



## これからの「コンピュータ」教育をいかに行うか

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2013-08-27 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 中村, 直人 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10271/233">http://hdl.handle.net/10271/233</a>

## これからの「コンピュータ」教育をいかに行うか

中村直人

(心理学)

### What is Needed in Computer Education Today?

Masato NAKAMURA

*Psychology*

**Abstract:** In computer education, teachers used to teach students programming languages for understanding the concept of computer. Nowadays, the purpose of computer education has changed from understanding the structure of computer and programming languages to coordinating a variety of softwares.

Since the operating system has become larger and more complicated by including functions that were formerly incorporated in applications, students cannot use the computer until they thoroughly understand the operating system. Then, it is important to have students comprehend the organization of the operating system upon which applications efficiently communicate each other. I term this type of communication a "within-computer communication" that is dependent on an operating system.

In addition, since network system has been momentarily developed, we must understand network system to obtain much more information stored in computers all over the world. It is, therefore, necessary to understand network system, i.e., the communication between computers, in order to have more opportunity to derive information from the internet. I term this type of communication a "between-computer communication" that is relied on a network system.

Thus, these two kinds of communication are necessary for students to utilize computers effectively. Therefore, it is important to teach students the operating system and the computer network system at the same time; the former is a communication tool within one computer, the latter is a communication tool between computers.

**Key words:** computer education, operating system, internet, "within-computer communication", "between-computer communication"

## イントロダクション：コンピュータのイメージ

「あなたはコンピュータが使えますか？」という非常に漠然とした質問に対してどのように答えればよいだろうか。

コンピュータに触れたことが無ければ答えるのは簡単だが、「多分、パーソナルコンピュータ関連のことだろうなあ」と思いながらも、質問した相手やその時の状況でどういう答えが求められているのか頭を巡らせるのではないだろうか。

もし、質問した相手が工学部の先生であればおそらく要求されているのは、「どんなプログラミング言語を使ってプログラムを書いたことがあるか」、「何行くらいのプログラムを書いたことがあるか」、「コンピュータを使って機器を制御したことがあるか」などについての答えであろう。

また、相手が会社の営業部長であれば、「ワープロソフトや表計算ソフトを使って報告書を書けるか」、「コンピュータを使ってプレゼンテーションができるか」などを意図していると思っていだろうか。

もちろん、これは質問を発した相手によりコンピュータの理解のレベルに違いがあるということではなく、各々の分野で要求されるコンピュータの基礎知識の種類が異なるということにほかならない。

では、質問者の意図がはっきりしないとき、あるいは、質問者がどういう人かはっきりしないときにはどうするだろうか。このような場合には回答側が持っている知識のみで質問者の立場や状況を推測しなければならない。上述の「パーソナルコンピュータのことだろうなあ」というのはその一つの例である。

では、「あなたはインターネットが使えますか？」という質問の場合はどうだろうか。

実のところこの質問は、近年の雑誌、TV等で紹介される「インターネット」についての情報に否が応でも接することが多いため、その中で説明されるような「パーソナルコンピュータを使ってネットスケープナビゲータやインターネットエクスプローラーなどでホームページを見たり作成したりしたことがあるか？」と暗黙に解釈されることが多い。大抵の場合、その解釈は質問者の意図とほぼ一致するため、質問者の回答者の間での質問の意図に関するコンセンサスは高い。

コンピュータネットワークの歴史についてある程度知っていれば、インターネットというのはそれまでの「物理的な場所や使用される分野などを包含した意味での特定の領域」で独立して運用されてきたネットワークの相互乗り入れが可能になった形態を指しているのであって、特定のソフトウェアやデータを指しているのではないことは自明である。極端な話、"xxx@xx.x.xxx.xxx"というアドレス（すなわちインターネットアドレス）で電子メールのやり取りをした

ことがあればインターネットを利用していることになるのだが、電子メールは「インターネット」とは別に「電子メール」という独自の地位を獲得しているようである。

また、「パーソナルコンピュータを使って～」という暗黙の了解も質問の意図を限定するのに役立っている。「コンピュータ」という言葉は、家電製品に内蔵されているワンチップコンピュータから果ては数十億円もするようなスーパーコンピュータまで、指し示す範囲が非常に広いのに対し、「パーソナルコンピュータ」はTVコマーシャルや販売店等で普通に見ることができるとイメージしやすい（あるいは、イメージしやすいように情報操作されている）。このイメージしやすさの違いが質問の意図のとりやすさの違いに影響しているのはまず間違いない。

