オペレーティングシステム

資料　第2分冊(H27)

村田正幸（murata@ist.osaka-u.ac.jp)
○松田秀雄(matsuda@ist.osaka-u.ac.jp)

1.2 OSの機能　－概要－

1.2.1 OSの実際的な役割

- **ユーザプログラム**：一般ユーザがコンピュータシステム上で使用する「応用」プログラム
  - 「応用」がついているのは、コンピュータシステム側が提供するプログラム（「システムプログラム」）と区別するため
- コンピュータシステム上で動作するプログラムは、**システムプログラム**とユーザプログラムのいずれかに分類される
  - **広義のオペレーティングシステム**＝システムプログラム全体
  - **狭義のオペレーティングシステム**＝システムプログラムから言語処理プログラムを除いたもの

OSの原理

OSの本質的で具体的な役割は、次の3種類

(A)ユーザプログラムから、実際の、あるいは物理的なハードウェア機構を隠ぺいする

→ **ハードウェア機構の隠ぺい**

(B)ユーザプログラムが、共用あるいは共有するハードウェア資源を、実行時において管理する

→ **ハードウェア装置の管理**

(C)壊れやすいソフトウェア（特に、ユーザプログラム）を、その実行時に動的に保護する

→ **プロセス管理**

(A) ハードウェア機構の隠ぺい

- 「何」を隠すのか？
  - ハードウェア全体を隠すのではない
  - 個々のハードウェアが持つ**物理的な特性や相違点**を隠す（見えなくする）

    例：プロセッサ、メモリ、ファイル装置、入出力装置、通信装置等で、特定の装置（機種・製品）間の**物理的な相違点**
  - 同じ種類のハードウェア装置を**共通化**する
- 「何」から隠すのか？
  - **ユーザプログラム**（ユーザを含む）に対して隠す
- 「なぜ」隠すのか？
  - ユーザプログラムが特定のハードウェア装置に依存して開発されるのを避けるため（**移植性**の確保）
- ハードウェア機構の隠ぺいは、OSがハードウェア機構を**仮想化**することによって実現する（図1.5参照）
  - 仮想化：物理的なハードウェア機構を、ソフトウェアによるシミュレーションで論理的な機構に見せかけること（後で例を示す）

ハードウェア機構の隠ぺいと仮想化の例

- 同じ機能のハードウェア装置でも、物理的には多様な機器があり、アクセス方法がまちまち
  - → 装置を隠ぺいして**統一したアクセス方法**を提供
  - – ファイル装置の例

(B) ハードウェア装置の管理

- ユーザプログラムの**実行時**に使用する**ハードウェア装置をOSが管理・制御**する
  - ハードウェア装置の例：プロセッサ、メモリ、ファイル装置、入出力装置、通信装置等
  - 実行前にどの時刻にどの装置が使われるか決定するのは困難

    → 実行時に決定する必要がある：**OSの役割**
  - OSが、プログラムの実行時に**装置の共用や共有が生み出す競合を解決**し、各装置を効率的に並行して利用させる

(C) ソフトウェアの実行時の保護

- ソフトウェアがファイルをアクセスする権利を管理する
  - ファイルの読み書き等のアクセスを制限しないといけない場合がある
- OSがソフトウェアに対してアクセスしたり使用する権利（**アクセス権**）の管理や競合の調停を行う
  - ソフトウェアへの不正アクセスの防止
- OSとユーザプログラムとの実行時の区別（**実行モード**の設定）
  - OSは特権モードでアクセスできる

1.2.2 OSの機能

- ハードウェアの仮想化による管理
  - ユーザプログラム間で共用する**ハードウェア装置を仮想化によって統一的に管理・制御**する
- マシン命令セットによる支援

  プロセッサのマシン命令セットから適切なマシン命令を組み合わせて実行することで機能を実現
  - プロセッサおよびメモリについての時間管理
  - メモリについての空間管理機能
  - 入出力処理機能
  - 割り込みや例外処理機能
  - 実行制御機能

プロセス

- 「実行されるプログラム」のことを**プロセス**という

  プロセス　＝　プログラム＋実行の状態

  – プログラムの実行コード（マシン命令列）と、実行時のデータの集まりから構成される
- なぜ、「プログラム」と「プロセス」を分けて考えないといけないか？
  – **プログラム**は、実行するための命令列や（あらかじめ決められた）データ→実行によって変化しない
  – **プロセス**は、実行されるたびに作成される
  – 同一のプログラムに対して、複数個のプロセスを作ることができる

