

## 情報教育とコンピュータの理解

財団法人九州システム情報技術研究所長

九州大学名誉教授

牛島 和夫

### 1. はじめに

いよいよ2003年度（平成15年度）から、新しい教育課程が展開される。この課程のキーワードは「生きる力」である。自分の時間を自ら計画して有効に使う能力が求められているのだ。その力が将来にわたって、自ら学び論理的に考え、自ら判断し実行に移す能力に繋がる。情報時代には「読み書きそろばん」に加えて「情報活用能力」が必須となってきた。ここで「加えて」と書いた。読みと、書きと、計算力とは、一応独立した能力と考える。「情報活用能力」は果たして、これらの能力と独立しているのだろうか。

我々の周りに様々な情報機器が存在し、それがネットワークに繋がって、我々はこれまでには想像すらできなかったような膨大な情報に向き合うことになった。そして、ネットワークを介して世界に情報を発信することができるようになった。情報技術の進歩は著しく、10年も経てば、現在からは想像できないような情報活用手段と情報とが提供されるだろう。それらを評価して適切に活用できるかどうか。大量の情報から、必要な情報を正しく読みとり、ネットワークに繋がった世界に正しく発信し、正しい情報に基づいて推論し判断する。これがこれからの情報環境における「読み書きそろばん」である。

新設された普通教科「情報」は、その意味で新教育課程の目玉である。普通教科「情報」では、直接的には高等学校教育の中で他教科を自ら学び、自ら

考えるための情報活用能力をつける。大学の立場から見れば、大学に進学を希望する生徒たちに、高等教育を受けるに足る情報活用能力をつけてきてほしい。普通教科「情報」を受講した最初の高校生が進学してくる2006年以後、「情報」の素養なくしては満足に大学教育に参加できないことになろう。このことはまた、大学のカリキュラムに変革をもたらす。大学は現在、「情報リテラシー」等の科目を初年度生に対して用意しなければならない。これが不要になる。あるいはもっと高度のものに置き換えることができるようになる。「情報」の素養は全学問分野にとって不可欠である。

### 2. 変化の激しい情報技術

情報技術の進歩は著しく速い。マイクロプロセッサの性能は10年で100倍になっている。ネットワークの伝送容量もキロビットからメガビットに移り、最近では大量のマルチメディアデータを運ぶために、ギガビット網を早急に整備する必要があると論じられている。しかし、コンピュータの動作原理の基本は変わっていない。コンピュータを構成する要素の性能が向上したり小型化したりして要素間のバランスがどんどん変わり、新しい応用を次々と見つけているのである。

ハードウェアを構成する要素は、それぞれ比例的に能力を向上させているわけではない。昨日は外部記憶装置にしまっておかなければならなかった情報を、今日は主記憶装置の上にとっくりおいたままで

処理できるようになっているかもしれない。ネットワークの容量が格段に大きくなれば、情報を中央のサーバーにしまっておいて必要に応じて取ってくれば、手元のコンピュータにはそれほど大きな外部記憶装置が必要ないことになるかもしれない。したがって、目前にある情報機器を操作できるようにするだけの教育では、数年経たないうちに使い物にならなくなってしまう可能性が高い。情報の本質を学ぶと共に情報手段の基本原則を学ぶことによって、情報技術が変化してもそれを当然と受け止め、適切に対応することのできる素養を身につけることが求められる。

### 3. 道具としてのコンピュータ、 至る所にあるコンピュータ

我々が使う道具には、動作原理を知らなくても使えるもの、動作原理を知らなければ使えないもの、動作原理を知っていればより巧みな使い方ができるものがある。テレビは動作原理を知らなくても視ることができる。ヨットを風上に向けて帆走させるには力学の知識が必要だ。釘抜きを使うのにてこの原理を知っていたらより巧みに使うことができる。

コンピュータの動作はプログラムによって決定される。物理法則に支配されているわけではないから、次の動作を物理的な直観で予測することができないという特質がある。コンピュータがほかの道具とは根本的に違うところだ。

家電をはじめ、我々の身の回りにあるほとんどの工業製品の中枢部品としてマイクロプロセッサが使われている。自動車も車内に光ファイバーが張り巡らされマイクロプロセッサが活躍している。一方、コンビニエンスストアのチェーンや宅配便のシステム、座席予約システム、道路管理システムなど、我々の生活に必要な様々な社会システムの中枢で、ネットワークに繋がったコンピュータが重要な役割を担っている。情報社会の中枢にコンピュータが位置し、そのコンピュータを通して様々な意志決定が行われ、社会システムの運用が図られているのに、大多数の市民にとってコンピュータがブラックボックスのままが良いのだろうか。そうならないために、コンピュータの仕組みや動作原理について基本的な知識を一般市民が持って、みんなが社会システムに対して意見を言える社会を築く必要があるのではないか。

