

## 第4章 オペレーティングシステムの 構成

花田 英輔

(このPowerPointは渡辺名誉教授作成のものを花田が一部改題した)

1

### OSのためのハードウェア機能

(教科書4.1)

▶ OSがうまく動くために必要なハードウェア

#### ▶ 実行モード

- OSだけが特権を持って動けるようにモードを切替える仕組み

機能制限ON/OFF



危険命令⇒  
アプリ実行中は無効に  
OS実行中は有効に

#### ▶ 割り込み

- OSが他プログラムの実行中でも動けるように割り込む仕組み



2

### 実行モード

- ▶ OSも一つのプログラムである
  - それが他プログラムの実行や資源割り当てを制御する

だから

- ▶ OSだけに制御を許すようなハードウェア機構が必要  
→ 「特権」モード

3

### 実行モードの切替

- ▶ 実行モード切替＝許容する命令範囲を場合により制限
  - 特権モード(カーネルモード)
    - 全ての命令が実行可能なモード
    - OSカーネルが実行するとき
  - 非特権モード(ユーザモード)
    - 特権命令は使えないモード
    - 応用プログラムが実行するとき

4

### 特権命令とは

- ▶ うかつに実行すると、システム全体の正常動作を阻害する命令  
(例)
  - 入出力機器の制御命令
  - プロセッサのステータスを変更するような命令
  - プログラムの実行制御命令

5

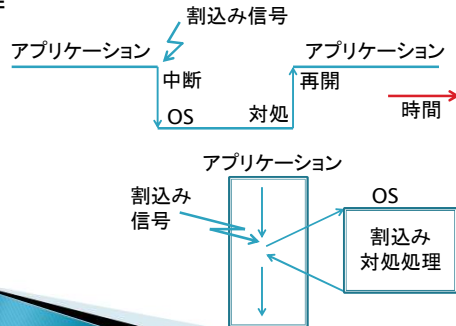
### 割り込み

- ▶ 他プログラムが動作中でも色々な事象(イベント)は発生する
  - 解釈不能な命令、アクセス不可なメモリ位置、キーが押される、マウスが動く、定期処理の時間が来る、許容されない特権命令、...
- ▶ OSがこれらの事象を検知して直ぐに対処できるためのハードウェア機構 = 割り込み

6

## 割り込み時の動作

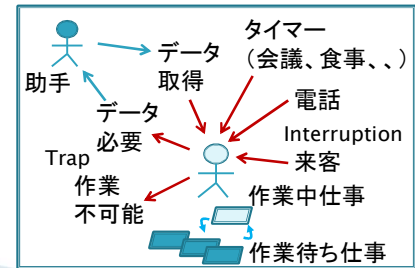
- ▶ 事象(イベント)発生時のアプリケーションとOSの動作



7

## 割り込みの種類

- ▶ 外部割り込み(Interruption)
- ▶ 内部割り込み(Trap/Exception、割出しとも)



8

## 割り込みの種類(1. 外部割り込み)

- ▶ 外部割り込み(Interruption)
  - プログラムとは無関係の事象(例)
  - 入出力割り込み = 入出力装置から読み書き完了と報告信号
  - タイマ割り込み = タイマから設定した時間が経過と報告信号
  - その他: プロセッサ誤動作、電源異常、再起動ボタン、他プロセッサ信号など

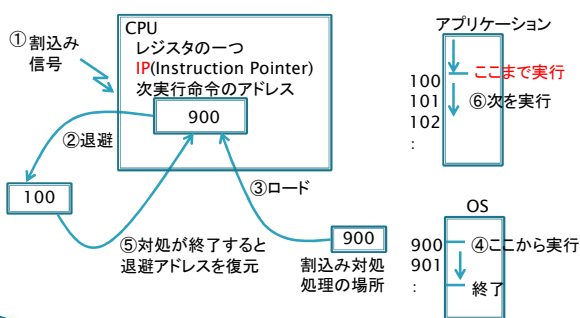
9

## 割り込みの種類(2. 内部割り込み)

- ▶ 内部割り込み(Trap/Exception、割出し)
  - プログラムに関係する事象(例)
  - カーネル呼出し割り込み(入出力要求など)
  - 演算例外割り込み
  - アドレス変換例外割り込み
  - その他: 特権命令の非特権モードでの実行、メモリアクセス違反など