プロセス管理

- **プロセスの割り付け**
  - プロセスを、メモリの特定の領域に置く（**プロセスとメモリを対応付ける**）
  - プロセスを「**作る**」ときに必要な処理
- **プロセッサ割り付け**
  - プロセスと**プロセッサの時間を対応付ける**
  - プロセスを「**実行する**」ときに必要な処理
- 詳細は2章で説明する

OSの管理機能

- プロセス管理機能
- メモリ管理機能
- ファイル管理機能
- 入出力管理機能
- 通信管理機能

プロセス管理機能

- **プロセッサの時間を管理**して、プロセスへ割り付けて実行する
- プロセッサの時間を一定間隔（**タイムスライス**またはクォンタム）に分割して管理する（TSS: Time Sharing System）（図1.6参照）
- メインメモリを、時間的かつ空間的に管理する機能も必要
- 詳細は2章で説明する

メモリ管理機能
ファイル管理機能

メインメモリの仮想化

- メインメモリの容量や動作速度など**物理的な相違点**を隠ぺい
- **仮想メモリ技術**として、メインメモリとファイル装置の連携を支援（3章で詳細に説明）

ファイル装置の仮想化

- ファイル装置の**物理的な相違点**を隠ぺい
- 論理的なファイルを、物理的なファイル装置にマッピングする（3章で詳細に述べる）

その他の管理機能

- 入出力管理機能
  - プロセッサと入出力装置の間の動作速度の違いを吸収する
  - 4章で詳細を説明
- 通信管理機能
  - ネットワーク通信
  - 4章で詳細を説明

(まとめ)OSによるハードウェア装置の隠ぺい

- OS以外のソフトウェア(特に、ユーザプログラム)から、**ハードウェア装置の物理的な相違点を隠ぺい**する→OSの基本的な機能の一つ
- 「隠ぺい」は、「統一」、「共通化」、「**仮想化**」、「標準化」と置き換えることができる
- 隠ぺいの対象
  - プロセッサ、メインメモリ、ファイル装置、入出力装置、通信装置

(まとめ)ユーザプログラムに対するOS機能

- プロセッサ:ユーザプログラムを実行
- メインメモリ:ユーザプログラムがプロセッサで実行されている間、それを保持する領域
- ファイル装置:ユーザプログラムを長期的に格納する
- 入出力装置・通信装置:(OSも含めて)ユーザプログラムが利用する

ユーザプログラムによるハードウェア装置の利用

- ハードウェア装置は、ユーザプログラムからはOS経由でしか利用できない
- ユーザプログラムがハードウェア装置を利用するときはOS経由で「通信」する（図1.8参照）
- 通信には、**割り込み**が使用される（1．4節参照）
  （詳細は第3回で説明）
  - ハードウェア装置→OS→ユーザプログラム
    外部割り込み（ハードウェア割り込みともいう）を使用
  - ユーザプログラム→OS→ハードウェア装置
    システムコール（**内部割り込み**、ソフトウェア割り込みともいう）を使用

1.3 OSの構成

1.3.1 OSの基本構成

- OSのモジュール構成
  - ある特定の機能を実現するためのプログラムおよびデータをひとまとまりにしたものを、「モジュール」とよぶ
- OSモジュールの要件
  - 情報の隠ぺい
  - 方針と機構の分離

方針と機構の分離

- 次の2つの機能単位を別のモジュールとして分離する
  - **方針（policy）**： 機能を実現するときに生じる選択肢の決定
  - **機構（mechanism）**： 決定した方針に基づいて、実際の処理をどのように実現するか
- 方針は「（機能を決定するための）アルゴリズム」、機構は「（機能を実現する）実装」

なぜ方針と機構を分離するのか？

- 方針は、コンピュータシステムの利用目的や運用方法に依存して決まる
  - 実行効率（スループット）重視：実行するプログラム全体の終了時刻を最小化（最短）にしたい
  - 応答性能重視：個々のプログラムの実行開始から結果が返ってくるまでの時間を最小化したい
- 機構は、ハードウェア構成に依存
  - 個々のプロセッサ、メモリ、ディスク、通信装置、ネットワーク装置ごとに異なる

