

情報科学

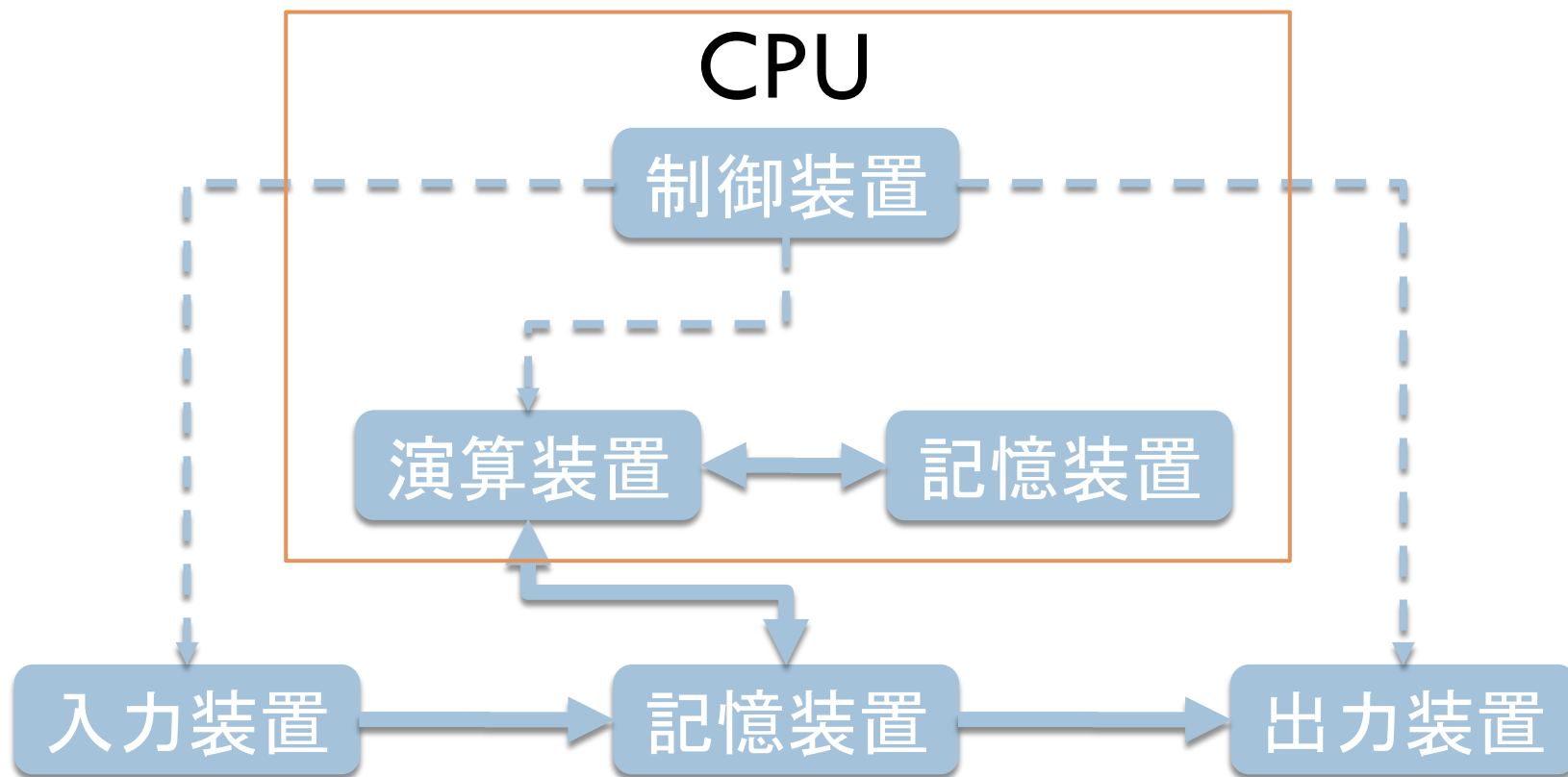
(3) プログラムの実行(CPU)

