

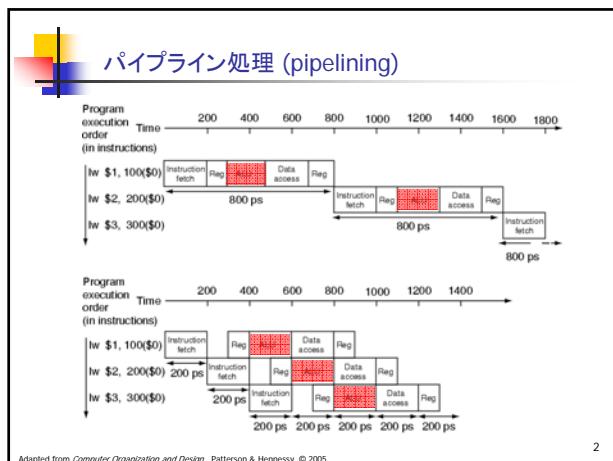
2011年 後学期

計算機アーキテクチャ 第二 (O)

4. パイプライン処理

大学院情報理工学研究科 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

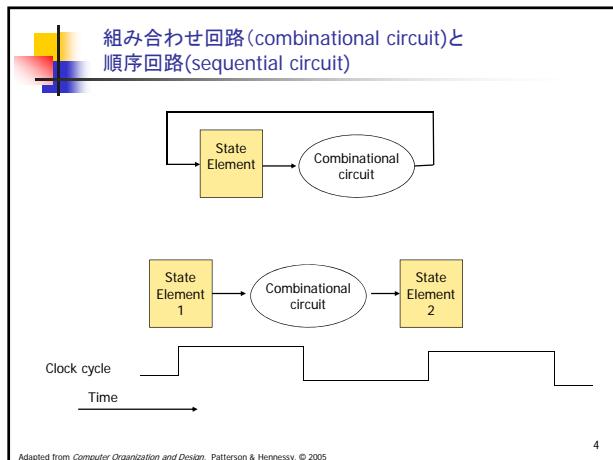
1



パイプラインによる速度向上

- パイプラインステージの数(段数): n
- 実行する命令の数: s
- パイプライン化されたプロセッサのクロックを単位時間とする。
- 全命令が終了するまでの理想的なサイクル数
 - $n + s - 1$
- パイプラインを利用しないシングルサイクルのプロセッサ
 - $n * s$

