

今回の内容

14.1 オペレーティングシステム	14-1
14.2 演習問題	14-4

14.1 オペレーティングシステム

ハードウェアとソフトウェア

情報(特にデジタル情報)を処理するのが計算機ですが、電子的・機械的な仕組みで動作する物としての計算機をハードウェアと呼びます。これに対して、計算機に与えることで(計算機に)何らかの働きをさせることのできる(デジタル)情報をソフトウェアと呼びます。狭い意味でのソフトウェアは、計算機に対する指示の記述であるプログラムに他なりません。広い意味では、ハードウェアやプログラムと組み合わせることで一定の働きをしてくれる情報一般¹を指します。

パソコンもソフトウェアがなければただの箱であると言われます。計算機が人の役に立つためには、ハードウェアに加えて、ソフトウェアの働きが重要になってきます。このことを強調して、この2つの組み合わせで構築されたものを計算機システムと呼びます。

$$\text{計算機システム} = \text{ハードウェア} + \text{ソフトウェア}$$

前回まで、計算機システム(特にパソコン)のハードウェアのおおよその仕組みについて説明して来ましたが、今回からは、計算機システムを形作っているもうひとつの要素であるソフトウェアを中心に説明していく予定です。

アプリケーションプログラムとオペレーティングシステム

いろいろな用途に計算機システムが利用されていますが、ここでは、例として、パソコンのワープロソフトを使って文書を作成・編集・印刷している状況を考えてみましょう。このような作業ができるのは、そのワープロソフトの(機械語)プログラムが働いているおかげですが、このワープロソフトのプログラムのように、他のプログラムを助けるのではなく、計算機の外部から直接利用される(計算機の外部に影響を与えることを目的とした)プログラムをアプリケーション(応用)プログラムと呼びます。

このワープロソフトなどのアプリケーションプログラムが動作する過程では、マウスやキーボードなどの入出力装置からの情報を受け取ったり、ディスプレイやプリンタなど出力装置を制御する²ことが必要となりますが、アプリケーションプログラム自身が直接これらの入出力装置を制御している訳ではありません。たとえば、ディスプレイ(とそのインタフェース)に限っても、いろいろな機種があって、その制御の方法も千差万別です。アプリケーションプログラムがディスプレイ

¹たとえば、ワープロの文書、動画や音声のデータなどのデジタル情報や、さらには、料理のレシピや、小説、映画、音楽などの作品自体なども広い意味でのソフトウェアです

²より正確には、アプリケーションプログラム中に書かれた機械語命令に従ってCPUが入出力装置のインタフェースにいろいろな指示を出すことで入出力装置が制御されます

に文字を表示したい場合、もし、直接ディスプレイ（インタフェース）を制御するのであれば、ディスプレイとそのインタフェースの機種に合わせて、いろいろな方法でそれを制御できるようにアプリケーションプログラム自身を作っておく必要があります。マウスやキーボードからの入力への取り扱い方法や、文書を印刷する際のプリンタの制御方法についても同じことが言えますので、これではすべてのアプリケーションプログラムが非常に膨大で複雑なものとなってしまいます。さらに、制御方法の異なる新しい機種ディスプレイやプリンタが登場する度に、すべてのアプリケーションプログラムを書き換える必要がでてきます。

ワープロなどのアプリケーションプログラムが、直接、入出力装置を制御する場合のもう1つの問題点は、複数のプログラムが同時に入出力装置を使用した場合に、入力装置からの情報を、本来それを受け取るべきプログラムが受け取れなかったり、複数のプログラムからの出力装置への指示が混じり合ってしまうと、出力装置が混乱してしまうことです。

これらの理由で、通常の計算機では、アプリケーションプログラムと入出力装置などのハードウェアとの間を取り持つプログラムが動作していて、アプリケーションプログラムから見えるハードウェアの細い差異を吸収したり、複数のプログラムがハードウェアを利用する際の調整役の働きをしています。このような働きをするプログラムをオペレーティングシステム (OS)³ と呼びます。