目次

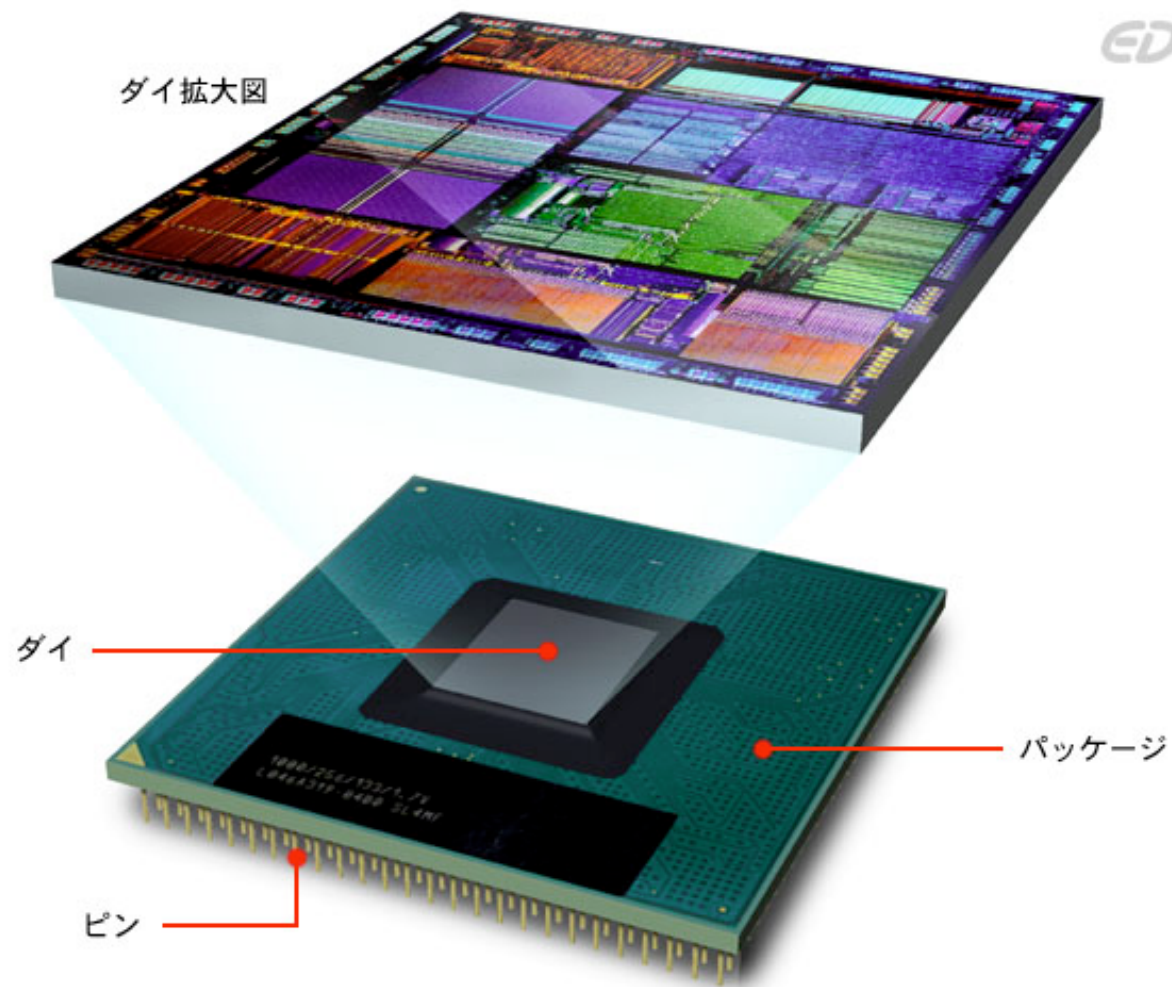


- CPUの構造
- 演算ユニット
- CPUの動作
- CPUの高速化
- CPUの例

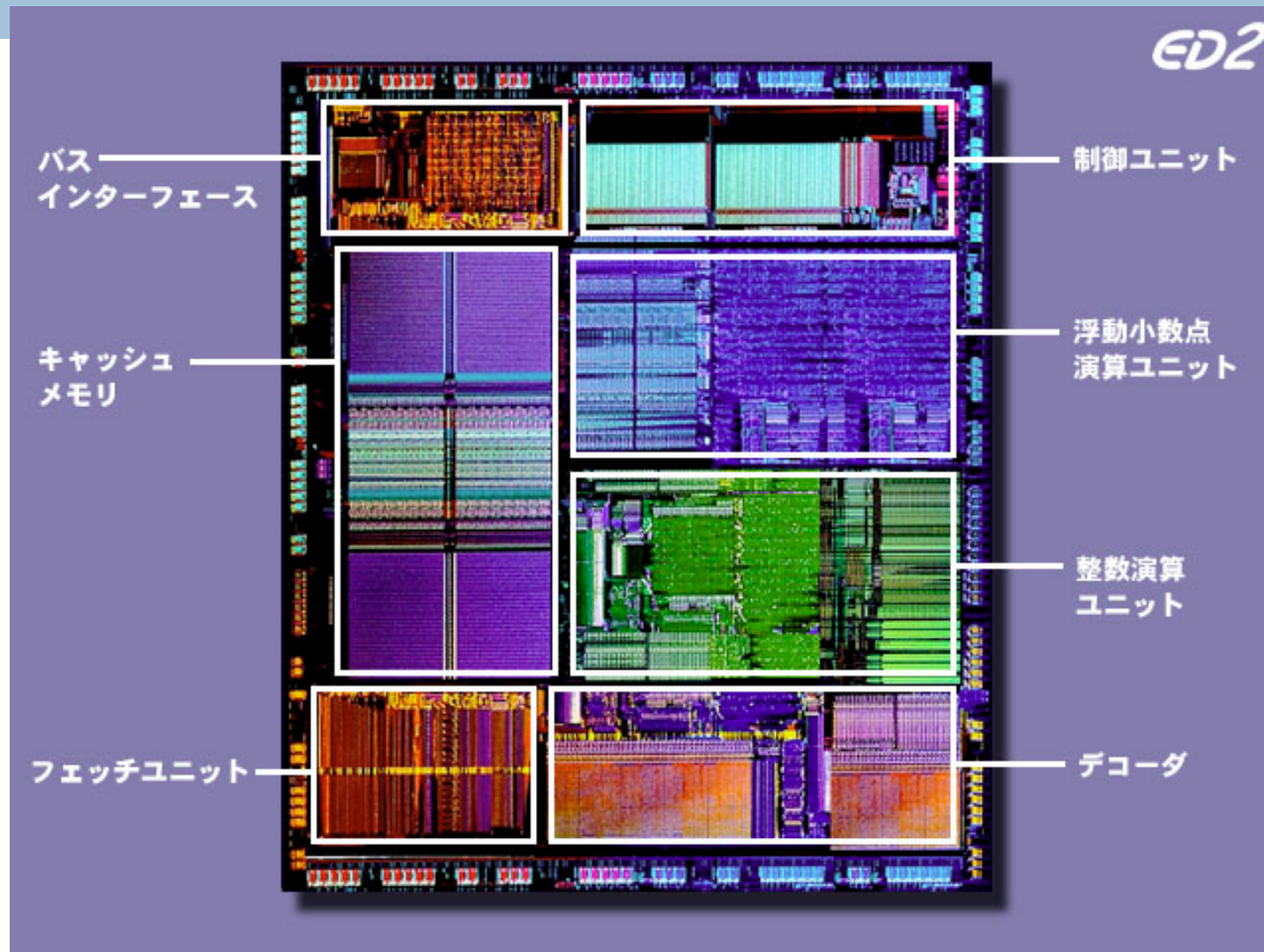
コンピュータの構成



CPUの構造



CPUの構造





演算ユニット

組み合わせ回路

演算ユニット

- 様々な演算を行う組み合わせ回路の集合体



現在の入力のみで出力が決まる回路

- 関連：順序回路
 - ▣ 現在の入力＋過去の情報で出力が決まる回路

