する

- ハードウェアリソース
  - ハードウェアごとに割り当てられるCPUとのやり取りのための整理番号
  - PC/AT互換機ではI/Oポートアドレス，IRQ番号が該当
    - I/Oポート：CPUと他のハードウェア間の入出力通信窓口
    - IRQ（Interrupt ReQuest）：割り込み要求
      - 作業中のCPUに対して別の処理の実行を要求すること

ハードウェア管理の仕方

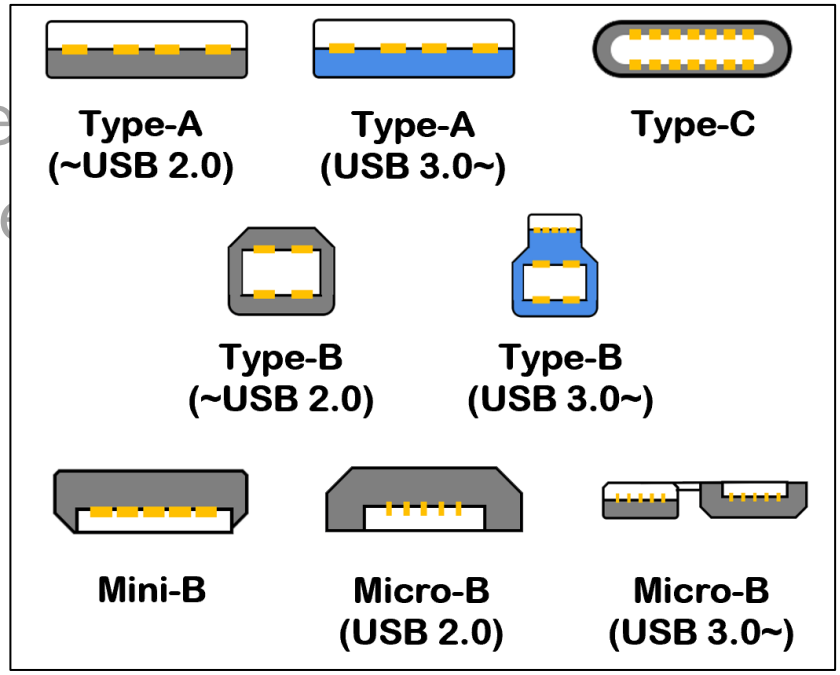


ハードウェアの接続規格

マザーボードに接続するための様々な規格がある.

以下ではその例を挙げる.

- USB (Universal Serial Bus)
  - USBメモリ, キーボード, マウス等
  - Type A, B, C...など色々ある
- SATA (Serial Advanced Te
- PCIe (Peripheral Compone Express)



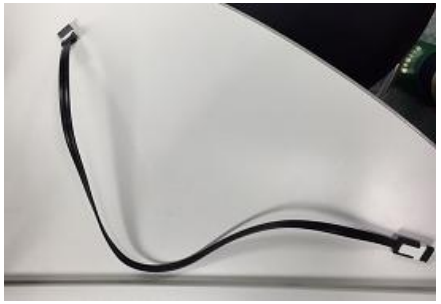
https://mirumi.me/usb-versions-and-connectors/

ハードウェアの接続規格

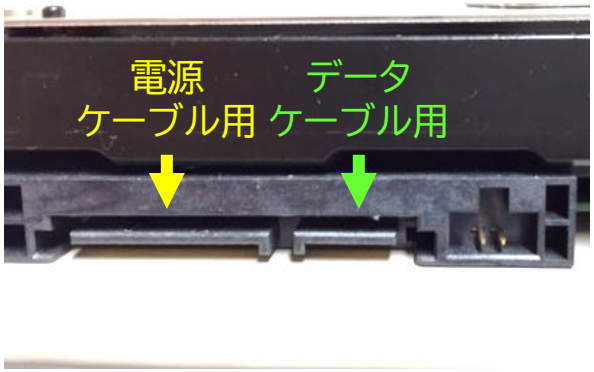
マザーボードに接続するための様々な規格がある.