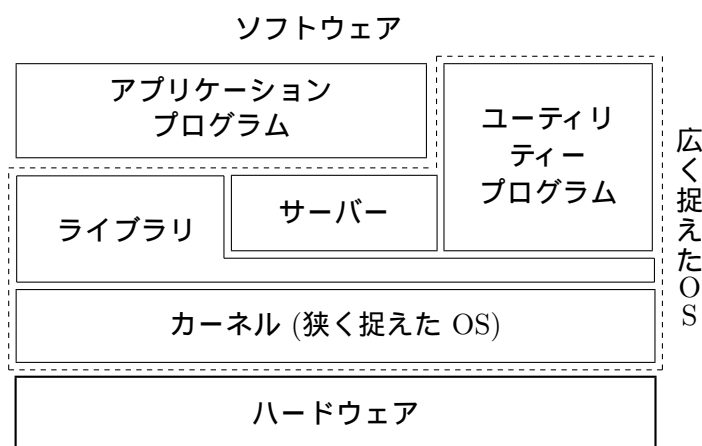


図1: ハードウェアとソフトウェアの階層

ただし、この働きをするプログラムのみではなく、その働きを補完したり拡張したりするための部分的なプログラムを集めたライブラリ⁴や、アプリケーションプログラムを補助するためのサーバープログラム、ごく基本的な仕事をするのできるユーティリティプログラムなどを含めたソフトウェアの集合体を指して「オペレーティングシステム」という言葉を使う場合もよくあります。たとえば、情報処理実習室で使用されているパソコンは、Microsoft Windows 環境と Linux 環境で利用することができますが、この Windows や Linux といった名前も基本的なソフトウェアの集合体としてのオペレーティングシステムを意味して用いられています⁵。このようなソフトウェ

³オペレーティングシステムは基本ソフトウェアと呼ばれる場合もあります

⁴C 言語における（あらかじめ定義された）関数の集まりのようなものです。たとえば printf 関数や scanf 関数も、このようなライブラリの1つに含まれています。

⁵Linux は、本来はカーネルに付けられた名前ですが、そのカーネルを含めて基本的なソフトウェアの集合体としたものの全体を Linux と呼ぶ場合も多くなりました

アの集合体としてのオペレーティングシステムに対して、その中核となっているプログラムだけを限定的に指し示したい場合には、(オペレーティングシステム) カーネル(核)という言葉が用いられます。

計算機システムの中での、ハードウェア、カーネル、ライブラリ、サーバープログラム、ユーティリティプログラム、アプリケーションプログラムの依存関係の階層は図1のようになります。上に描かれたものが下に描かれたものを利用します。

計算機の資源とオペレーティングシステムの役割

計算機システムの中で限られた数や量(範囲)しか用意されていないものを一般に資源(リソース)と呼びます。前節に挙げた入出力装置などのハードウェアが典型的な資源です。計算機ハードウェアに関する資源には、入出力装置、ハードディスクや CD-ROM などの補助(外部)記憶装置、メモリ(主記憶装置)、CPU(演算・制御装置)などがあります。ハードウェアの他にも、後述する(メモリの)アドレス空間や(ファイル)の名前空間など、計算機のハードウェアと直接的には対応しない抽象的な資源もあります。

オペレーティングシステムカーネルの役割は、このような資源を管理し、アプリケーションプログラムなどのプログラムが簡単に資源を利用できるようにしたり、複数のプログラムが資源を利用する際の交通整理を行うことです。このカーネルの機能はおおよそ次のように分類することができます。

- (1) プロセス(タスク)管理
- (2) メモリ管理
- (3) ファイル管理
- (4) デバイス管理

プロセス(タスク)管理

パソコンの中には限られた数(多くの場合は数個)の CPU しかありません。たとえば CPU が 1 個しかなければ、同時に実行することのできる(機械語)プログラムは 1 つだけのはずですが、現在のパソコンでは、同時に複数のソフトウェア(プログラム)を利用することができます。Web ブラウザで、動きのある Web ページを表示している最中でも、ワープロソフトを使って文書を編集することができるわけです。また、同じプログラムを複数同時に実行することも可能になっています。ハードディスクなどの外部記憶装置に格納されているプログラムが実行される場合、まず、そのプログラム(機械語命令の列)がメモリ上に読み込まれて、それが CPU によって実行されていきます。このような実行中のプログラムのことをプロセスあるいはタスクと呼び⁶⁾、その挙動はオペレーティングシステムによって管理されます。