10

## 割り込みを実現する手順



11

## その他のハードウェア機構

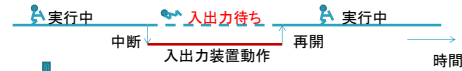
- ▶ 入出力機構
  - 入出力装置の制御およびデータ交換のための機構
- ▶ メモリ機構
  - メモリの割当て管理のための機構、仮想メモリのための機構
- ▶ 記憶保護機構
  - メモリ上の複数プログラムを互いに保護するための機構
- ▶ マルチプロセッサ機構
  - 複数プロセッサ実現のための機構

12

### 割込みとマルチプログラミング(教科書4.2)

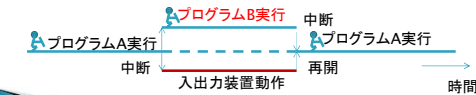
#### ▶ シングルプログラミング

- 一つのプログラムを実行、入出力動作中はプロセッサが暇



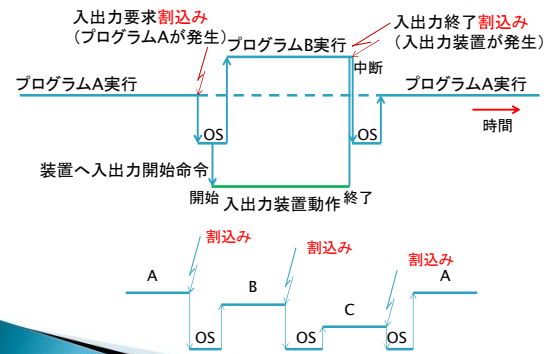
#### ▶ マルチプログラミング

- 複数のプログラムを用意しておいて、プロセッサが空いたら切り替えて実行すれば効率的



13

### マルチプログラミングにおける切り替え

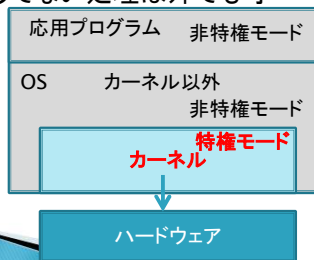


14

### OSの核:カーネル(教科書4.3)

#### ▶ カーネル=特権モードで動くOSの主要部分

- 危険な処理はここに置く(ハード制御など)
- そうでない処理は外でも可

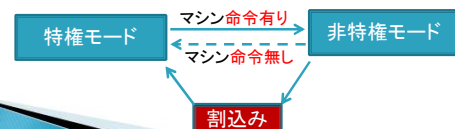


具体的なカーネルの構成例は教科書p.51を参照のこと

15

### 実行モードの切替え

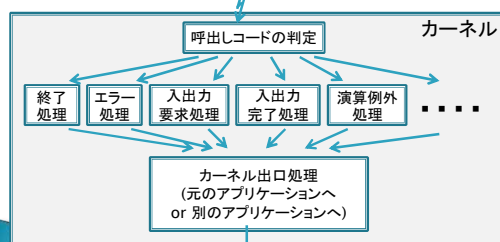
- 特権モードから非特権モードへの切替え命令=有り
- 非特権モードから特権モードへの切替え命令=無し  
⇒存在すると誰でも特権を得ることが可能
- ではどうする?  
⇒割込み発生時に、同時に特権モードへの切換えを実行
- 割込み処理部分は特権モード、処理後に非特権へ



