オペレーティングシステム — イントロ

田浦健次朗

オペレーティングシステム (Operating System; OS) とは

- 実例: Windows, MacOS, Linux, BSD, iOS, Android, etc.
- アプリケーションを動かすためのソフト (基本ソフト)
- 存在理由 (一般的な言葉で):
  - 抽象化: 簡単にプログラムできるようにする
  - 効率化: 簡単なプログラムで高速に動作するようにする
  - 資源保護・管理: 資源 (CPU, メモリ, etc.) の独占を防ぎ, 公平に割り当てる
- 具体的には OS がないとどうなるかを知る・考えるのが良い

OS がないと...

- CPU (プロセッサ) 上に直接ユーザのプログラムが動く
- 例えば以下のようなことが非常に困難になる
  1. CPU (計算のための資源) を公平に分け合う
  2. メモリ (記憶のための資源) を安全に分け合う
  3. 外部ストレージを安全に分け合う
  4. 入出力

  etc.

OS がない場合の問題点と OS の機能

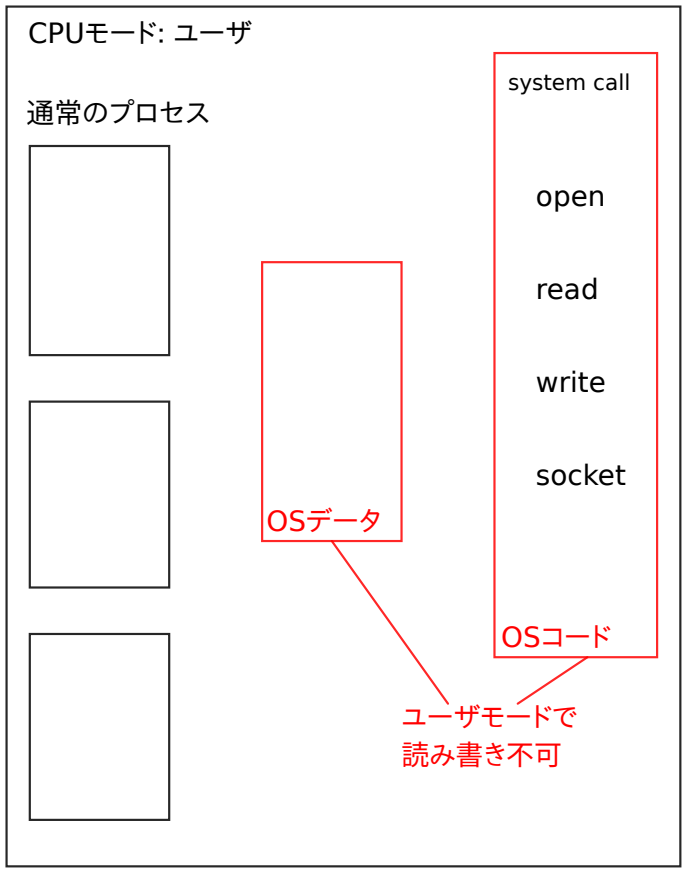
- CPU を分け合う
  - OS なし: 1 つのプログラムで CPU を独占できてしまう
  - OS: プロセス, スレッド
- メモリを分け合う
  - OS なし: 1 つのプログラムが他の人の (メモリ上の) データをのぞき見・破壊できてしまう; 大量のメモリを独占できてしまう
  - OS: プロセス (アドレス空間), 仮想記憶
- ストレージを分け合う
  - OS なし: 1 つのプログラムが他の人のデータをのぞき見・破壊できてしまう
  - OS: ファイルシステム, システムコール
- 入出力
  - OS なし: 入力監視, 割り込み処理など複雑, かつ機器依存
  - OS: ファイルシステム, プロセス間通信

資源保護・管理のための基本的仕組み

- 命題: 資源 (CPU, メモリ, etc.) の独占を防ぎ, 公平に割り当てる
- 悪意のあるプログラムでも OS の破壊, 他のプログラムの破壊, 資源の独占を不可能にする
- 以降ではまず OS の破壊を不可能にする仕組みを考える
  - それ以外は次週以降の個別の機能説明にて

OSは実体としてはどこにどう存在している?

