

2019. 6. 3

電子計算機工学

Ibaraki Univ. Dept of Electrical & Electronic Eng.

Keiichi MIYAJIMA

今後の予定

中間試験までの予定

6月10日 割り込み

6月17日 中間試験

レポートについて

遅れて提出されたレポートは受理しますが
レポート点の減点の対象となります

遅れて提出されたレポート: 1件につき **-2点**

未提出のレポート: 1件につき **-10点**

中間テスト(6/17)の受験資格はレポート
が5件以上提出されていることです。

提出が5件未満の時は、中間試験の受験資格が
ありませんので注意してください。

レポートは全部で7件です。

中間試験について

中間試験のテスト範囲は、

**第1回から第7回までの全
てのレポート**

が、範囲となります。

満点は30点です。

大体10点分くらいはレポートに出した基本的事項を、
残り20点は記述式の問題となります。

中間試験で、持ち込み可能な物

中間試験では、

筆記用具、時計

のみ、持ち込み可とします。

注意！

携帯電話等は持ち込み不可です。

したがって、携帯電話の時計機能や電卓機能を使用することは認めません。

命令実行順序制御

命令実行順序制御

ノイマン型コンピュータの命令実行順序制御

プログラムカウンタによる順序制御

逐次的にマシン命令を連続実行

ハードウェア構成(シーケンサ)

プログラムカウンタ、

命令レジスタ、

制御用レジスタ、

割り込み処理用レジスタ、

アドレス計算加減算器

次命令アドレスの決定

暗黙の決定

分岐命令

無条件分岐

条件分岐

サブルーチン分岐

割り込み

命令実行順序制御の高速化

命令を平行して多重実行することをパイプライン制御という。

先行制御

後続するステージの処理を予測して現ステージで実行可能なら、実行する。

命令先取り制御

前の命令を実行中に次の命令を先読みしておくこと。
(プリフェッチという)