動作原理が分かっているならば、新しい情報機器に出

会ってもおおよその設計原理を推測することができる。説明を聞けば納得することもできる。時には納得できない無理な使用を強いているかもしれない。そんな場合にはおかしいと疑義を差し挟むことが必要である。社会システムに対しても同様である。窓口の向こうの担当者が、これはコンピュータで処理していますのでと強弁するようなシステムの存在を許してはいけない。コンピュータの都合で人間に不必要な操作を強いるようでは、システムとして落第だ。そのことを見抜いて使わされる立場から情報システムの構成に異議を申し立てたり、新しい提案をしたりすることができるようになることが望ましい。そのような態度を情報教育によって身につけることが、21世紀に「生きる力」を蓄えることになると確信する。

### 4. 普通教科「情報」における動作原理の扱い

普通教科「情報」は3つの観点「情報活用の実践力」「情報の科学的理解」「情報社会に参画する態度」から構成されている。3つの科目、情報A・情報B・情報Cのいずれかの科目が必修とされている。

- 情報Aは「情報活用の実践力」に重点をおいて、他も必ず触れる。
- 情報Bは「情報の科学的理解」に重点をおいて、他も必ず触れる。
- 情報Cは「情報社会に参画する態度」に重点をおいて、他も必ず触れる。

とされている。コンピュータの仕組みや動作原理を扱っているのは「情報の科学的理解」だから、情報Aや情報Cでの扱いは教科書で数ページにすぎない。

普通教科「情報」はこれまで存在しなかったから、それを担当する教員を養成する課程も存在しなかった。教員がないのに普通教科「情報」を始めようと言うのだ。そのために、2000年から各都道府県教育委員会によって情報教員の促成的養成が3週間の日程で行われ、2003年の開設に何とか間に合わせようという努力が行われている。このような状況の中では、コンピュータの動作原理を三つの科目すべてで本格的に扱うのは無理であろう。しかし、情報Aや情報Cを担当する教員にも、コンピュータの動作原理を理解した上で教育に当たってもらいたいと願っている。教科書ではたった数ページしか触れていないからと言っても、生徒たちはそこからなぜだろ

うという疑問を発して来るかもしれないのだ。そのような疑問を持つことこそ「生きる力」を育む格好の場である。

## 5. 動作原理を学ぶ手段

筆者の勤務する研究所では、「ITマスター入門編—ロボットで学ぶコンピュータのしくみ」という教材を開発し、教育現場での利用を待っている。これは、情報技術に対する一般市民の基本的な知識が十分でないことに鑑み、コンピュータと正しく上手に付き合い、誤った認識や使用方法による混乱を防ぐために、情報技術に関する基本的な知識を一般市民が身につけておくことが重要であるという考えに基づいて完成させたものである。

この教材は、Webブラウザを使って読む電子教

科書の体裁を取っている。電子教科書のホームページを開くと「ロボットで学ぶコンピュータのしくみ」と表示されるので、これをクリックすると、各単元に対応する目次が表示される（図参照）。各単元では、コンピュータの仕組みを学習するために、移動ロボット（図の左上参照）を使う。ロボットは移動のための車輪と障害物を検知する2本の触覚を持ち、コンピュータ（図左下）を内蔵している。ロボットの前面にあるキーによってロボットへの動作指令を入力する。移動ロボットは、シミュレータによってWeb画面上を、生徒が作成したプログラムに従って動作する。