### コンピュータの外と中（見える部分と見えない部分）

「コンピュータ」教育においても同じような曖昧さが生じる。しかしこの場合には「コンピュータ教育とは一体どういうものか」と頭を悩ませるのは受ける側ではなく授ける側（教育する側）である。

コンピュータの概念を説明するために、「中央演算処理装置」、「記憶装置」、「補助記憶装置」などの言葉がよく使われるが、受け手の側はイメージしにくい。それよりも、「このように操作すれば今作った文書データがハードディスクに保存されます」という方が「具体的」に見たり触ったりすることができる分ずっと理解しやすい。

ところが、コンピュータプログラムを学習する場合には具体的なものを見て理解するだけでなく、プログラムそのものを見ながらそのプログラムがどのように動くかを「抽象的」に考えることも必要になる。

例えば、“ $X = X + 1$ （今までの $X$ に1を加えたものを新たな $X$ とする）”というプログラム中の一文を考えてみよう。タイプライターの発展形であるキーボードの制約から“ $X \leftarrow X + 1$ ”などと表記することが出来なかったせいもあるが、「右辺の操作を左辺の値に代入する」という意味での“ $=$ ”は慣れ親しんできた数学的記法とは直感的に相容れない記法である。プログラムの中でこの行に処理が進むまでに“ $X$ ”に対してどのような処理がなされてきたかにより様々に変化する“ $X$ ”を具体的にイメージするのはプログラムが複雑になってくるとなかなか難しい。

我々が既存のコンピュータソフトウェアを使うとき、コンピュータが伝えてくれるのは内部処理の結果として生じた数字であり、文章であり、絵であり、音声である。このように具体物が必要とされるような使い方をするかぎりにおいてはコンピュータの内部でどのようなことが行われているかを知ることは特に必要ではない。この場合、コンピュータを使いこなすために

我々がやらなければならないことは、「目的とすることが使用しているソフトウェアを用いて可能であるか、あるいは全く同じではないが似たようなことが実現可能であるかどうか」を判断することである。これは、「操作の結果として出力されたものと自分が頭に抱いているものがどれくらい一致するか」を判断するということに置き換えることも出来るだろう。先にも述べたように判断するための出力は具体物であるので、一致・不一致の判断は比較的簡単である。もちろん、一致しない場合には、自分の操作に不備があったのか、それとも使用しているソフトウェアでは実現不可能であるのか、を判断する必要が二次的に生ずる。どちらと判断するかは使用者の知識に負っている。

しかし、既存のソフトウェアで実現不可能であり同時に実現の必要がある場合にはプログラムを書く必要がある。この場合にはコンピュータの内部でどういうことが行われているかを知らなければならない。プログラム自体は命令の集まりであるという意味では、プログラム中の1行の命令は既存のソフトウェア上でマウスを操作して行う「データを保存する」などの命令と同じである。違いは、ソフトウェア上の一つの命令はコンピュータ内部でのたくさんの命令の集合体であるということである。さらに、ソフトウェア上の命令というのは日常語に近い形態をとることが多いがプログラム中の命令は日常語から遊離している。例えば、「データをセーブする」一つとってもプログラムの中では「ファイルの名前を設定する」「書き込むデータの形式を決める」「ディスク上に領域を確保する」「ファイルをオープンする」「データを連続的に書き込む」「ファイルをクローズする」などの盛り沢山の命令が含まれている。実際にプログラムを書く場合には、これらの抽象的な命令を組み合わせなければならないため、それなりの訓練が必要になる。

### コンピュータ教育＝プログラミング教育か？

従来、大学等で行われる情報処理教育は、Fortran、Pascalなどのコンピュータ言語を用いてプログラミングの手法を学ばせるというものが主流であった。

筆者の経験では、プログラミングの本質的な部分はそれほど難しいとは感じなかったが、当時つまづきやすいと思ったのは入出力に関する部分であった。プログラムの本質的な計算部分（例えば行列計算など）はともかく、計算に使いたい任意の数値をどのように入力するか、計算の結果をディスプレイやプリンタにどのように表示しようかと考えると、その手続きのプログラムも書く必要がある。筆者が教育を受けた時代は現在のようにパーソナルコンピュータは普及していなかったため大型計算機を使って行っていたが、入出力の部分は「このように書きなさい」と言われたものをおまじないのように書いていた記憶がある。一方、初期のパーソナルコンピュータでは標準入出力が備わっていたため、プログラミングに際しては本質的な計算