以下ではその例を挙げる.

- USB(Universal Serial Bus)
- SATA(Serial Advanced Technology Attachment)
  - HDDなどの補助記憶装置を接続する標準的な規格
  - データケーブル接続部と電源ケーブル接続部からなる
- PCIe(Peripheral Component Interconnect Express)



SATA ケーブル



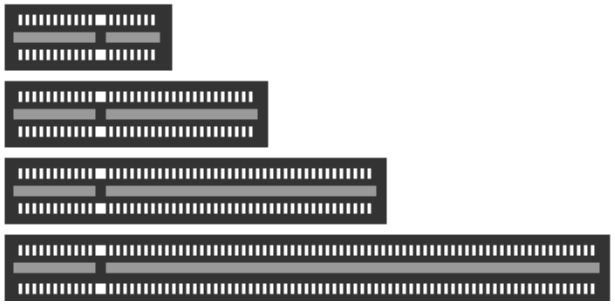
HDDのSATA接続部

ハードウェアの接続規格

マザーボードに接続するための様々な規格がある.

以下ではその例を挙げる.

- USB(Universal Serial Bus)
- SATA(Serial Advanced Technology Attachment)
- PCIe(Peripheral Component Interconnect Express)
  - グラフィックボード等様々な拡張機器を接続するための規格
  - 非常に高速
  - マザーボードの拡張スロットに直接機器を取り付ける



接続規格ごとの通信速度の違い

接続規格ごとに通信速度が異なる為，利用する機器ごとに性能を生かせる規格を用いることに留意すると良い

- USB: 最大 40 Gbps
  - USBメモリなどでは実際420MB/sほどの通信速度がでる
- SATA: 最大 6 Gbps
  - HDDでは200MB/s, SSDでは550MB/sほどの通信速度が出る
- PCIe: 最大 60 Gbps
  - 一般的に補助記憶装置に用いられることは少ない

まとめ

まとめ

- PC/AT互換機(＝パソコン)
  - PC/ATの設計仕様が公開されたため, 広く普及
- パソコンは様々なハードウェア要素で構成される
  - 機器に応じて, 規格・使い方・機能・性能が異なる
- ハードウェア要素の例
  - 入力装置:キーボード, マウス
  - 処理装置:CPU
  - 出力装置:ディスプレイ
  - 記憶装置:RAM, HDD
  - その他:ネットワークカード, マザーボード
- 計算機におけるハードウェア管理
  - CPU がコントローラを介して各ハードウェアを制御

本日の実習

- 分解作業を行うことで，ハードウェアの仕組みを知る

- 実習にあたっての注意
  - ✔ 怪我しない
  - ✔ 壊さない
  - ✔ 失くさない

参考文献

- INEX2017 ハードウェア解説と機器の分解
  - http://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/~inex/y2017/0519
- IT用語辞典 e-words
  - http://e-words.jp
- 見てわかるパソコン解体新書 Vol. 5, 大島篤 著, ソフトバンクパブリッシング株式会社
- パソコンの世代・性能が分かるチップセット
  - http://www.pc-master.jp/jisaku/chipset.html
- Fujitsu : ストレージ技術用語解説
  - http://www.fujitsu.com/jp/products/computing/storage/lib-f/tech/beginner/disk/
- 及び各ページに張り付けてあるURL

