

今回の内容

2.1 オペレーティングシステム	2-1
2.2 計算機の資源とオペレーティングシステムの役割	2-3

2.1 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とを組み合わせ構築された情報処理のための仕組みを計算機システムと呼ぶことがあります。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、PC の文書作成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、その文書作成ソフトの(機械語)プログラムが働いているおかげですが、この文書作成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。

メモ

この文書作成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ことが必要となります¹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の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。

文書作成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。

¹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。

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、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 (OS²) と呼びます。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ソフトウェアの代表です。

メモ

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³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、情報実習室で使用されている PC は、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⁴。このよう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。

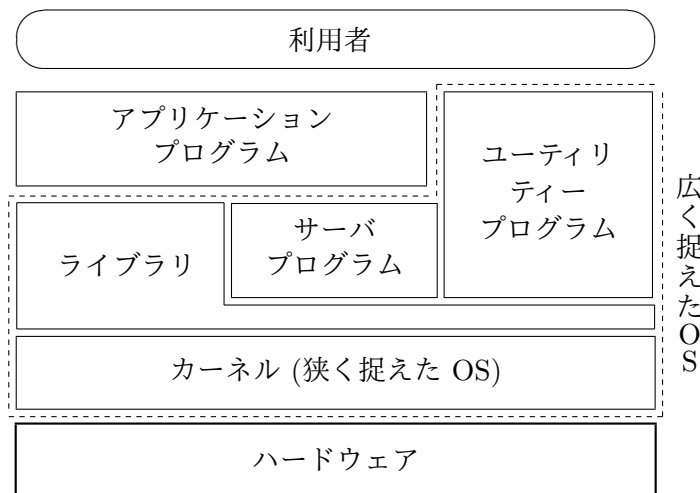


図 1: ハードウェアとソフトウェアの階層

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、サーバプログラム、ユーティリ

²Operating System の略です

³C 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。

⁴Linux 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全体を Linux と呼ぶ場合も多くなりました。

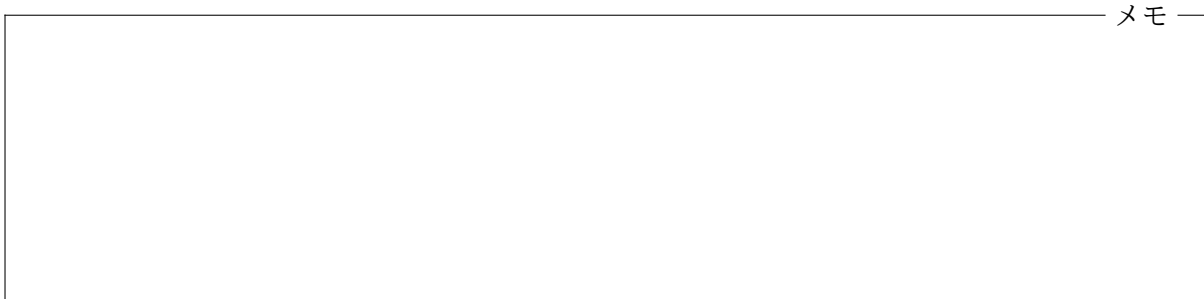
ティプログラム、アプリケーションプログラム (とその利用者) の依存関係の階層は図1のようになります。上に描かれたものが下に描かれたものを利用します。



2.2 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 DVD-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。



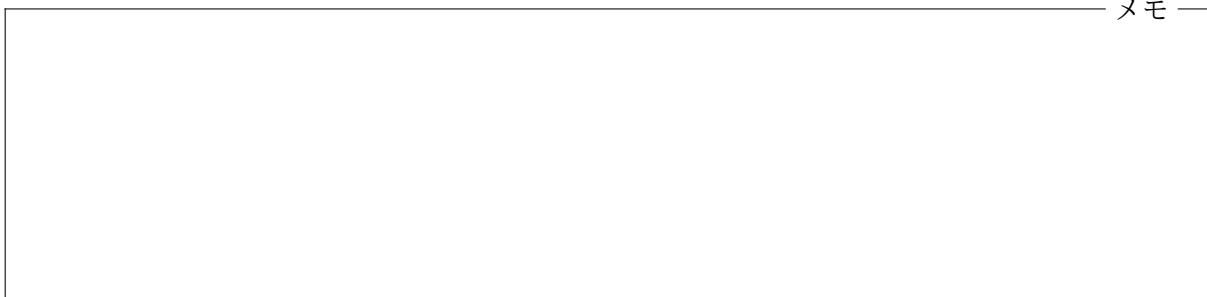
プロセス (タスク) 管理 ハードディスクなどの外部記憶装置に格納されている (機械語) プログラムが計算機上で実行される場合、まず、そのプログラム (機械語命令の列) がメモリ上に読み込まれて、それが CPU によって実行されていきます。この実行中のプログラムのことをプロセスあるいはタスクと呼びます⁵。このプロセス (タスク) の生成 (プログラムの起動) から終了までの流れを管理するのがプロセス (タスク) 管理です。異なるプログラムが同時に実行されることで複数のプロセスとなることもあれば、1つのプログラムが同時に複数実行されて複数のプロセスとなることもあります。