部分だけに頭を悩ませればよかったという点が大型計算機を利用する場合との大きな違いであった。

しかしながら、最近ではオペレーティングシステム (OS) が複雑化・肥大化の傾向により、パーソナルコンピュータと言えどもプログラムを書いて入出力の制御することが困難になってきている。もちろん、パーソナルコンピュータ用のプログラミング言語ソフトウェアによる制御も可能ではあるが、その場合に比較的容易であるのはそのソフトウェアの閉じた世界の中の話であって、OSの入出力をプログラミング言語で制御しようとするとは非常に複雑になる。

このように、OSの複雑化・肥大化により、コンピュータシステム内でOSの受け持つ部分が増加していることから、OSがどのようなことを行っているかを知ることがコンピュータを理解する場合に大きな助けとなると言えるだろう。

### 実践的なコンピュータ利用？

プログラミングの敷居が高くなった結果、「コンピュータを使いこなす」ということは「コンピュータのハードウェア・ソフトウェアの構造を知り、自由自在にプログラミングして目的を実現する」ということから「既存のソフトウェアを組み合わせて目的を実現する」ということにシフトしている。

例えば、研究結果を論文にしたり学会発表用のスライド原稿を作成したりする場合にそのためのプログラムを自分で作成することは減多にない。既存のソフトウェアを利用する場合においても、一つのソフトウェアで済ませることは可能ではあるが、ソフトウェアにも得手不得手があるため通常は文章を書いたり、絵やグラフを描いたりすることは各々専門のソフトウェアで行い、出来上がったものをレイアウト用ソフトウェアでレイアウトして印刷したりスライドにするという手順がとられることが多い。

これらのソフトウェアは極度に特殊化された作業を行うためのものではなく、使用者の最大公約数が求める作業を行うためのものである。そのため、当たり前のことであるが、既存のソフトウェアを利用するかぎり実現できることがソフトウェアにより制限を受けることになる。しかしながら、コンピュータのハードウェアが進歩したことにより、今まではコンピュータのハードウェアの処理能力を超えるために実装できなかったようなより専門的な機能が利用できるようにソフトウェア側も進歩している。したがって、ソフトウェアで実現可能な機能と利用者の目的とする機能の間のギャップが狭くなっていると言える。この結果、かなり専門的な作業でも既存のソフトウェアの範囲でこなすことが出来るようになっており、プログラミング言語を学ぶ意義がますます希薄になってきている。

無論、機械制御工学や情報工学等の分野において専門教育としてのプログラミング言語の学

習は必要であるが、他方で文科系の分野や理科系でもプログラミングを特に必要としない分野では、日常の道具としてコンピュータを使いこなすための基礎的な教育が必要とされるのではないだろうか。

## 「使いこなしの教育」

主にパーソナルコンピュータを利用した、プログラミング教育によらないコンピュータ教育には二つの柱が考えられる。

一つは複数の既存アプリケーションを使ってデータを統合するための基礎としてのオペレーティングシステムの概要である。もう一つはインターネットの利用を含めたネットワークの概念である。

各々について以下にまとめてみる。

### オペレーティングシステム (OS)

現在のパーソナルコンピュータシステムはオペレーティングシステム (OS) が肥大・複雑化しているのが特徴である。

このような肥大・複雑化は、1) 今までアプリケーション単位で行われてきた処理のいくつかをOSが受け持つことによりアプリケーション間のデータのやり取りを簡単にするため、2) グラフィカルユーザーインターフェースの使用によるOS内部処理の増大、などが原因となっている。

1) により、一つの統合化されたアプリケーション内で全てのことを処理するのではなく、(使い慣れた) 複数のアプリケーションを組み合わせて同様の処理が可能になる。また、2) では、さまざまな視覚的メタファーを使用することによって初学者でも操作がしやすくなるという目論見により用いられることが多くなっている。特に現在のパーソナルコンピュータにおいては主に使用されているOSのほとんどがグラフィカルユーザーインターフェースを有している。

