

## 計算機アーキテクチャ 第二 (O)

### 1. 導入

大学院情報理工学専攻 計算工学専攻  
吉瀬謙二 kise\_at\_cs.titech.ac.jp  
S321講義室 月曜日 5, 6時限 13:20-14:50

1

## 関連科目・履修条件等

### ■ 4学期: 計算機論理設計

- 計算機を構成するプロセッサとその制御部に関し、具体構成と設計の原理を講義する。特に、レジスタトランスファ言語を用いて計算機の内部動作を記述し、簡単な計算機の設計を行う。

### ■ 5学期: 計算機アーキテクチャ第一

- CPU を含め、メモリ、チャネル、入出力、通信制御、等の計算機システムを構成する各種装置について、その役割、動作原理について講義する。

### ■ 6学期: 計算機アーキテクチャ第二

- 最新の計算機システムに採り入れられている高速プロセッサ制御方式、構成方式について述べ、これらの技術を駆使したパイプラインプロセッサ、スーパーコンピュータ、超並列計算機、データフロー計算機、等の先進的なアーキテクチャについて講義する。

### ■ 計算機アーキテクチャ特論(大学院)

2

## 講義項目

- コンピュータの性能
- RISC vs CISC
- パイプライン制御
  - ハザードとスケジューリング
  - スーパースカラ、スーパーパイプライン、VLIW
- ベクトル・プロセッサ
- データフロー
- マルチプロセッサ、マルチコアシステム

レポート、演習、期末試験により評価

3

## 参考書(1)

- **コンピュータの構成と設計 第4版**  
パターソン & ヘネシー  
(成田光彰 訳)、  
日経BP社



4

## 参考書(2)

- コンピュータアーキテクチャ 定量的アプローチ 第4版, 翔泳社
- Computer Architecture, Fourth Edition: A Quantitative Approach, Fourth Edition
  - Publisher: Morgan Kaufmann; 4 edition (September 13, 2006)
  - ISBN-10: 0123704901
  - ISBN-13: 978-0123704900



5

## 計算機アーキテクチャとは？

- アーキテクチャ  
Architecture
- 計算機アーキテクチャ  
Computer Architecture

6

## アーキテクチャ(建築) Architecture



パルテノン神殿



世界最大のクフ王のピラミッド  
1個約2.5tのブロックを230~250万個  
積み重ねて造られている。

写真は計算機アーキテクチャのホームページから <http://www.cs.wisc.edu/arch/www/>

7

## 計算機アーキテクチャ

### What's Computer Architecture?

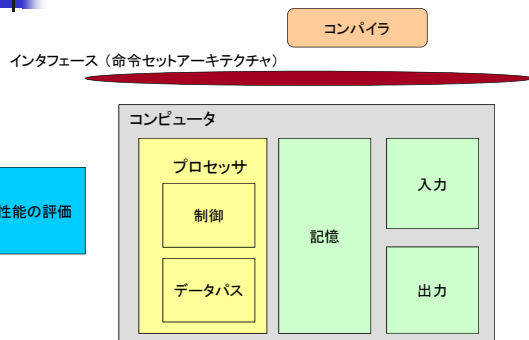
*Computer Architecture* is the science and art of selecting and interconnecting hardware components to create computers that meet functional, performance and cost goals.

Computer architecture is *not* about using computers to design buildings.

計算機アーキテクチャのホームページから <http://www.cs.wisc.edu/arch/www/>

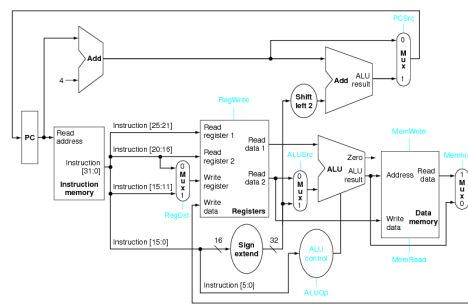
8

## コンピュータ(ハードウェア)の古典的な要素



9

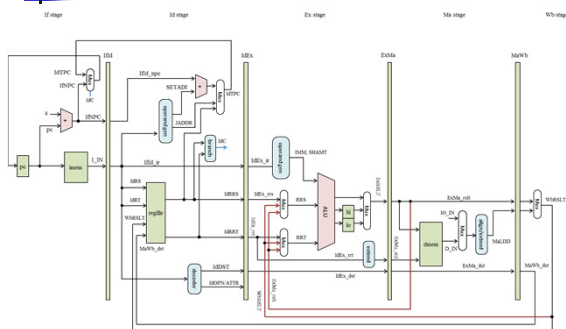
## プロセッサのデータパス(シングル・サイクル)