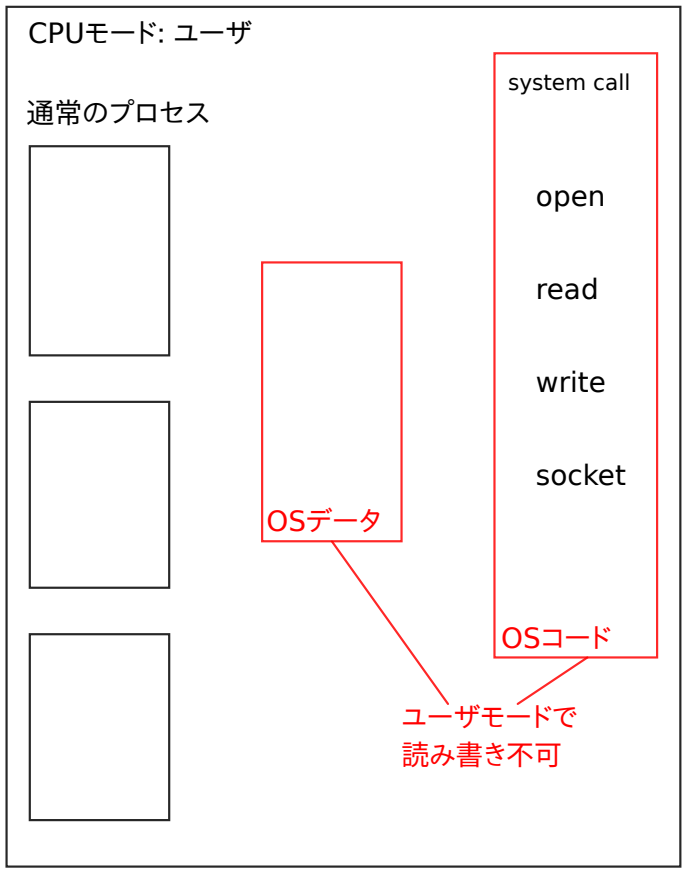
- その他のプログラムと同様, メモリ上にプログラム + データとして存在
- ただしOS以外のプログラムには読み書き不能になっている
- → どうやって?



CPU の特権モード・ユーザモード

- CPU の動作モードに (少なくとも)2 種類ある
  - ユーザモード
  - 特権モード (スーパバイザモード)

- 両者の主な違い
  1. 一部の命令が特権モードでしか実行できない (特権命令)
  2. 一部のメモリ領域に「ユーザモードでアクセス不可」という属性をつけられる
- OS のデータやプログラムが OS 以外のプログラムには読み書き不能な仕組み
  - OS が管理する領域を「ユーザモードでアクセス不可」
  - OS 以外はユーザモードで動作



ユーザモードから特権モードへの移行

- 通常のプログラムはユーザモードで実行される
- 一方通常のプログラムも OS の機能を呼び出すことが出来る (さもなければ OS はいらないはず)

ユーザモードから特権モードへの移行

- 通常のプログラムはユーザモードで実行される
- 一方通常のプログラムも OS の機能を呼び出すことが出来る (さもなければ OS はいらないはず)
- → ユーザモードから特権モードへ移行する仕組みがあるはず

ユーザモードから特権モードへの移行

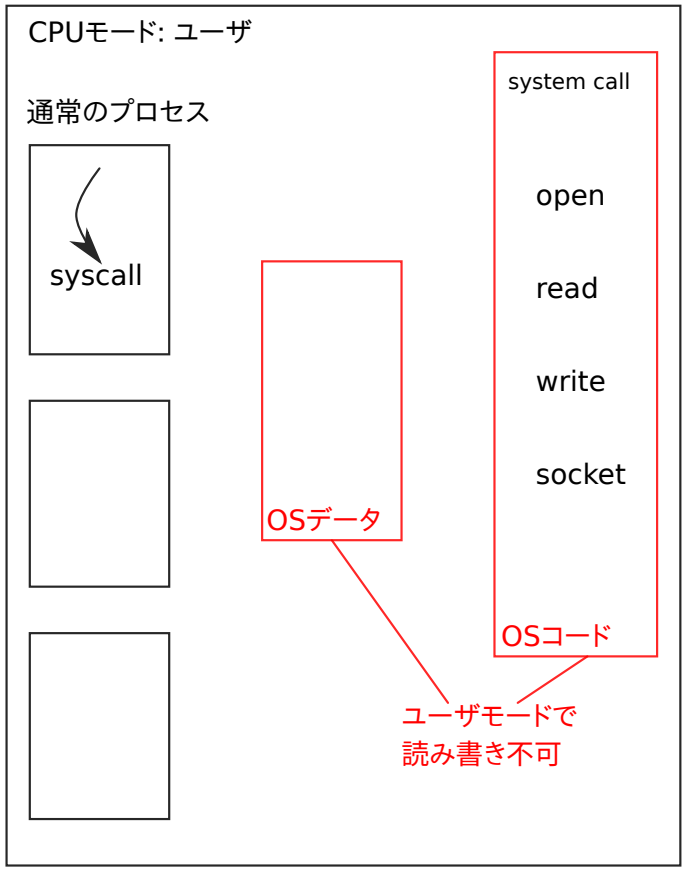
- 通常のプログラムはユーザモードで実行される
- 一方通常のプログラムも OS の機能を呼び出すことが出来る (さもなければ OS はいらないはず)
- → ユーザモードから特権モードへ移行する仕組みがあるはず
- 下手に設計すれば, 結局誰でも特権モードで好きな命令を実行可能になる危険