分岐予測

分岐が発生すると先読みした命令が無駄になる。
分岐を予測して、分岐先アドレスの命令を読む。

パイプライン制御

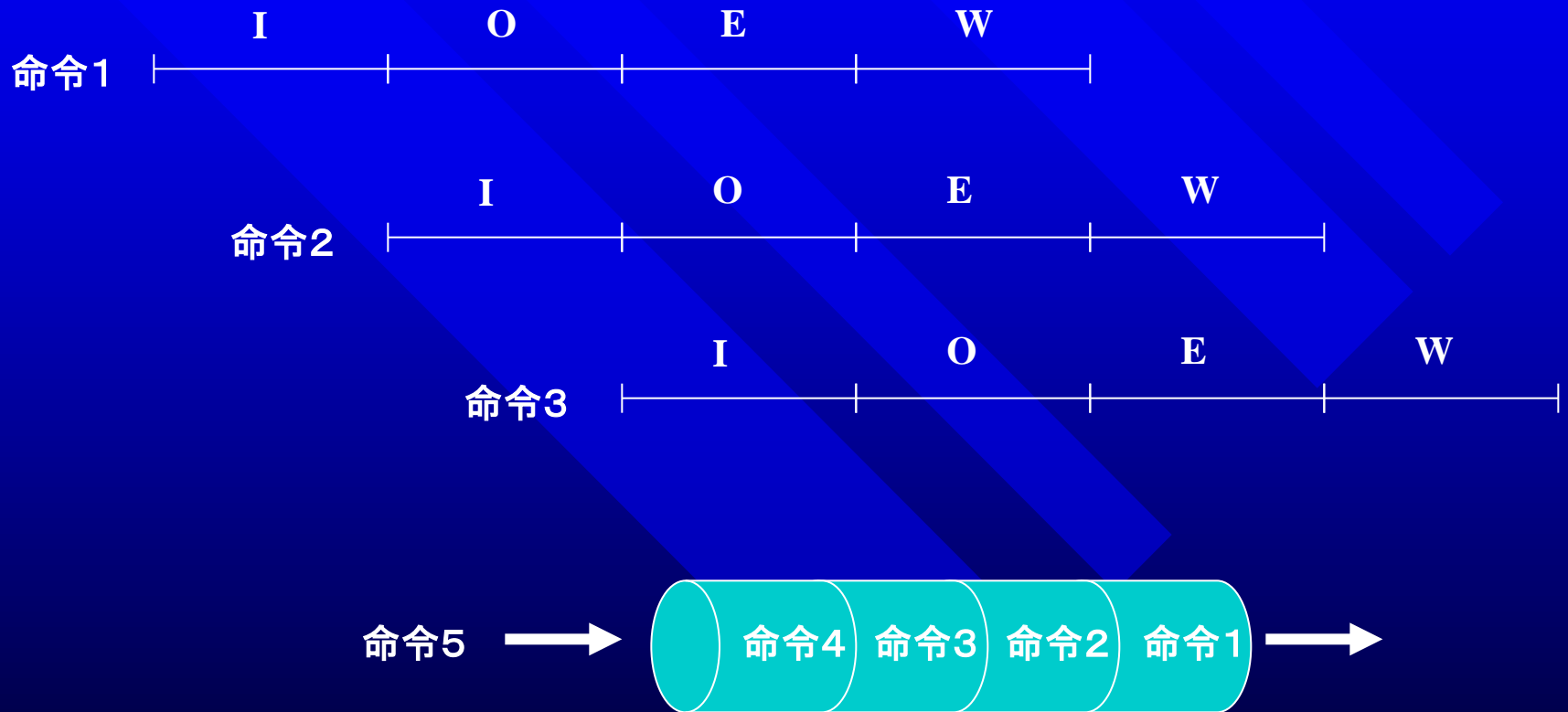
命令パイプライン

演算パイプライン

- I 命令フェッチ・デコード
- O オペランドフェッチ
- E 命令機能の実行
- W 結果の格納

パイプライン制御

命令パイプラインの例



命令レベル並列処理

逐次的なマシン命令列の中にも並列実行できる命令列がある。

例: $(A \times B) + (C \div D) -> Z$

↓ コンパイル

①MULTIPLY	A,B,p
②DIVIDE	C,D,q
③ADD	p,q,Z

①と②の処理は順序を入れ替えても、並列処理してもかまわない。

通常のパイプライン処理をスカラ処理と呼ぶのに対して、命令レベル並列処理のできるアーキテクチャーを**スーパースカラ処理**と呼ぶ。

スーパースカラ処理



並列処理をするかどうかは、ハードウェアが管理する。

制御機構とオペレーティングシステム

- OS** コンピュータの実行を管理制御するソフトウェア機能
- プロセッサ** マシン命令を実行する物理的な機構(ハードウェア)
- プロセス** 処理を実現するために用意されたプログラム・データの集まり