付録

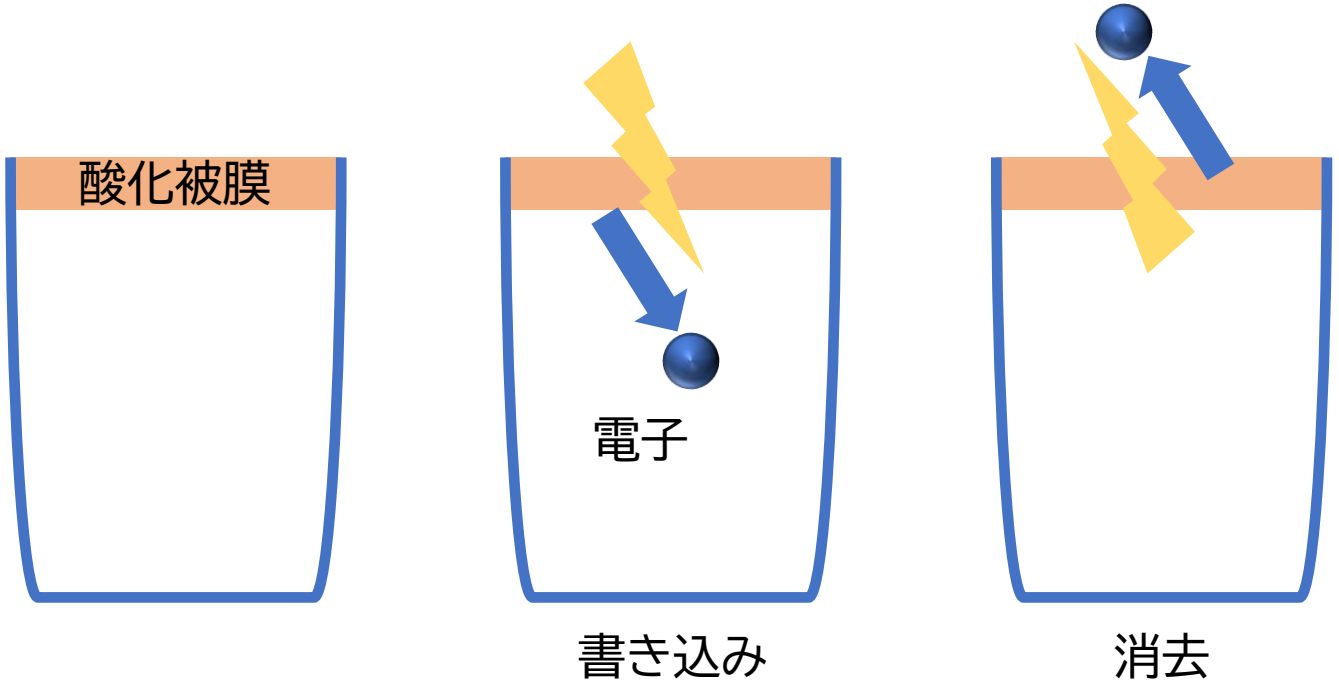
フロッピーディスク

- 磁性体を塗布した円盤を磁気ヘッドに近づけてデータを読み書きする
- 安価なため, 古くから使用されていた
- 磁気に弱い
- 最近はほとんど使われていない

CC BY

フラッシュメモリの記録機構

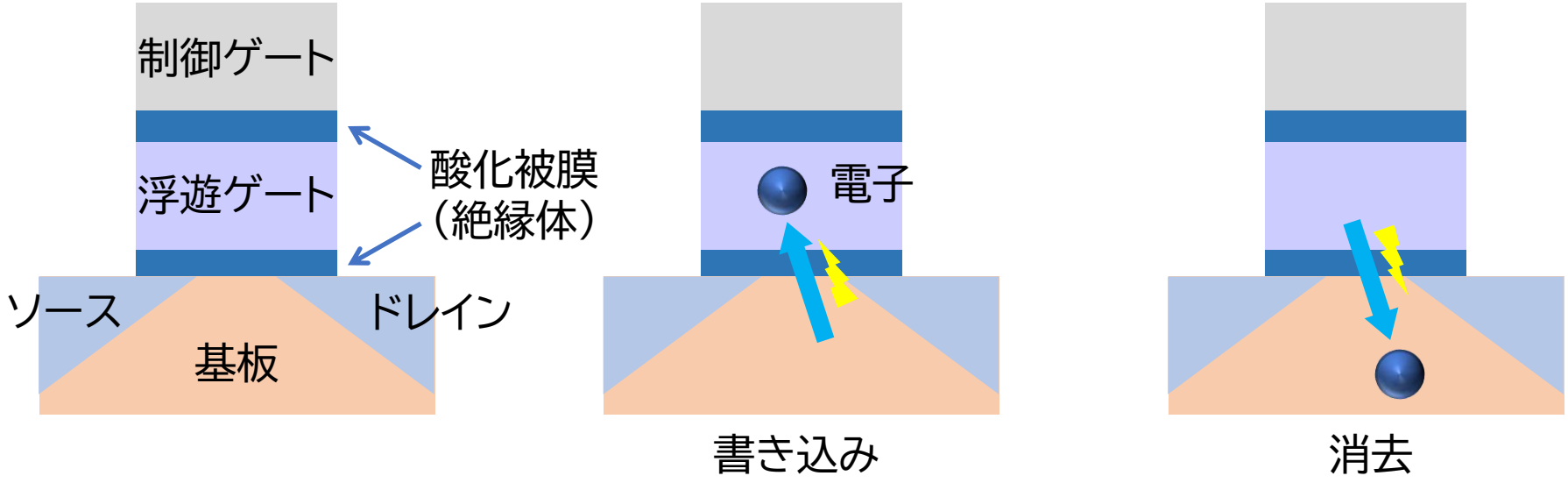
- 高電圧を印加し，電子を移動させ，書き込み・消去をする