ユーザモードから特権モードへの移行

- 通常のプログラムはユーザモードで実行される
- 一方通常のプログラムも OS の機能を呼び出すことが出来る (さもなければ OS はいらないはず)
- → ユーザモードから特権モードへ移行する仕組みがあるはず
- 下手に設計すれば, 結局誰でも特権モードで好きな命令を実行可能になる危険
- → トラップ命令

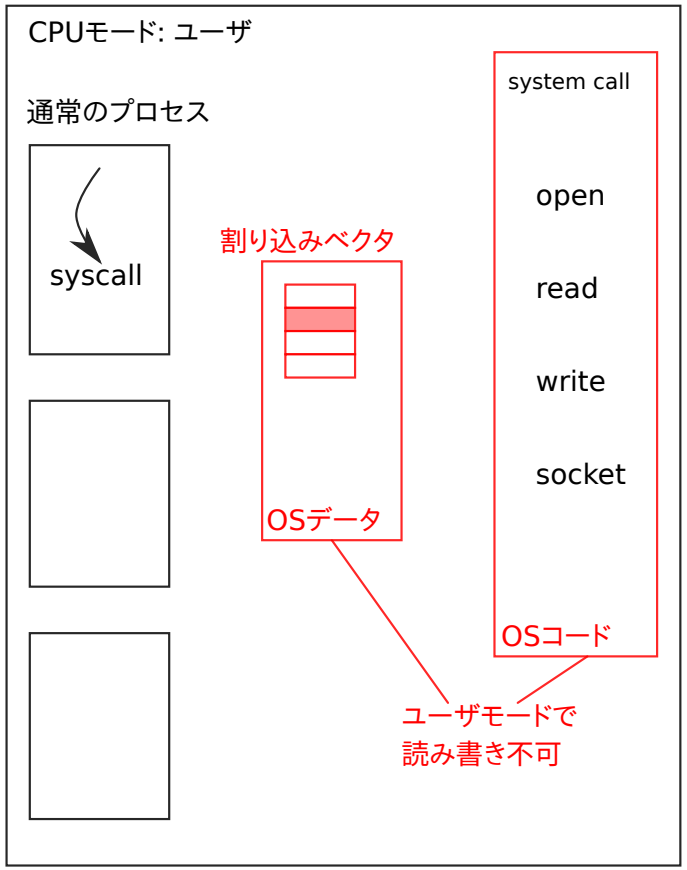
トラップ命令

- 以下の二つを行う
  - ユーザモードから特権モードへ移行
  - ある定められた番地にジャンプ
- x86 の場合
  - int 0x80h 命令
  - syscall 命令