Adapted from Computer Organization and Design, Patterson & Hennessy, © 2005

10

## プロセッサのデータパス(パイプライン)



Adapted from Computer Organization and Design, Patterson & Hennessy, © 2005

11

## Growth in clock rate of microprocessors

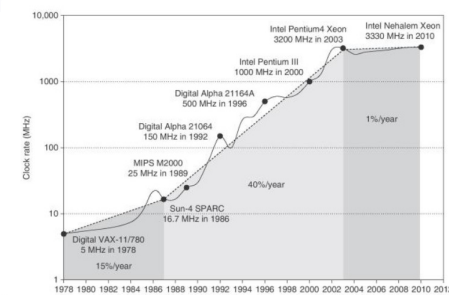
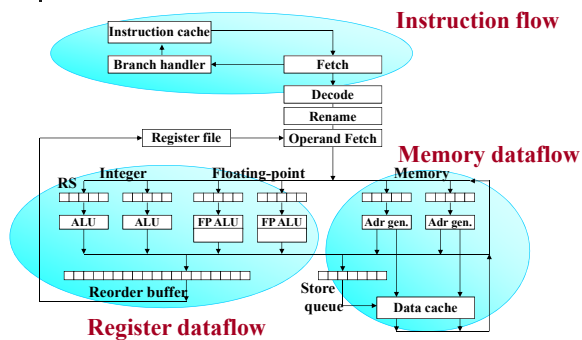


Figure 1.11 Growth in clock rate of microprocessors in Figure 1.1. Between 1978 and 1986, the clock rate improved less than 15% per year while performance improved by 25% per year. During the "renaissance period" of 52% performance improvement per year between 1986 and 2003, clock rates shot up almost 40% per year. Since then, the clock rate has been nearly flat, growing at less than 1% per year, while single processor performance improved at less than 22% per year.

Adapted from Computer Organization and Design, Patterson & Hennessy, © 2005

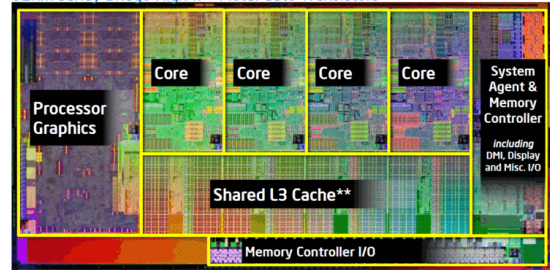
12

## Out-of-orderスーパースカラ・プロセッサ



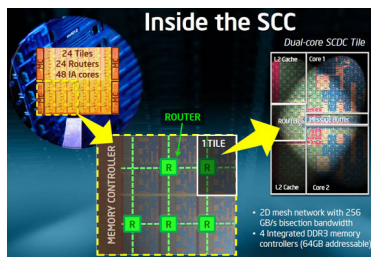
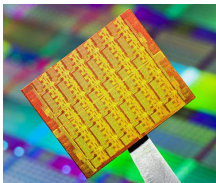
Adapted from Computer Organization and Design, Patterson & Hennessy, © 2005

## 先端マイクロプロセッサ Intel Sandy Bridge



14

## 最先端プロセッサの例 Intel SCC (シングルチップクラウドコンピュータ)



Intel Single-Chip Cloud Computer (48 Core)

15

## マルチコア(2個~数10個)からメニーコアへ

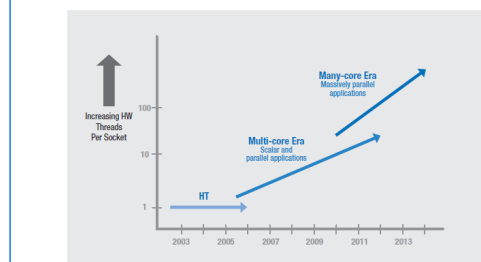


Figure 1: Current and expected area of Intel® processor architectures

Platform 2015: Intel® Processor and Platform Evolution for the Next Decade

Adapted from Computer Organization and Design, Patterson & Hennessy, © 2005

16

## 関連科目・履修条件等

- 4学期: 計算機論理設計
  - 計算機を構成するプロセッサとその制御部に関し、具体構成と設計の原理を講義する。特に、レジスタトランスファ言語を用いて計算機の内部動作を記述し、簡単な計算機の設計を行う。
- 5学期: 計算機アーキテクチャ第一
  - CPUを含め、メモリ、チャネル、入出力、通信制御、等の計算機システムを構成する各種装置について、その役割、動作原理について講義する。
- 6学期: 計算機アーキテクチャ第二
  - 最新の計算機システムに採り入れられている高速プロセッサ制御方式、構成方式について述べ、これらの技術を駆使したパイプラインプロセッサ、スーパーコンピュータ、超並列計算機、データフロー計算機、等の先進的なアーキテクチャについて講義する。
- 計算機アーキテクチャ特論(大学院)

17

## アナウンス

- 講義スライド, 講義スケジュール
  - [www.arch.cs.titech.ac.jp](http://www.arch.cs.titech.ac.jp)

Adapted from Computer Organization and Design, Patterson & Hennessy, © 2005

18