- 酸化被膜の絶縁性が電子の「蓋」の役割を担う
- 酸化被膜は電子の通過に伴い劣化する（記録回数の有限性）



NAND型フラッシュメモリの書き込み・消去原理

フラッシュメモリの記録機構

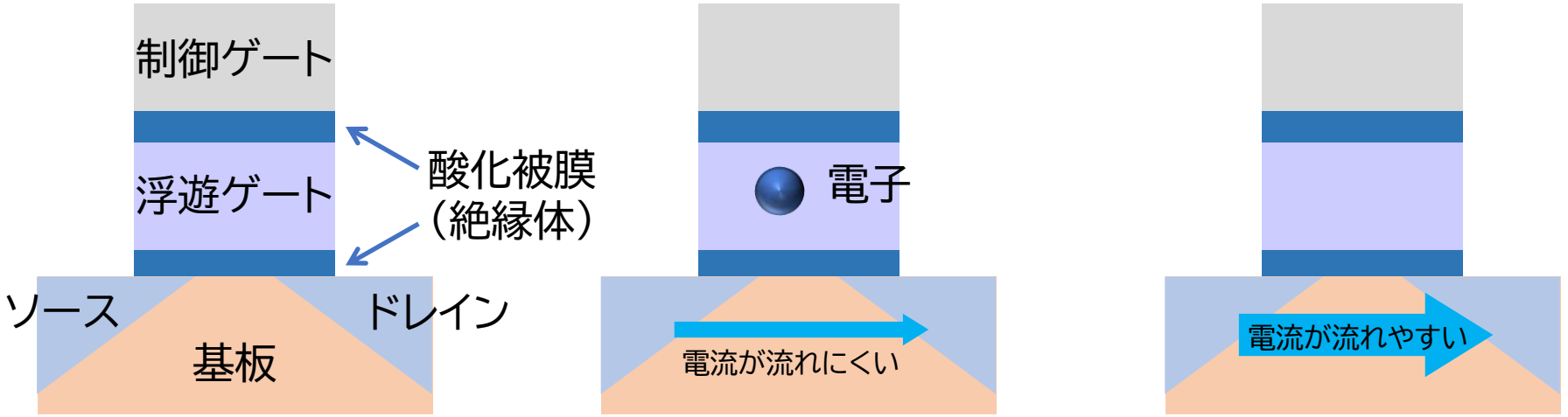
- 制御ゲートと基板の間に高電圧を印加し，浮遊ゲートと基板の間で電子をやりとりすることで，書き込み・消去
- 酸化被膜の絶縁性が電子の「蓋」の役割を担う
- 酸化被膜は電子の通過に伴い劣化（記録回数の有限性）