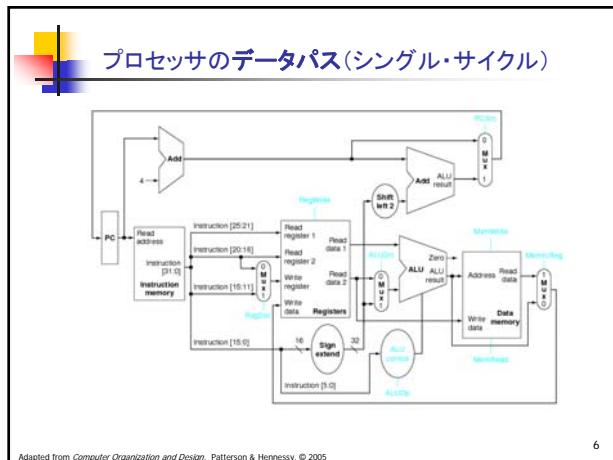
3

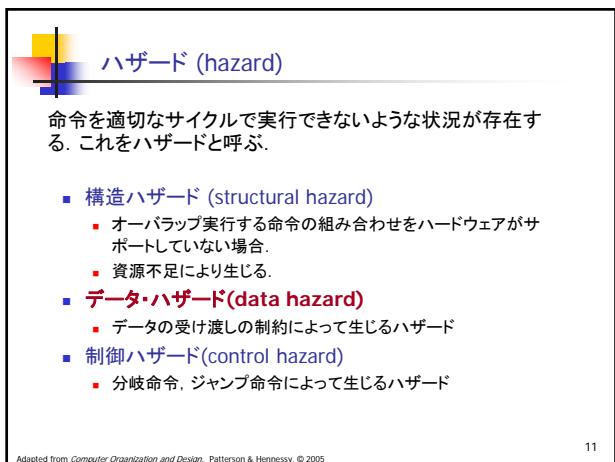
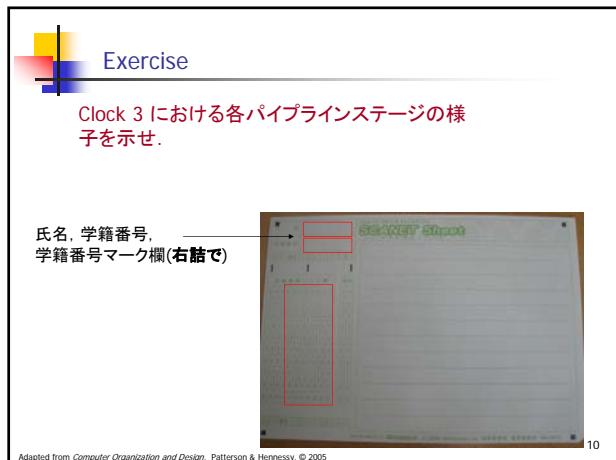
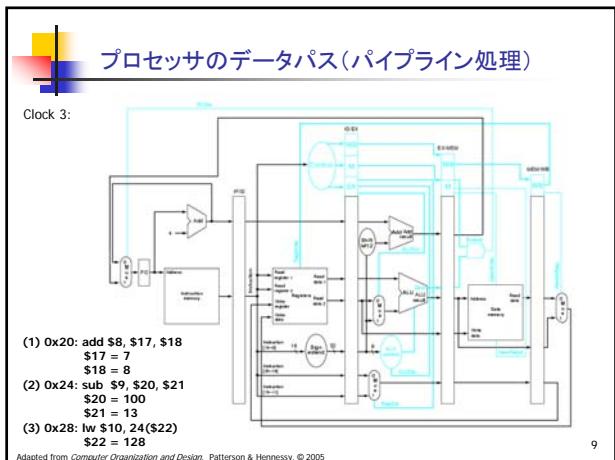
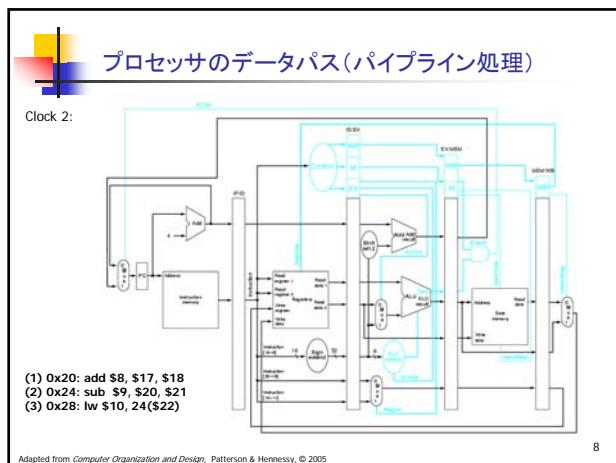
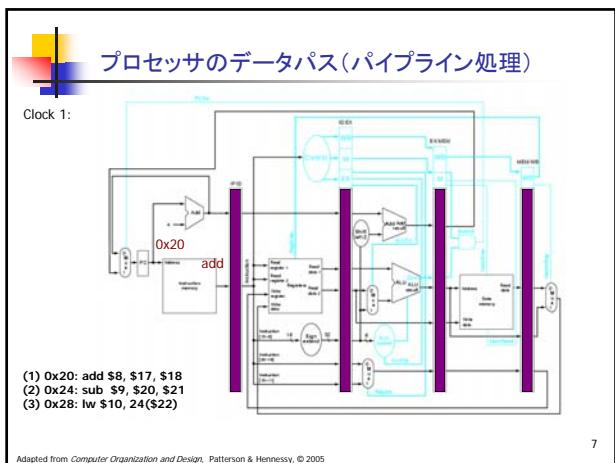


パイプライン処理のポイント

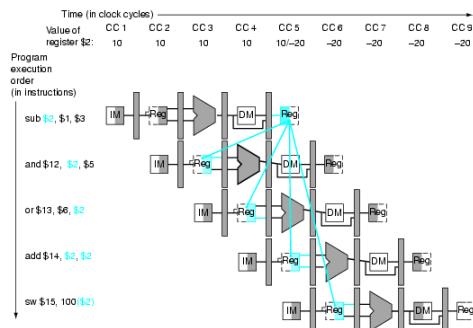
- 处理の分割
 - ある処理(命令の実行)ができるだけ均等なステージに分割
 - 例えば、均等な10段のステージに分割
- 处理のためのハードウェア資源の投入
 - それぞれのステージを処理するためのハードウェアを準備
 - 例えば、10段のステージに分割した場合には、それぞれのステージの処理を担当する10個のハードウェアユニットを準備
- 处理の進行
 - それぞれのハードウェアがある命令のステージを処理する。
 - それぞれのハードウェアが独立に作業できるように、入力と出力にレジスタを挿入。