それぞれ、独立に変更できることが望ましい

- （例）ハードウェア構成が変わったときはドライバソフトウェアだけ変更して、OS本体はそのまま使いたい

方針と機構の分離の例(1)

プロセスのスケジューリング

- **スケジューラ**
  - スケジューリングアルゴリズムに基づいて、プロセスを選択し、プロセッサ（CPU）の割付けを指示
  - どのプロセスから実行するかを、方針として決める
- **ディスパッチャ**
  - スケジューラからの指示により、選択されたプロセスに実際にプロセッサ（CPU）を割り付ける
  - プロセッサ（CPU）を割り付けるのに必要な処理は、プロセッサの種類や数などのハードウェアに依存

方針と機構の分離の例(2)

メモリの割り付け

- 割り付け制御部
  - 記憶領域の割付けの方針に対応した割付け技法（詳細は、教科書の3章参照）により、次に割り付けるべき領域を決定する
- 割り付け実行部
  - 割付制御部により選択された領域の中で、プロセスの使用領域を実際に決定する

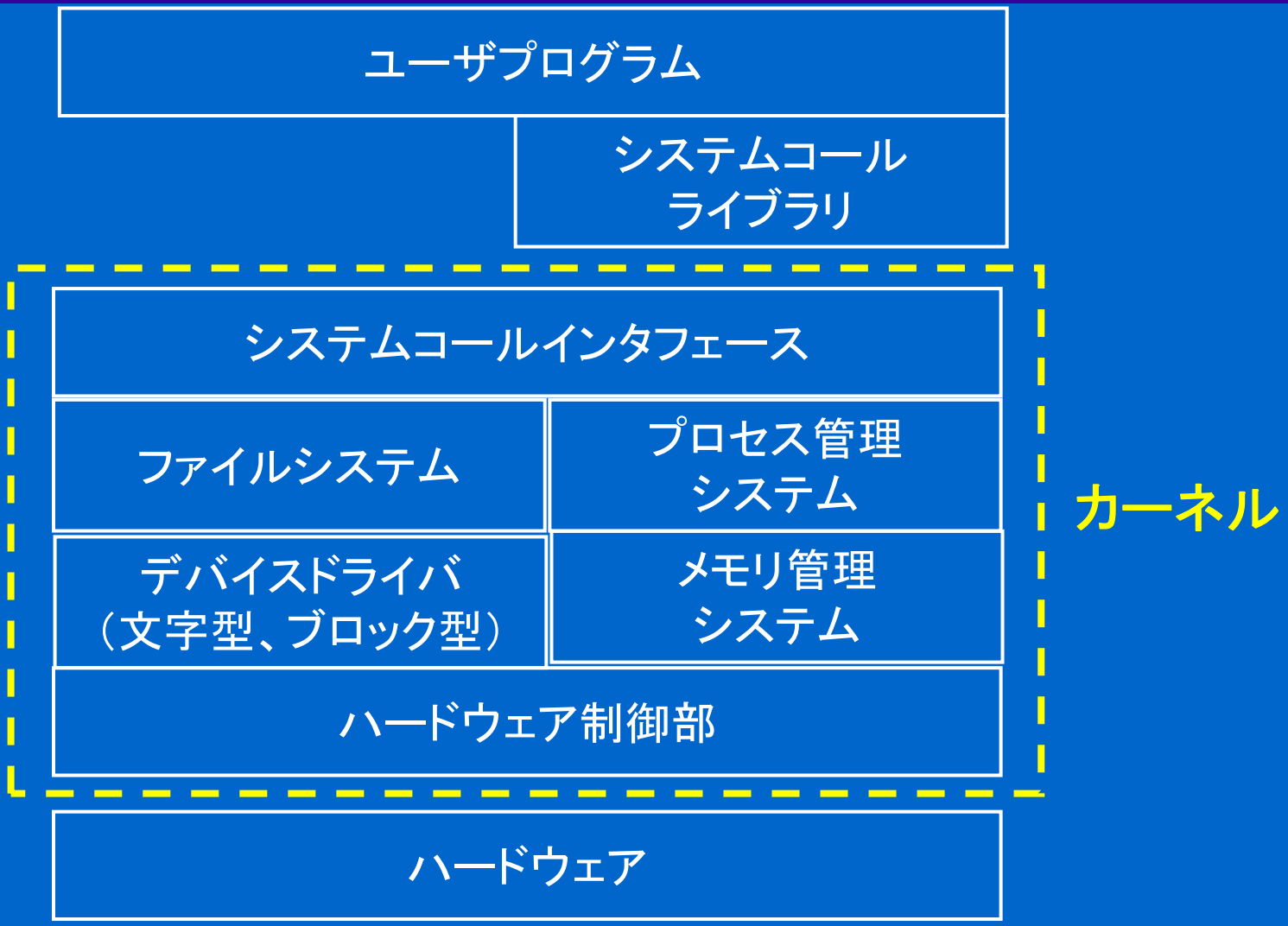
方針と機構の分離はOSの本質に関わってくる（詳細は第7回）

- Windowsはビジネス向けのOS
  - 応答性能を重視
  - 多数のプログラムを実行しても応答性能はそれほど悪くならない
  - 大量のメモリを使ったり、長時間（数週間～数カ月）実行するようなプログラムには向かない
- UNIXは情報科学の研究基盤としてのOS
  - 計算性能を重視（スパコンのOSはUNIX）
  - 大量のメモリ使用や長時間実行のプログラムでも運用可能
  - 多数のプログラムを実行すると応答性能が落ちてくる
- 組み込みOS
  - 応答時間が一定の範囲内にあることを保証する高いリアルタイム性や、少ないメモリで動作するコンパクトさが求められる

OSモジュールの機能

- **カーネル**と**システムサーバ**に分かれる（図1．9）
- **カーネル**（kernel）
  - 名前の通りOSの核となる機能を実現するプログラム
  - 割り込み処理とプロセスディスパッチャを基本機能として実現
- **システムサーバ**
  - 個別のOS機能を提供する
  - プロセス管理の一部（カーネル部分以外）、メモリ管理、ファイル管理、入出力管理、通信管理をシステムサーバとして実現

カーネルの構成例 (伝統的なUnixカーネル)