基本的な組み合わせ回路 (論理ゲート)



NOTゲート

A	Q
0	1
1	0



ORゲート

A	B	Q
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

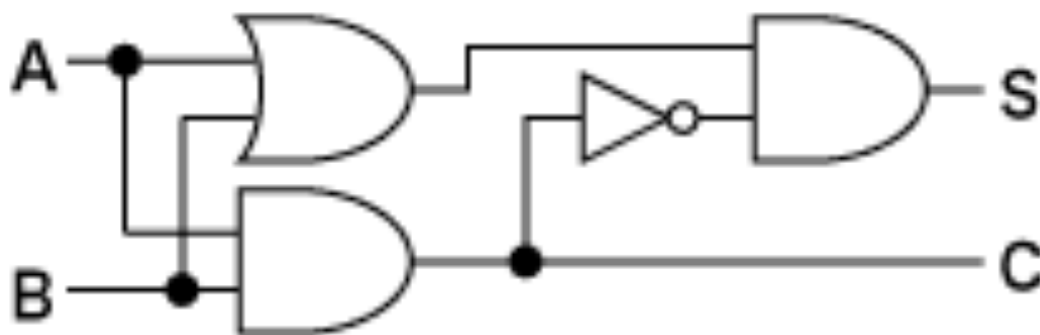


ANDゲート

A	B	Q
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

加算器

- 2進数の加算を行う回路
- 半加算器(1桁の加算を行う回路)