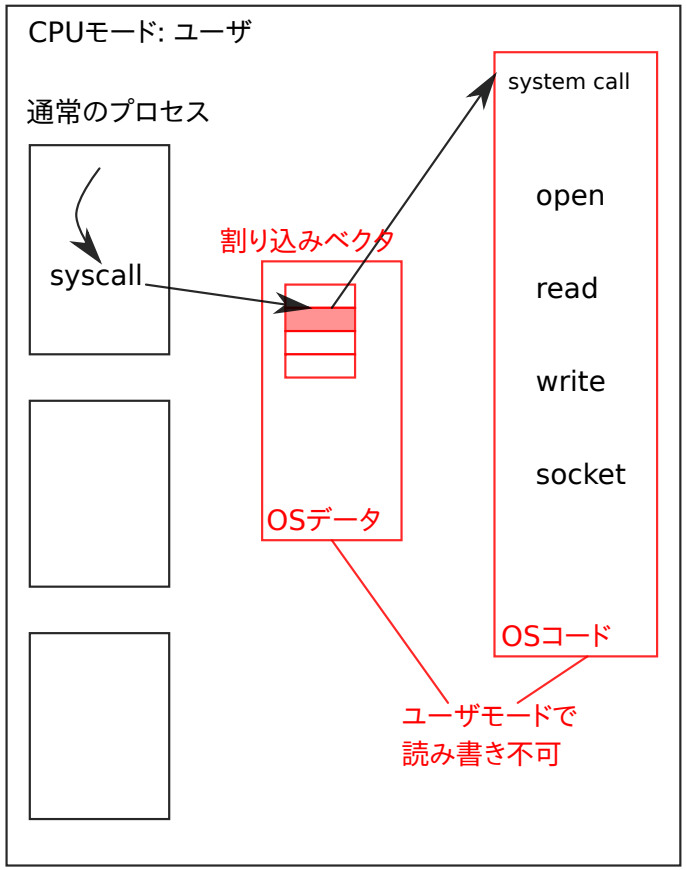
トラップ命令

- 以下の二つを行う
  - ユーザモードから特権モードへ移行
  - ある定められた番地にジャンプ
- x86 の場合
  - int 0x80h 命令
  - syscall 命令
- ある定められた番地は，「割り込みベクタ」と呼ばれるメモリ上の配列にかかれており，OS が起動時に設定する



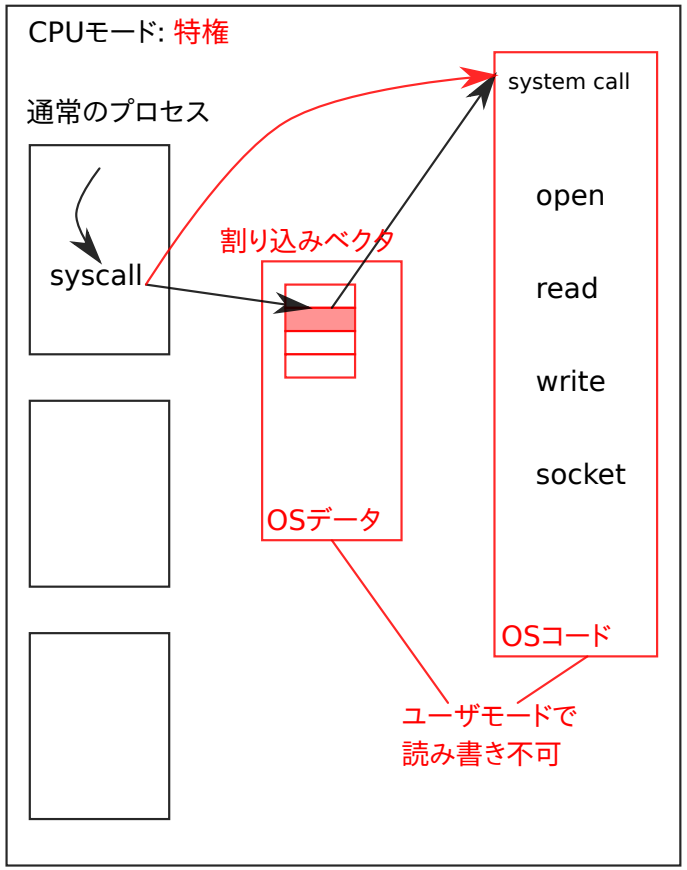
トラップ命令

- 以下の二つを行う
  - ユーザモードから特権モードへ移行
  - ある定められた番地にジャンプ
- x86 の場合
  - int 0x80h 命令
  - syscall 命令
- ある定められた番地は，「割り込みベクタ」と呼ばれるメモリ上の配列にかかれており，OS が起動時に設定する



