

# 先進計算機構成論

---

東京大学大学院 情報理工学系研究科 創造情報学専攻  
塩谷 亮太

shioya@ci.i.u-tokyo.ac.jp

# 自己紹介

## ■ 塩谷 亮太（しおや りょうた）

◇ 創造情報学専攻 准教授

## ■ 経歴：

◇ 2011 年：情報理工 電情 博士取得

□ 当時は 坂井・五島研（現 坂井・入江研）でした

◇ 2011 年：名古屋大学 助教

◇ 2018 年：情報理工 創造情報学専攻 准教授

# ちょっと考えてみよう

1. スーパーコンピュータとパソコンは何が違うのか？
  1. スーパーコンピュータはパソコンの上位互換なのか？
2. なぜ GPU は CPU よりグラフィックや機械学習で速いのか？
  1. そもそも「専用」のマシンだとなぜ速いのか？
3. 大きくて速いキャッシュは作れないのか？
4. 物理的な量がなさそうな「情報」を処理してるのに、なぜコンピュータは電力を消費するのか？

- この講義では,
  - ◇ この手のコンピュータに関する疑問に  
ざっくり答えられるようになることを目指します
- 学部とかでコンピュータのハードのことをあまり勉強していない  
人でも大丈夫・・・ なようにしたい
  - ◇ 2回目ぐらいまでは学部の講義レベルぐらいの復習

# コンピュータ・アーキテクチャ

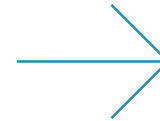
- 「アーキテクチャ」

- ◇ 建築そのものや, 建築における設計や様式

- 「コンピュータ・アーキテクチャ」

- ◇ コンピュータにおける設計や様式

# コンピュータ・アーキテクチャ



プログラムに 書かれている命令に 従って計算&出力

## ◇ 命令セット・アーキテクチャ

□ 命令をどう規定するか

## ◇ マイクロアーキテクチャ

□ 命令を CPU 内でどう処理するよう作るか

## ◇ システム・アーキテクチャ

□ CPU やメモリなどを含めた全体をどう作るか



# 他の分野との関係：ソフトとハードの境界にある

アプリケーション・ソフトウェア  
画像処理 / 音声認識 / 言語処理 / 機械制御  
WEB サービス / 暗号 ...

システム・ソフトウェア  
OS / コンパイラ / インタプリタ

**ここ → コンピュータ・アーキテクチャ**

論理回路

集積回路 / デバイス

# この講義の内容

## ■ 話題：

- ◇ コンピュータ全体や、主に最近の CPU
- ◇ 他に、GPU や 機械学習用ハード、FPGA など

## ■ 内容：

- ◇ どのような工夫によって高速化されているのか
  - 主に CPU が主題
  - GPU とかも触れる予定
- ◇ それぞれのハードは一体何が違うのか？
  - 動作速度や消費電力や熱の違いはどのように決まるのか
  - CPU と比較しながら説明



# キーワード

## ■ CPU

- ◇ CISC / RISC
- ◇ 命令パイプライン
- ◇ Out-of-order スーパースカラ, VLIW
- ◇ 投機実行, キャッシュ, プリフェッチ

## ■ その他のプロセッサや計算機

- ◇ GPU, FPGA, 機械学習とかの専用プロセッサ

## ■ 回路

- ◇ 遅延, 電力, 熱

## ■ セキュリティ

- ◇ Spectre/Meltdown などのアタック

# 話題は上から下までおよぶことがある

アプリケーション・ソフトウェア  
画像処理 / 音声認識 / 言語処理 / 機械制御  
WEB サービス / 暗号 ...

システム・ソフトウェア  
OS / コンパイラ / インタプリタ

**ここ → コンピュータ・アーキテクチャ**

論理回路

集積回路 / デバイス

# 他の講義との関係

## ■ 各地の学部：

- ◇ 論理回路，ディジタル回路
- ◇ コンピュータ・アーキテクチャ，計算機アーキテクチャ

## ■ 大学院：たぶん，それぞれに近い講義がある

- ◇ 電子情報学（入江先生）
- ◇ システム情報学（中村先生，近藤先生）
- ◇ コンピュータ科学（高前田先生）

- 出席とレポート・・・で主につけようと思う

# アンケート

- 下記について, ZOOM のアンケートで答えてください
  1. 命令とは何か
  2. 1 サイクルで命令を処理する CPU の動作
  3. 命令パイプライン
  4. キャッシュ
  5. スーパースカラ
  6. SRAM や DRAM の構造と仕組み
- (この講義は上記があんまわかってない人向けの説明から始まっています)