このようなことから、OSがどのような処理を受け持っているかを理解することは複数のアプリケーションを使う場合の基礎となる。

OSの複雑化により、OS自体の学習項目もまた複雑になっているのも事実であるが、OSのファイルシステムや周辺機器とのデータのやり取り、ネットワークへの接続法等を理解することでコンピュータの仕組みを理解するのに役立つ。

## ネットワーク (インターネット)

現在のコンピュータの利用はネットワークを抜きにしては考えられないところまで来ている。電子メールをやり取りすることはネットワークの機能として理解されることは少ないかもしれないが、ネットワークの根幹となる機能であるとは言うまでもない。

ネットワークの機能は、言ってみれば他のコンピュータとの「通信」が主なる機能であり、その中にはメールなどのテキストのやり取りや、ftpに代表される2値形式(画像その他)のファイルのやり取り、ウェブブラウザに代表されるファイルのやり取りとその表示を一体化させた「通信」機能などが含まれる。

今述べたような、ネットワークで使用することを前提として作られたUNIXオペレーティングシステムに由来する機能のほかにもパーソナルコンピュータのOS独自のネットワークシステムも存在する(例えば、WindowsNT, MacOS等)。

これらの機能を理解することにより、ネットワーク上で数多くのコンピュータがどのように接続され、動作しているかを理解することが出来る。

## OSに関する教育における問題点

最近の複雑化・肥大化以前には、OSはアプリケーションを起動するためのプラットフォームとして理解されてきた。したがって、アプリケーションが起動してその中で作業をしている場合にはOSを意識する必要はほとんどなかった。

ところが、現在の複数のアプリケーションを組み合わせるような状況では、背後で動いているOSの仕組みを理解することなしには済まなくなっている。

一つの例として、データの「コピー&ペースト」という作業がある。ワープロなどで特定のテキスト部分を選択してコピーし、表計算ソフトに貼り付ける(コピーする)ことは普通に行われている。この「コピー&ペースト」はOSが受け持っている。コピーされたテキストはその修飾情報共々OSが確保している特定の部分に一時保存され、別のアプリケーションに貼り付けられるのを待っている。保存されているテキストは、貼り付けられるアプリケーションの能力により決まった形式で貼り付けられる(例えば、修飾情報を取り扱えないようなアプリケーションはテキスト情報のみが貼り付けられる)。

このように、普段あまり意識しない部分でOSが活躍しているにもかかわらず、使う側は今までのようにOSをプラットフォームとしてしか見ていないことから、さまざまな問題が生ずる。一番大きな問題は、トラブルが生じた場合にその原因がアプリケーションに起因するものかOSに起因するものかの切り分けが難しくなることである。この問題を出来るだけ回避する