NAND型フラッシュメモリの書き込み・消去原理

フラッシュメモリの読み出し機構

- 浮遊ゲートに電子を蓄積すると，ソース･ドレイン間で電気が流れにくくなることを利用
  - ソース/ドレイン部がN型，その間がP型半導体だとこのようになる
- 読み出しは電子の酸化被膜通過を伴わない



NAND型フラッシュメモリの読み出し原理

IDE（接続規格）

- Integrated Device Electronics
- PC/AT登場時のハードディスクインターフェース
- DVD, CDなども接続可能
- 伝送速度はSATA よりも遅い
- 1本のケーブルで 2つの装置を接続可能
- 最近は使われていない

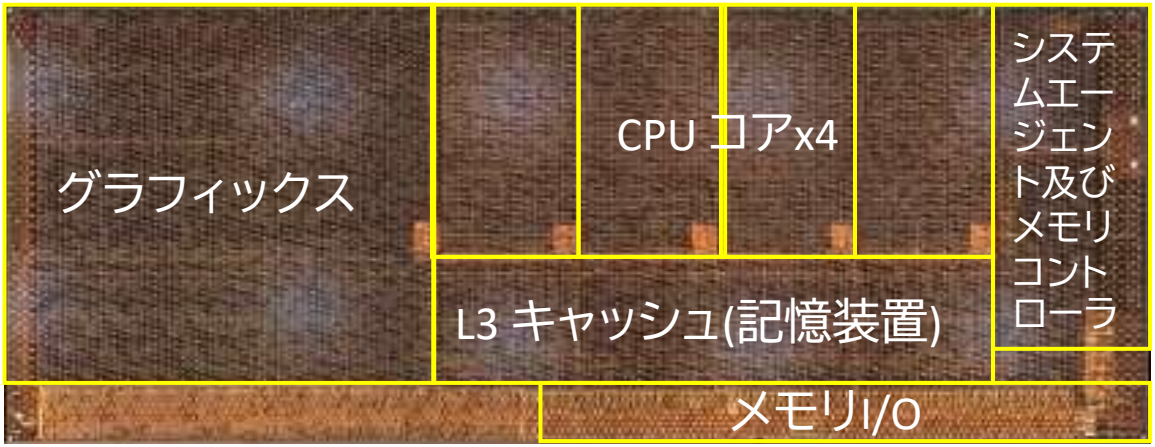
IRQ番号

- CPUがどのハードウェアから割り込み要求が来たのかを判断するための番号
- IRQ番号の数 ≒ IRQ端子の数
  - PIC :基本的に15個
  - APIC : 基本的に24個
    - Advanced PIC：マルチコアCPUや計算機に接続されるハードウェアの増加に対応
- 特定のハードウェアで大半が予約済み
  - 1 : キーボード, 12 : マウス など