1つのプロセスの動作が進行するためには、機械語プログラム (機械語命令のビットパターン

⁵「プロセス」と「タスク」という2つの用語を異なる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

ンの並び⁶)、それを実行するための CPU、や (仮想) アドレス空間と、それに対応する (物理) メモリ空間 (主記憶装置の一部)、プロセスが読み書きしようとしているファイルや、その他の入出力装置へのインタフェースなどの資源が必要ですので、これらの資源をどのようにプロセスに割り当てるかもオペレーティングシステムの仕事の一部となります。

1 台の計算機には限られた数 (多くの場合は 1 個から数個) の CPU しか搭載されていませんので、同時に複数のプロセスが動作するためには、限られた数の CPU を使って、複数のプロセスを少しずつ並行して動作させていくような仕組みが必要です。



メモリ管理 計算機システム中のプロセスは、機械語命令を CPU に読み込む際はもちろん、読み込まれたデータ転送命令⁷などが実行される際に、メモリ (主記憶装置) 中の特定のアドレスに記憶されたデータにアクセスします。プロセスがデータの記憶に使用することのできる記憶領域全体をメモリ空間と呼び、メモリ空間の中の特定の記憶場所を指定するのに使用されるアドレス (番地) の取り得る範囲をアドレス空間と呼びます。アドレス空間には、実際には使用できない (記憶装置内の記憶領域と対応していない) アドレスも含まれていますが、このことを敢えて無視して「メモリ空間」という言葉を「アドレス空間」と同じ意味で用いることもあります。

1 つの入出力装置を複数のプロセスが使用する場合に交通整理が必要なように、計算機のメモリ (主記憶装置) も複数のプロセスが使用しますので、この交通整理を行うのがメモリ管理です。オペレーティングシステムは、CPU のアドレス変換機構などを使用して、複数のプロセスに対して、独立したアドレス空間 (仮想アドレス空間) を提供することで、各プロセスの使用するメモリ空間が重ならないようにします。



⁶何らかの情報を表現したビット列をイメージ (image) と呼ぶことがあります。たとえば、機械語プログラムを表しているビット列のことを「機械語プログラムのイメージ」と言います。

⁷メモリ (主記憶装置) やレジスタの間でデータのコピーを行う機械語命令を一般にデータ転送命令と呼びます。特に、メモリ中のデータをレジスタにコピーするものをロード命令、レジスタ中のデータをメモリに書き込むものをストア命令と呼びます。

ファイル管理 計算機の(補助)記憶装置(ハードディスクや SSD⁸、DVD などに)格納されたプログラムやデータ等のまとまりの1つ1つを、一般にファイルと呼びます。機械語プログラム、文書、静止画像、動画や音声のデータなど、いろいろな情報が、ある長さのビット列⁹としてファイルに記憶されます。アプリケーションプログラムは、オペレーティングシステムを介してこの内容を読み書きします。DVD-ROM のような読み込み専用の記憶装置(媒体)にファイルが置かれている場合は、当然、その内容を変更することはできませんが、ハードディスクや SSD、フラッシュメモリのように、書き込みもできる記憶装置の場合は、すでにあるファイルの内容を書き換えたり、ファイルを削除したり、あるいは、新しくファイルを作成したりすることができます。これを管理するのがファイル管理です。

計算機の補助記憶装置にはたくさんのファイルを作成することができますが、これらを区別して、1つ1つのファイルを指し示すために使われる名前(文字列¹⁰)全体をファイルの名前空間と呼びます。この名前空間を管理するのもオペレーティングシステムの仕事の一部です。補助記憶装置には、OS がファイル管理を行うための様々情報が、一定の約束事にしたがって記憶されますが、この約束事、あるいは、その約束事にしたがって記録された情報全体のことをファイルシステムと呼びます。



デバイス管理 入力装置、出力装置、(補助)記憶装置などのデバイス¹¹を制御するのがデバイス管理です。オペレーティングシステム上で動作しているプロセスが、これらのデバイスを使用する際の中継役として交通整理をするのはもちろん、オペレーティングシステム自身が、メモリ管理やファイル管理を行うためにこれらのデバイスにアクセスする場合があります。

計算機に接続され使用されるデバイスは多種多様で、その制御方法もまちまちですが、この違いをできるだけ吸収し、各プロセスが統一的な方法でデバイスにアクセスできるようにするのもオペレーティングシステムの役割の一つとなります。

⁸SSD は Solid State Drive の略称で、不揮発性の半導体メモリを利用した記憶装置です。大きさや電気的なインタフェースにハードディスクとの互換性があり、ハードディスクの代りに使用できるものもあります。

⁹多くのオペレーティングシステムで、1つのファイルは1 byte (8 bit) を単位としたデータの列(バイト列)として扱われます。

¹⁰「パス名」などのことです。

¹¹デバイス(device)とは「装置」を意味します。