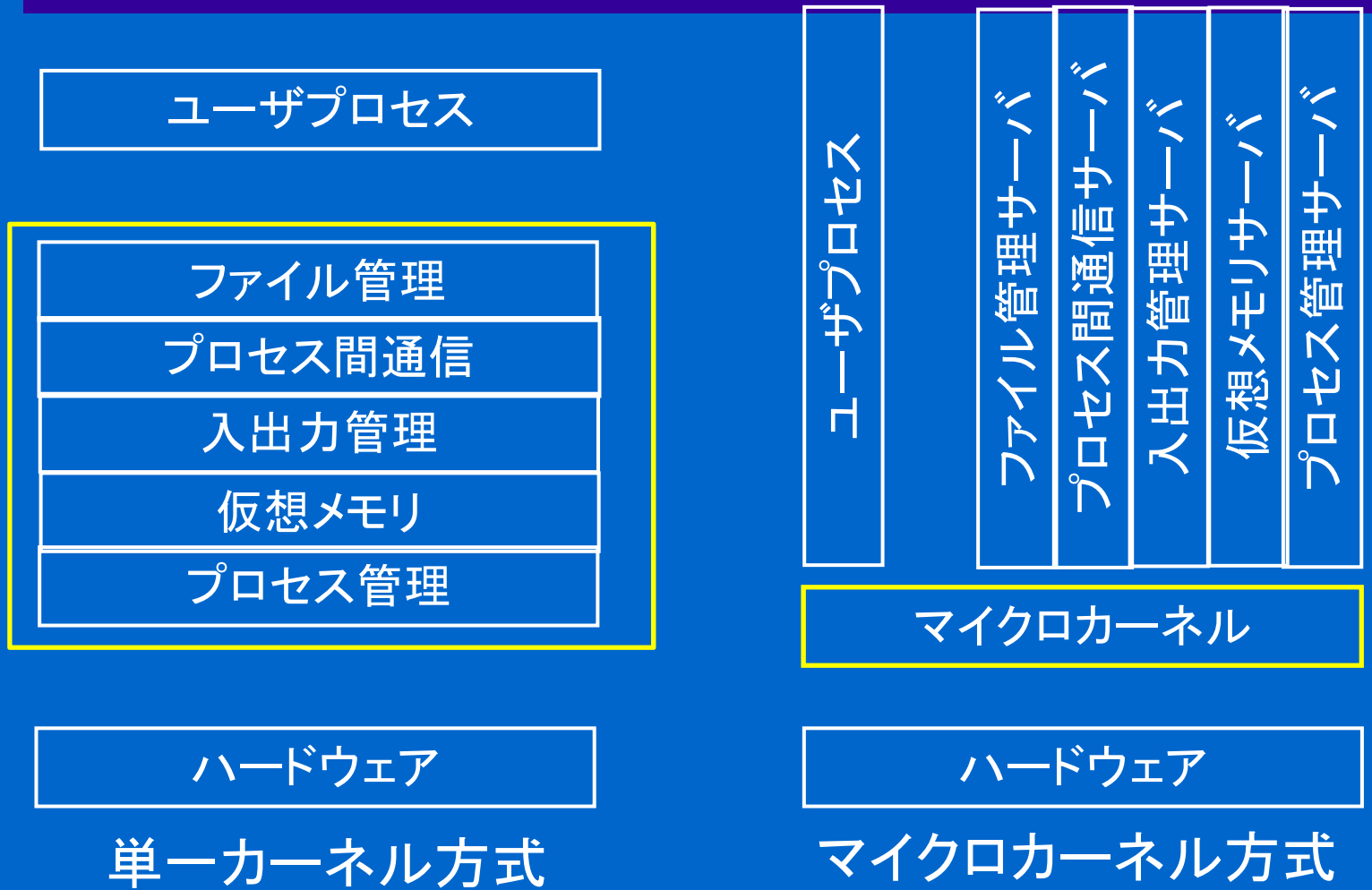


OSカーネルの構成方式(1)

代表的な構成法は次の2種類

- **単一カーネル（モノリシックカーネル）方式**
  - カーネルの機能を階層的につないで、単一のカーネルで構成
- **マイクロカーネル方式**
  - カーネルを機能ごとに分割して、それぞれをシステムサーバとして実現

カーネルの構成法(2)


ユーザプロセス
ファイル管理
プロセス間通信
入出力管理
仮想メモリ
プロセス管理
ハードウェア
単一カーネル方式
ユーザプロセス
ファイル管理サーバ
プロセス間通信サーバ
入出力管理サーバ
仮想メモリサーバ
プロセス管理サーバ
マイクロカーネル
ハードウェア
マイクロカーネル方式

単一カーネル方式

- オペレーティングシステムの全機能を一つのプログラムに取りこむ
- ユーザプロセスからのシステムコールでカーネルモードに遷移
- システムコールのパラメータ
  - ユーザプロセスの要求を記述
- システムコール処理後
  - ユーザプロセスの次の命令に戻る

単一カーネル方式の特徴

長所

- 実行効率がよい
- モジュールを追加するだけで新機能を追加できる（ただしカーネル自体が更新されるので、システムを停める必要がある）
- 全体機能が小さければ、実装が比較的容易

短所