OSはメインメモリにプロセスを割り当てる。

マルチタスキング

マルチタスキング

ノイマン型コンピュータは、プロセッサは単一

一時に1プロセスしか実行できない。

プロセッサの時分割制御

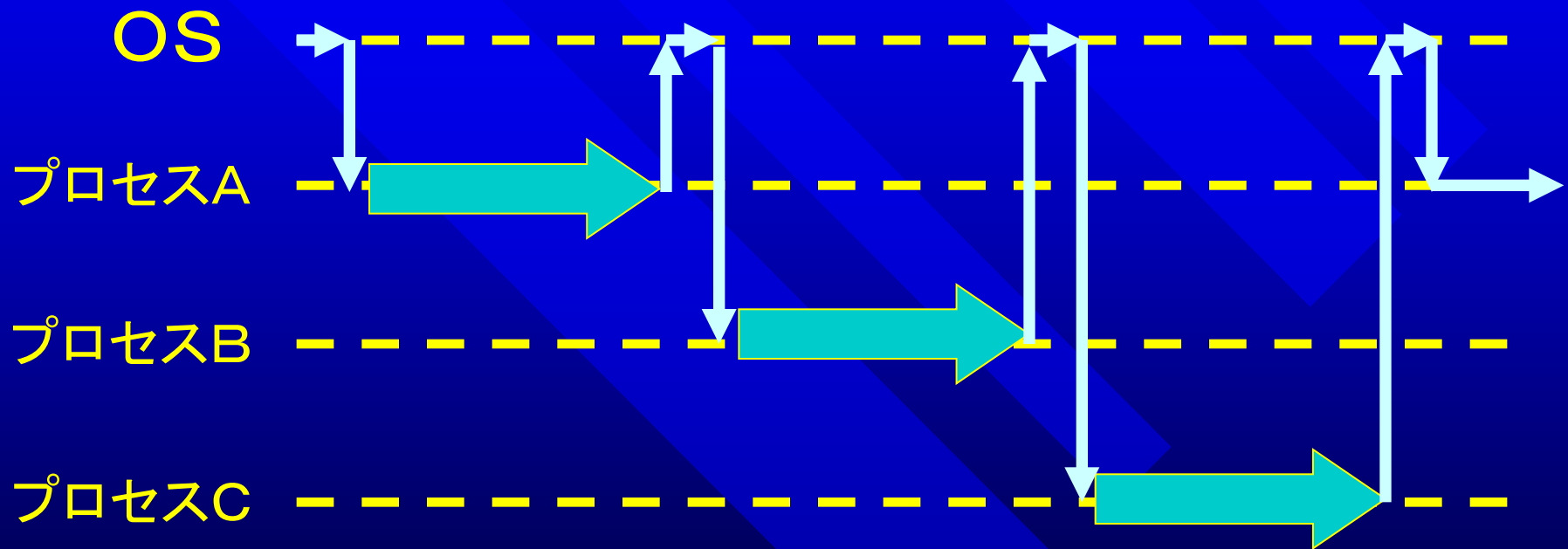
プロセッサの利用時間を細かく切ってOSが各プロセスの実行に割り当てる制御方式。

マルチタスキング（マルチプロセス制御）

多重化したハードウェア機構の効率的利用をOSによって制御することが重要。

マルチタスク処理

各プログラムは実際には並列実行されているわけではない

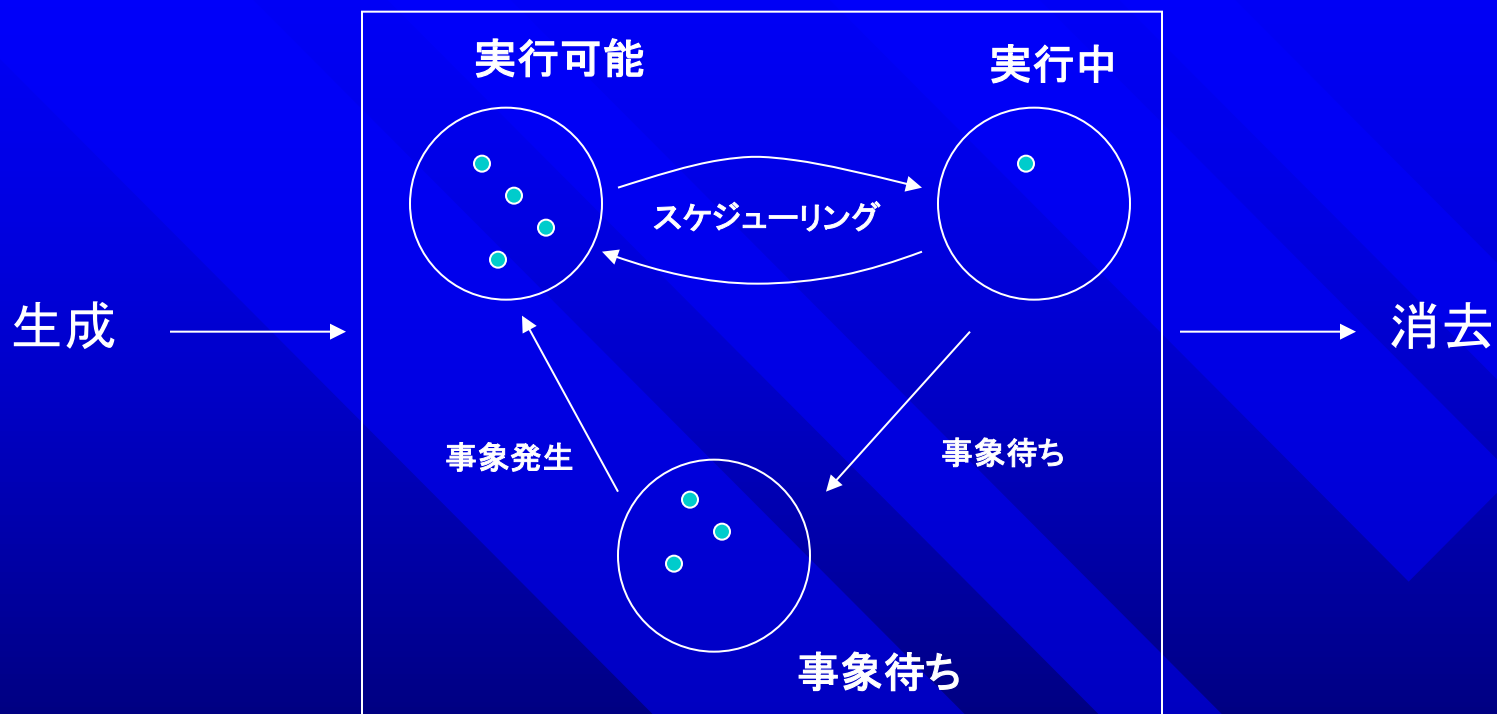


短い時間間隔で切り換えて実行

OSによるプロセス管理

- ・プロセスの生成と消去
- ・実行プロセスの切り替え(スイッチ)
- ・プロセス間の同期、排他制御
- ・プロセス実行順序のスケジューリング
- ・プロセスの保護

プロセスの状態管理



事象待ち: 入出力動作の完了待ち や スーパーバイザーコールの完了待ちなど

プロセス制御ブロック

プロセスを管理し、その実行を制御するための情報が格納されている。
Process Control Block または、プロセステーブルと言う。

主な情報

- ① プロセス識別番号
- ② 優先順位や、ライフタイム情報
- ③ メモリ管理情報やプロセッサ管理情報の格納先アドレス、サイズ

プロセススイッチ

OSは一定のアルゴリズムでプロセスを切り替える。

PCBやハードウェアの状態によって切り替え制御する。