プロセスが進むためには、そのプログラム(メモリ中に記憶された機械語命令の列)が CPU によって実行されることが必要です。CPU が 1 つしか搭載されていないパソコンでも同時に複数の

⁶⁾「プロセス」と「タスク」を異なる 2 つの意味で使い分けるようなオペレーティングシステムもありますので注意が必要です

プロセスが動作しているように見えるのは、並行して動作している各プロセスに対して、非常に短い時間(たとえば 10 ms)を単位として順番に CPU を割り当て、それぞれのプログラムを少しずつ実行しているからです。CPU が、あるプロセスの機械語プログラムを 10 ms 間だけ実行したら、どこまで実行したかを覚えて⁷ひとまずその実行を中断し、別のプロセスの機械語プログラムを 10 ms 間だけ実行し... ということを繰り返し、ひと回りして順番が戻ってきたら、中断したときの状態からその先のプログラムを、また 10 ms 間だけ実行するというような手法です。

このような手法は時分割(タイムシェアリング)処理と呼び、時分割処理を行うことで、複数のプロセスを並行して動作させることをマルチタスキング⁸、マルチタスキングが行える OS をマルチタスク OS と呼びます。マルチタスキングを行うと、あるプロセスがハードディスクから読み出されるデータを待っている間にも、順番待ちの次のプロセスに CPU を割り当てることができ、CPU という資源を効率よく利用することができます。

以上のようなプロセスの管理はオペレーティングシステムの基本機能のひとつです。オペレーティングシステムが行うプロセスへの CPU の割り当て作業をスケジューリングと呼びます。各プロセスは、下の図 2 のように、実行可能(実行待ち)、実行中、イベント待ちの 3 つの状態を移っていきます。CPU が 1 つしかない計算機では、同時に複数のプロセスが実行中の状態になることはありません。

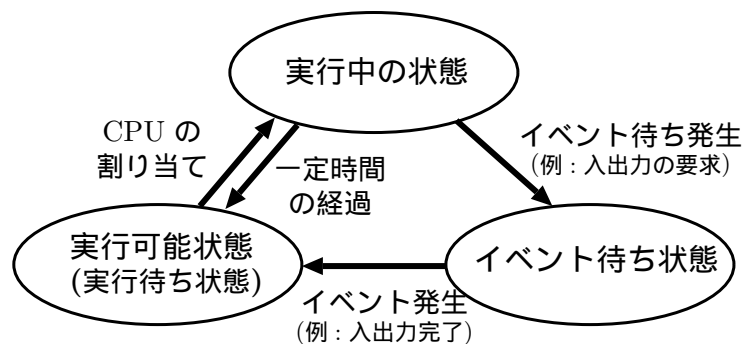


図 2: プロセスの状態の遷移

14.2 演習問題

1. 情報処理実習室では次のような方法で、そのとき存在しているプロセスの一覧を表示することができます。Web ブラウザなどのプログラムを起動して、新たなプロセスが生成されていることを確認しましょう。

Windows 環境 ログオンしている状態で、Ctrl+Alt+Del を押し、「タスクマネージャ」起動して、「プロセス」のタブをクリックする。

Linux 環境 ログインしている状態で、コンソール(端末エミュレータ)を開き、ps aux を実行する。

⁷実際には、どこまで実行したか(CPU のプログラムカウンタ)だけではなく、そのときの各レジスタの値なども覚えておき、そのプロセスにまた順番が回ってきたときに、CPU を以前の状態に戻してやる必要があります

⁸マルチプログラミング と呼ぶこともあります