16

### 割込み処理の流れ

割込み  
カーネル呼出し割込み、演算例外割込み、入出力完了割込み、タイマ割込み……



17

### カーネル処理中に割込みが届くと?

#### ▶ 割込み処理を中断して別の割込み処理??

#### ▶ 単純な解決

- カーネル処理中は割込み禁止
- 「今忙しいからダメ、帰って」

#### ▶ より高度な解決

- 割込みを受け付け処理だけして、前の処理が終了後に処理
- 「後でやるから、受付簿に記入して待ってて」

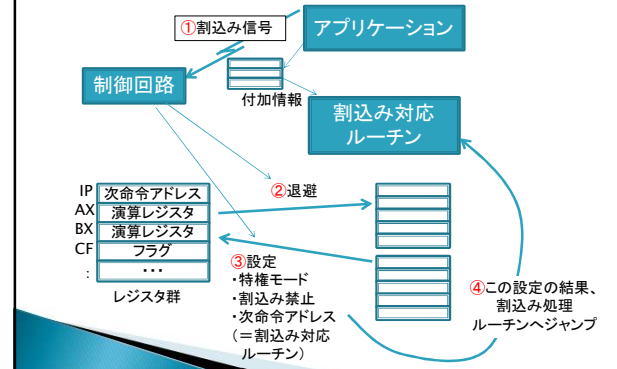
18

## カーネルに含まれる処理

- ▶ プロセスの実行管理
- ▶ 入出力装置への入出力の管理
- ▶ ファイルの管理
- ▶ メモリ領域の管理
- ▶ 仮想メモリの制御
- ▶ プロセスの同期制御
- ▶ タイマの管理
- ▶ 割り込み処理

19

## カーネルの入り口: 割り込み処理(教科書4.4)



20

## OSのカーネル以外の部分(1)(教科書4.5)

## 1. ユーザインターフェースプログラム

- CUI: 利用者からコマンドを受け取り、解釈して対応プログラムを起動  
= コマンドインタプリタ、UNIXではシェル(貝殻)
- GUI: デスクトップ描画・マウス操作等のためのプログラムあり

## 2. サービスプログラム

- OSの一部として提供
- 応用プログラムの位置づけ
- ・ コンパイラ・インタプリタ環境など

21

## OSのカーネル以外の部分(2)(教科書4.5)

## 3. システムプロセス用プログラム

- システム内で自動起動し、システムのプロセスとして動くもの
- UNIXではデーモン、Windowsではサービスと呼ぶ
- ・ ネットワークサーバ機能等

## 4. API用ライブラリ

- システムコール関数などをライブラリとして提供
- ・ 利用者プログラムに結合
- ▶ OSは一つのプログラムではなく、多くのプログラムの集合体
- 範囲は時代により変化
- ・ コンパイラはOS内から外へブラウザはOS外から内へ

22

## マイクロカーネルとモノリシックカーネル

(教科書p.51のコラムを拡張)

- ▶ **モノリシックカーネル**=OSの構成要素を単一のメモリ空間で実行、旧来のOS

↓ より新しい考え方

- ▶ **マイクロカーネル**=OSを構成する幾つかの要素・機能をカーネル空間から切り離し外部モジュール化  
⇒ 危険な部分を最小化できる

↓ しかし処理切替の負荷大

- ▶ **ハイブリッドカーネル**=折衷型

- Linux モノリシックカーネル→モジュール化して分離が進む
- Windows マイクロカーネル→効率必要部分を取込み増大

「モノリシック(monolithic)」は「一枚板」という意味

23

## 今回の課題

1. 割り込みとは何か。またその発生要因にはどのようなものがあるか説明せよ。また、発生要因別に「内部割り込み」か「外部割り込み」かを記せ。
2. (予習) 入出力を効率化する手法について調べて記せ

- ▶ 今回のファイル名は「学籍番号-OS05.docx」  
(例: 24238000-OS05.docx)としてください
- ▶ 締切: 11月11日(火) 18:00 (遅れた場合は減点)

## 記載時の注意事項

- ▶ レポート内にも名前を書くこと
- ▶ 参考資料(Webページ)がある場合は**出典を書くこと**
- **出典を書かずに引用した場合は減点対象です**

24