PSW (Program Status Word)と言う、プログラム実行状態情報などを参照して制御する。

PSWの情報(プロセスコンテキストと言うこともある)

- ・プロセッサ状態
- ・コンディション
- ・プログラムカウンタ
- ・汎用レジスタ
- ・プロセスの正在しているメインメモリの情報
- ・割り込み優先度

プロセススイッチはプロセスコンテキストのメインメモリへの退避、メインメモリからの回復の処理を行う。

プロセススケジューリングアルゴリズム

プロセスをどういう順で実行するのか？

優先度順方式

ラウンドロビン(round-robin scheduling)方式

スケジューリング

優先度順

待ち行列

プロセス
D

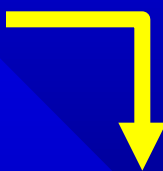
優先度 4

プロセス
B

優先度 3

プロセス
C

優先度 2



実行中

優先度順に実行

プロセス
A

優先度 1

スケジューリング

ラウンドロビン(round-robin scheduling)方式



スケジューリング

実際には...

優先度方式とラウンドロビン方式を適度に
混ぜ合わせた方式が使われる



マルチスレッド処理

スレッド プロセスが生成するマシン命令実行(制御)の流れ

マルチスレッド処理 スレッド単位での命令実行を多重化

PSWの一部を**スレッドコンテキスト**として、これを切り替えていく

スレッドとは、マシン命令とプロセスの中間サイズ

プロセッサの状態とカーネル

ユーザ状態

OS以外の普通のユーザのプロセスを実行している時の状態

スーパーバイザ状態(特権モード)