CPUの中核部分

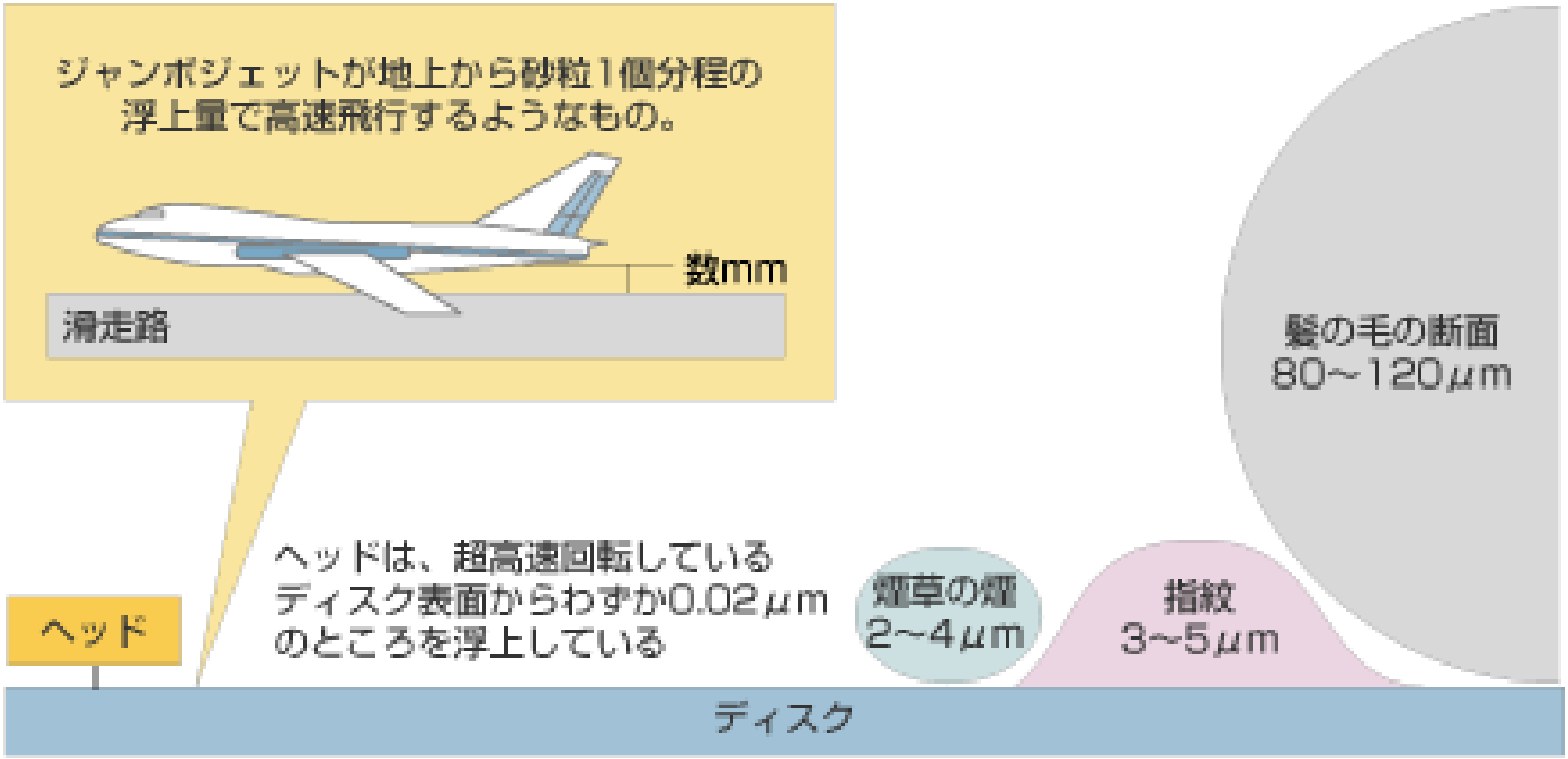
CPUはマザーボードと接続するための基盤の上にダイと呼ばれる部品が搭載されている.

情報実験機のダイは14億個ほどのトランジスタで構成され，計算を実行する回路やそれに付随する記憶装置，これらを統合する回路などが搭載されている.



CPU(Ivy Bridge)のダイ構成
出典: https://www.eetimes.com/analysts-start-intel-ivy-bridge-cpu-teardown/

HDDが衝撃・振動に弱い理由



http://www.fujitsu.com/jp/products/computing/storage/lib-f/tech/beginner/disk/

光学ディスク

- 読み取り装置のコネクタ規格: SATA, USB
- ディスクにレーザー光を当て，光学的にデータを読み書き．
- データの記録密度は，BD ＞ DVD ＞ CD
- 古くはデータの配布などによく用いられた
  - 雑誌，書籍の付録やイベントでのデータ頒布など
- 傷に弱い．

記録方式

*-ROM (**R**ead **O**nly **M**emory) 読み取り専用
*-R (**R**ecordable) 一度だけ書き込み可能
*-RW, BD-RE (**R**e**W**ritable) 何度も書き込み可能