- メモリを占有する領域が大きい（カーネルはメモリに常駐するのが普通）
- 一部の機能変更が全体に影響（機能ごとのモジュール化が必要）
- OS機能全体をカーネルモードで実行するので、保護強度が弱い（障害が起こったときの影響が大きい）

マイクロカーネル方式

- 必要最低限の機能のみのマイクロカーネルと、それ以外の付加的な機能を提供するシステムサーバプロセスで構成
- マイクロカーネルの機能
  - プロセス管理に必要なハードウェア制御（割込み処理など）
  - プロセス管理（スケジューリング、プロセス間通信など）
- システムサーバプロセス
  - ユーザプロセスと同じレベルで動作する
  - 実現される機能の例（メモリマネージャ、ファイルサーバ、ネームサーバ、デバイスドライバなど）

マイクロカーネル方式の特徴

- カーネルを機能ごとにプロセスに分割し、プロセス間通信で相互に連絡する
  - マイクロカーネル⇔システムサーバ
  - システムサーバ⇔システムサーバ
- 長所
  - モジュール化が明確になるため、機能の拡張が容易になる
  - OSの機能の多くをユーザモードで実行できる（障害の影響を抑えられる）
  - マルチプロセッサへの対応が比較的容易
- 欠点
  - プロセス間通信が多発するため、カーネルの処理で通信処理のオーバーヘッドが生じ、単一カーネル方式より時間がかかる