“OSプロセス”あるいは“スーパーバイザプロセス”というOSそのものを実行している時の状態。

特権命令も実行可能

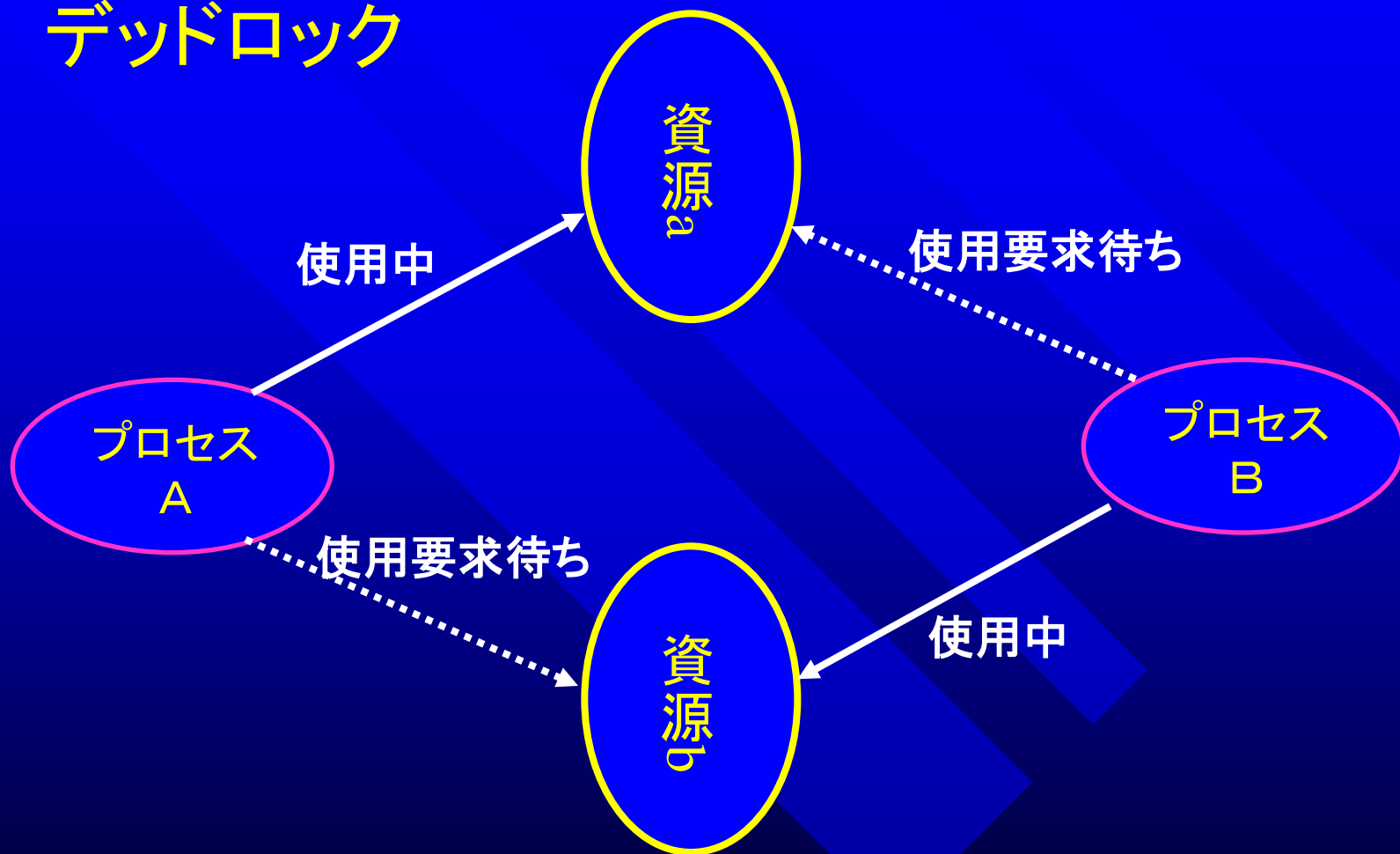
- ①メモリ管理
- ②システム保護
- ③リソース、ソフトウェア、各種ハードウェアの割り付け
- ④資源利用のスケジューリング

kernel(カーネル) 特権モードで動作するOS

- ①割り込み処理;
- ②プロセス管理;
- ③プロセススイッチ;
- ④PCBの管理

デッドロックと排他制御

デッドロック



2つのプロセスが相互に「使用要求待ち状態」になり、止まってしまう。
これを防ぐために、**排他制御**あるいは**相互排除制御**を行う

本日のまとめ

命令実行順序制御

1. 命令実行順序制御

ノイマン型の場合、ハードウェア構成、次命令アドレスの決定

2. 命令パイプライン処理

命令実行順序制御の高速化、パイプライン処理

3. 制御機構とOS

プロセス、マルチタスク、OSによるプロセス管理

本日の課題

1. ノイマン型コンピュータの命令実行順序制御における次命令アドレスの決定機能について、分類して説明せよ。

2. 5段の命令パイプライン処理の理論的な性能(向上度)について、定式化して説明せよ。またこのアーキテクチャがパイプライン処理なしに比べて4.8倍の性能向上を得るためには、パイプラインに何個の命令を投入しなければならないか、計算せよ。

3. 次の単語について説明せよ。

①マルチタスキング, ②プロセス制御ブロック(PCB), ③プロセスコンテキストまたはPSW, ④デッドロック