A	B	S	C
0	0	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	0	1

- 2の補数を使えば減算器はなくてもよい



CPUの動作

制御ユニット、他

CPUの基本動作

1. フェッチ

- メモリから命令を読み込む
- プログラムカウンタ(PC): 次に読み込む命令のアドレスが記録されている装置

2. デコード

- 読み込んだ内容を解釈する

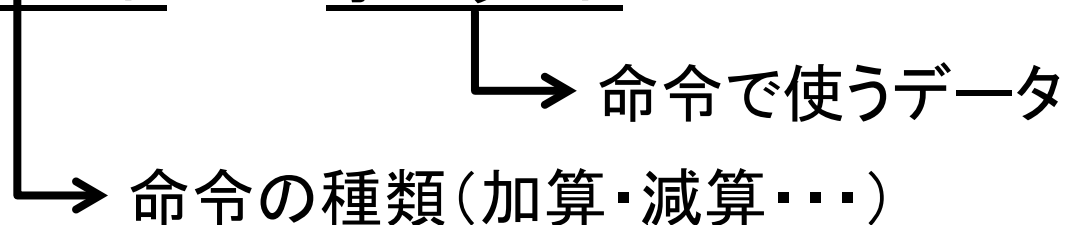
3. 実行

- 命令に従って演算を行う

機械語

- CPUが実行する命令を01のパターンで表したもの

- オペコード + オペランド



- CPU毎に異なる

- オペランド

- データそのもの(即値)

- データのある場所

- 大抵は、レジスタ(CPU内の高速な記憶装置)のアドレス

命令の種類

- 演算命令
 - ▣ 演算ユニットを使う命令
 - ▣ 計算結果は、レジスタに格納される
- 入出力命令
 - ▣ メモリとのデータのやり取り
- 分岐命令
 - ▣ プログラムカウンタを書き換える命令
 - ▣ 計算結果によって次に実行する命令を変える

クロック周波数

- 動作のタイミングを揃えるリズム
- 単位: Hz (ヘルツ)
 - ▣ 1秒間の回数
 - ▣ $1\text{MHz} = 10^6\text{回}$, $1\text{GHz} = 10^9\text{回}$



CPUの高速化

高速なCPUを作るためには



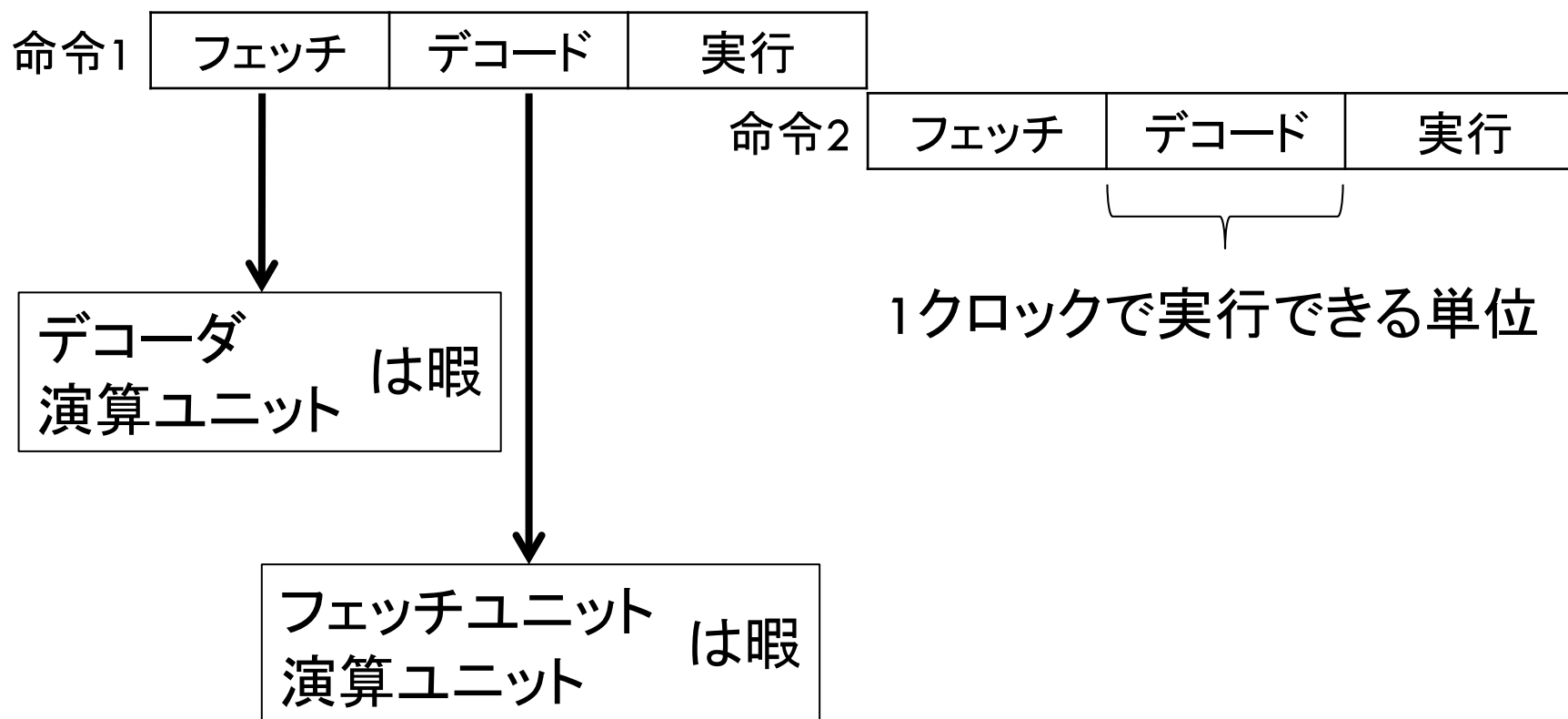
- 作戦1: クロック周波数を上げる
- 作戦2: 1クロックで実行できる命令数を増やす