5



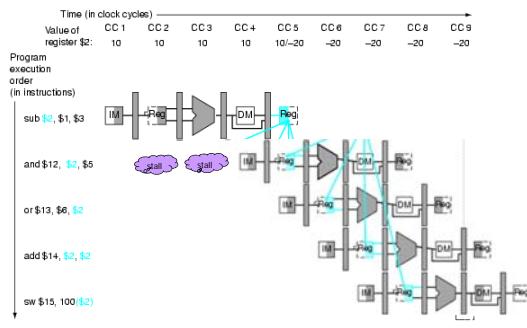


データハザード



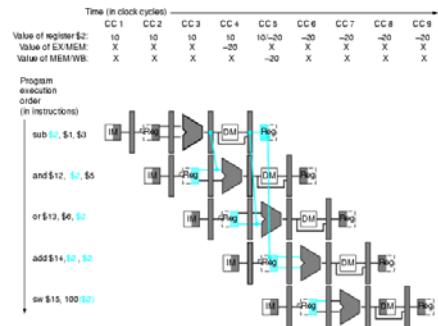
13

データハザード (ストール)



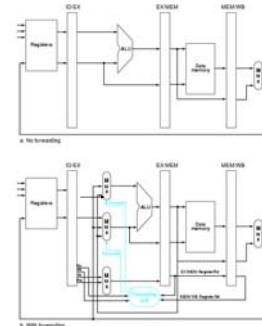
14

フォワーディングによるデータハザードの回避



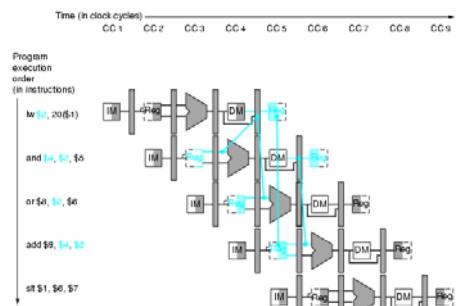
15

フォワーディングのための変更点



16

データハザードによる生じるストール



17

ハザード (hazard)

命令を適切なサイクルで実行できないような状況が存在する。これをハザードと呼ぶ。

構造ハザード (structural hazard)

- オーバラップ実行する命令の組み合わせをハードウェアがサポートしていない場合。
- 資源不足により生じる。

データ・ハザード (data hazard)

- データの受け渡しの制約によって生じるハザード

制御ハザード (control hazard)

- 分岐命令, ジャンプ命令によって生じるハザード

18

単純な5段のRISCのパイプライン

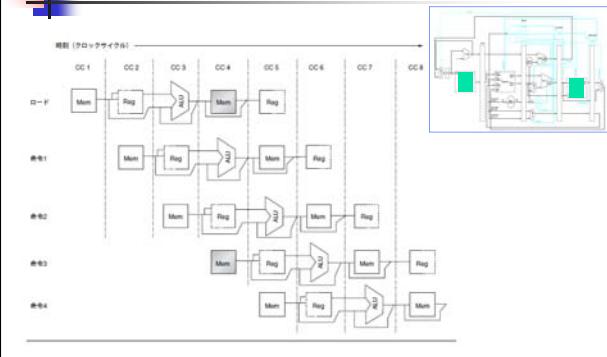
クロック数									
命令数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
命令 i	IF	ID	EX	MEM	WB				
命令 $i+1$	IF	ID	EX	MEM	WB				
命令 $i+2$		IF	ID	EX	MEM	WB			
命令 $i+3$		IF	ID	EX	MEM	WB			
命令 $i+4$		IF	ID	EX	MEM	WB			

プロセッサ性能はパイプライン化されていないものと比較して**最大で5倍**になる。

19

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

メモリポートを1つしか持たないプロセッサ



20

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

構造ハザードによるパイプラインストール

クロックサイクル									
命令	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ロード命令	IF	ID	EX	MEM	WB				
命令 $i+1$		IF	ID	EX	MEM	WB			
命令 $i+2$		IF	ID	EX	MEM	WB			
命令 $i+3$		IF	ID	EX	MEM	WB			
命令 $i+4$		IF	ID	EX	MEM	WB			
命令 $i+5$			IF	ID	EX	MEM			
命令 $i+6$				IF	ID	EX			

21

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

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

22

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