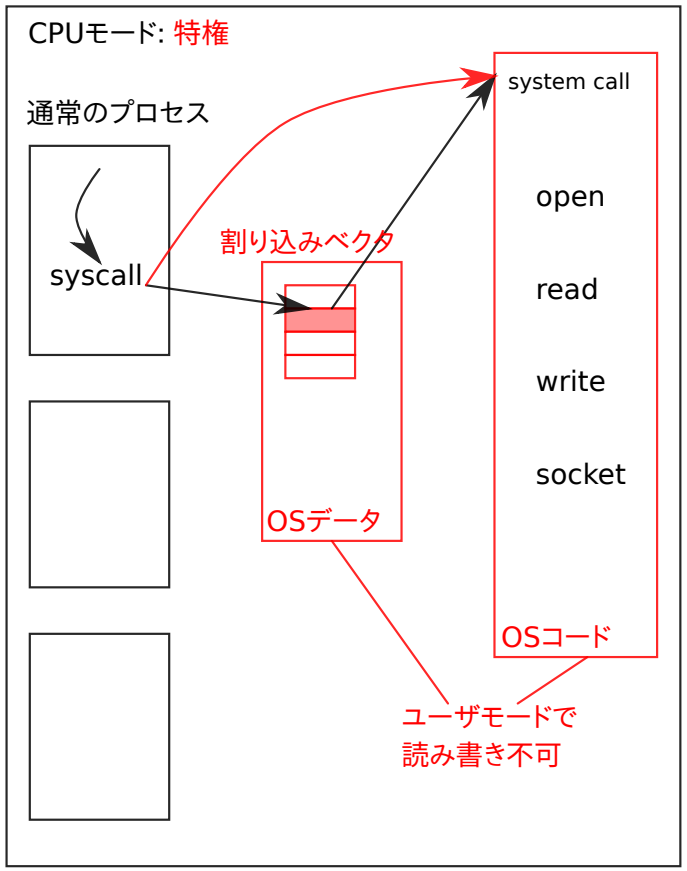
トラップ命令

- 以下の二つを行う
  - ユーザモードから特権モードへ移行
  - ある定められた番地にジャンプ
- x86 の場合
  - int 0x80h 命令
  - syscall 命令
- ある定められた番地は，「割り込みベクタ」と呼ばれるメモリ上の配列にかかれており，OS が起動時に設定する
- ユーザプログラムから OS への「入り口」→ システムコール



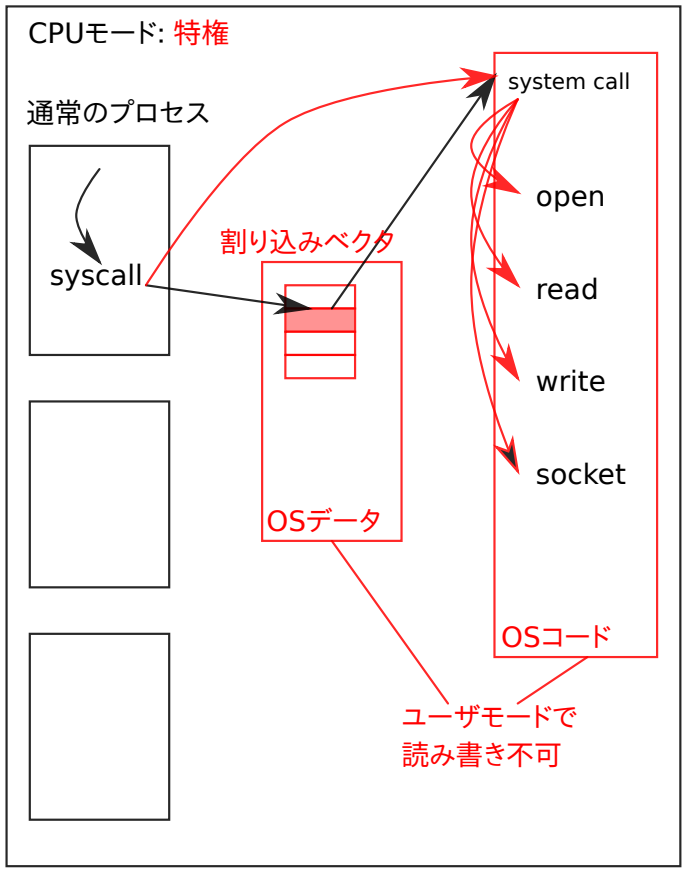
システムコール

- OS がユーザに対して提供している (根源的な) 機能
  - 実例: open, write, read, close, fork, exec, wait, exit, socket, send, recv, etc.
  - 通常 C の関数として説明されているがこれは説明の便宜上 + ユーザの利便性のため
- 本当にシステムコールが呼び出されている瞬間は, トラップ命令 (前スライド) で OS 内の命令に突入する瞬間



システムコール

- OS がユーザに対して提供している (根源的な) 機能
  - 実例: open, write, read, close, fork, exec, wait, exit, socket, send, recv, etc.
  - 通常 C の関数として説明されているがこれは説明の便宜上 + ユーザの利便性のため
- 本当にシステムコールが呼び出されている瞬間は, トラップ命令 (前スライド) で OS 内の命令に突入する瞬間



保護とシステムコール(すべての保護の基礎)

- OS 内には無数の機能が命令列として存在しているが, ユーザプログラムからの「入り口」(特権モードで実行される最初の命令) がひとつしかない
- その唯一の入り口から分岐してすべての機能ごとのシステムコールが実行されている
- ユーザプログラムが正規の入り口 (システムコール) を通らずに, 特権モードに移行することはできない
- OS 内部の (特権モードで実行される) プログラムをしっかり書けば, OS を保護可能