RISC / CISC



- RISC (Reduced Instruction Set Computer)
 - ▣ 命令を単純化
 - ▣ 1命令の処理時間が少ない→クロックを上げられる
- CISC (Complex Instruction Set Computer)
 - ▣ 命令を高度化
 - ▣ クロックを上げるのは難しい
 - ▣ 1命令でより複雑な演算ができる

普通の実行



パイプライン

命令1	フェッチ	デコード	実行			
	命令2	フェッチ	デコード	実行		
		命令3	フェッチ	デコード	実行	
			命令4	フェッチ	デコード	実行

- イメージ: 手際よく料理する
- 分岐命令の後は先行実行した分が無駄になる
 - ▣ 分岐予測という技術も実用化されている

スーパースカラ

命令1	フェッチ	デコード	実行	
命令2	フェッチ	デコード	実行	
	命令3	フェッチ	デコード	実行
	命令4	フェッチ	デコード	実行

- イメージ: 複数の台所を複数人で使って料理する
 - ▣ CPU内に各ユニットを複数個用意する
- 依存関係のある命令は同時に実行できない

マルチスレッド・マルチコア

□ マルチスレッド

- イメージ: 複数の人が1つの台所を共有して、それぞれ別の料理を作る
- 競合しやすい

□ マルチコア

- CPU全体を複数個搭載
- イメージ: 複数の台所で別の料理を作る
- 競合はしにくいですが、有効活用が難しい(もてあます)



CPUの例

デスクトップPC用のCPU

	クロック周波数	コア数	消費電力
Core i7	2.5~3.6GHz	4or 6	130W
Core i5	2.4~3.6GHz	2 or 4	73~95W
Core i3	2.9~3.3GHz	2	73W
Core 2 Quad	2.3~3GHz	4	65~95W
Core 2 Duo	2.5~3.3GHz	2	65W
Phenom II	2.8~3.5GHz	2, 4 or 6	80~125W
Athlon II	2.8~3.3GHz	2, 3 or 4	45~95W

その他のCPU

	クロック周波数	コア数	消費電力
Core i5 (モバイル用)	2.4~2.5Ghz	2	35W
Core i5 (低電圧版)	1~1.2GHz	2	18W
ARM			
Intel Atom	1.5~1.8GHz	1 or 2	5.5~8.5W
Apple A5 (iPhone4S)	1GHz (800MHzで使用)	2	?

同じ型のCPUで周波数だけ違うものが売られているのはなぜ？

- 製造工程は同じ
- その周波数で動作するかどうかを試験して、合格したものを出荷している
 - ▣ 高い周波数で検査するロット
→合格するCPUが少ない→高価
 - ▣ 低い周波数で検査するロット
→合格するCPUが多い→安価
- 運が良ければもっと高い周波数で動くかも