ためにはOSについてある程度知識を持つことが不可欠になる。

以下、持つべき知識として挙げられるのは、

・ファイル管理がどのようになされているか

ファイルの呼び出しと保存の方法を知ること

ディレクトリ構造がどのようになっており、ファイルの在りかを見つけるためにどのようにたどっていけばよいかを知ること

・アプリケーション間でのデータのやり取りがどのようになされているか

クリップボードを経由したデータのやり取りについて知ること

アプリケーション間でデータの静的なやり取りをする場合と動的なやり取りをする場合の違いを知ること

・プリンタなどの周辺機器とどのようにデータをやり取りしているか

周辺機器がコンピュータと物理的にどのように繋がっているかを知ること

ドライバの概念を知ること

周辺機器をどのように設定すればよいかを知ること

周辺機器からのファイルの入力、周辺機器へのファイルの出力の方法を知ること

・ネットワークにどのように繋がっているか

コンピュータどうしが物理的にどのように繋がっているかを知ること

クライアントとサーバーの概念を知ること

コンピュータどうしのデータの移送の方法を知ること

・初期設定がどのような値になっているか

初期設定とは何かを知ること

初期設定の値とそれが反映する効果を知ること

等である。これらのほとんどがユーザーインターフェースにかかわる部分であり、理解することによってトラブルの原因の切り分けがかなり軽減されるはずである。

## ネットワークに関する教育の問題点

ネットワークについて教育する場合に特に問題となるのは、ネットワークで接続されているコンピュータが必ずしも同じ仕様になっていないという点である。

大抵の場合、情報処理教育の実習では一つの教室内で数十台の全く同じ仕様のコンピュータを用いて行われる。しかしながらネットワークについて教育する場合、特にインターネット教育が含まれる場合には、異なった仕様のコンピュータが接続されることを念頭においてなされなければならない。インターネットでは、接続されるコンピュータは決まった接続形式の仕様を満たしていればどのようなものでも構わないため、スーパーコンピュータ、UNIXワークステーション、WindowsNT、マッキントッシュ等のコンピュータが混在している。コンピュータの種類によってOSも異なり、用いられるファイル形式も異なれば、ユーザーインターフェースも異なる。全てのコンピュータについて教育することは当然無理である。しかしながら、異なる仕様のコンピュータを接続されるのが前提であるから、どのようなコンピュータでも対応できるような核となるデータの形式が存在する。そのため、ここではどのような形式のデータであればどのようなコンピュータでも共通に扱えるか、ということを経験するのが重要である。例えば、「機種依存文字」というコンピュータ(OS)の種類によって漢字コードと表示される文字の間の不一致がある。Windowsで問題なく表示されるのでその文字を使ってメールを出すとマッキントッシュでは「意味の分からない(「読めない」)のではなく、文脈にそぐわない)文字になってしまう。このような単純なことから、各アプリケーションで保存されるファイル形式や、ネットワークのトラフィックを軽減するために用いられるファイル圧縮の形式など、同じネットワーク上で繋がっているほうが不思議なくらいに不一致の部分は多い。したがって、さまざまなコンピュータで共通に扱える部分を教えると同時に、ネットワークに接続するという共通な形式を使っていく限りにおいてさまざまなコンピュータがお互いに歩み寄った、ある意味では「不便を強いられる」形態であるということも認識させることが大事である。

このようなことから、WWWを利用した教育用システムの構築の試みも報告されている<sup>1, 2)</sup>。

そのような中で、ネットワーク(インターネット)を理解するのに役立つと思われる項目は、

### ・インターネットの成り立ち

さまざまなサーバーについての簡単な知識を持つこと

ドメインネームについて知ること

インターネットが「パケットリレー」であることを知ること

・接続方法

I Pアドレス、ゾーン等の概念を知ること

接続の形態（常時接続、P P P接続等）の種類についての簡単な知識を持つこと

・電子メール

メールアドレスについて知ること

S M T P、P O Pサーバーについて知ること

コンピュータの機種に依存しないための約束事を知ること

メーリングリストについて知ること

ネチケット（ネットワーク・エチケット）について知ること

・telnet

telnetサーバーについて知ること

unixシステムのディレクトリ構造の概観を知ること

基本的なunixコマンドについて知ること

・ftp

取り扱うことのできるファイルの種類を知ること

名前の付け方のルールを知ること

anonymous ftpについて知ること

・www

ウェブブラウザの成り立ちを知ること

plug-inとhelperアプリケーションについて知ること

セキュリティー（個人データの漏洩）について知ること

等である。

インターネットを利用する場合、自分の環境のみならず他の直接目にすることが出来ない環境についてもある程度知っておくことが必要である。これらを理解することにより将来的にコンピュータどうしてさまざまなやり取りをするときの助けになると思われる。

## ま と め

オペレーティングシステム(OS)はハードウェアの進歩とともに複雑化・肥大化している。さまざまなアプリケーションや周辺機器とのデータのやり取り(ネットワーク)という場面におけるOSの役割をかんがみて、OSの仕組みについての教育の重要性を示した。

また、情報収集の手段として、インターネットが研究から趣味まで様々に利用されるようになったが、自分の使っているコンピュータでは他のコンピュータの情報が取り込めない場合が生じている。そこで、ネットワーク(インターネット)の教育を行うことにより、コンピュータシステムの種類によらないデータのやり取りの重要性と制限について知り、さまざまな場面で利用できることが期待される。

このように、「通信」をキーワードとして、コンピュータ内でのアプリケーション同士によるコンピュータ内通信の基盤としてのOS、コンピュータ間の通信の基盤としてのネットワーク(インターネット)の知識が現在のコンピュータ教育の2つの柱であると考える。

## 引用文献

- 1)富士 隆(他)：WWW利用による教育体系作成支援システムの開発，情報処理学会論文誌 38(11)：2370-2381，1997.
- 2)岡田 稔，櫻井 桂一，岩田 晃：教育用大規模分散型WSシステムの一構成方法，情報処理学会論文誌 37(12)：2447-2456，1996.

Received on December 9, 1999

Accepted on February 16, 2000