ロボットを移動させるプログラム実験を通してコンピュータの仕組みを学習する。カリキュラムは、  
(1) コンピュータの基本構成と移動ロボットとの  
関係

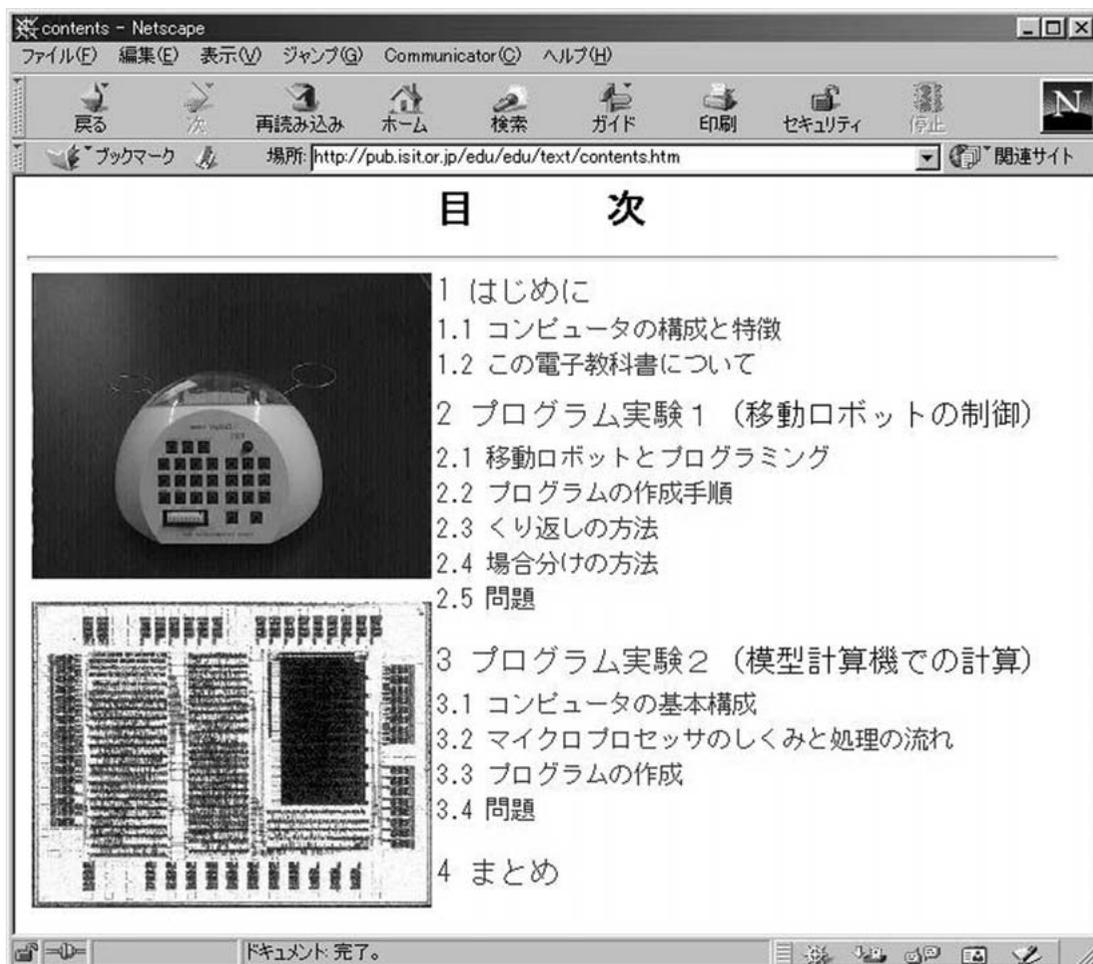


図 電子教科書

- (2) 移動ロボットの基本命令
- (3) 移動ロボットの制御命令
- (4) 応用問題

の順に構成している。生徒は電子教科書で学習しながら「考え、プログラムを作り、移動ロボットを動かして、意図通りに動いたか確認する」ことを繰り返すことによってコンピュータの原理を学ぶことができる。

移動ロボットはシミュレータだけではなく実機も用意している。実機は触覚を除いて直径14cm、高さ9cmのかわいいおもちゃである。実機を使えば生徒の興味をさらに引きつけ、いっそう学習効果を上げることができるようにしている。

ITマスター入門編の目的は、中学生や高校生に「コンピュータは故障でない限りプログラムされたとおりに動作する」という原理と、その基本知識となる「プログラムによる情報機器の制御」「プロセッサとメモリの働きと役割」を理解してもらうことにある。学習を通して「コンピュータにできそうなこと、できそうもないこと」を直観的に判断できる洞察力と、コンピュータの故障原因を想定し、合理的に対処できる力を養う。

生徒自身によるプログラムの作成と、シミュレータ（動く教材）を使った実際の振る舞いの観察を通して「思考、入力、実行、確認」の流れを繰り返すので、体験に基づく学習が可能となる。また、生徒の意図や方針がプログラムとなって、それがシミュレータ上に「動き」として視覚的にかつリアルタイムに提示されるので、生徒がプログラムに込めた意図を先生は把握できる。これによって、生徒の個性を引き出す授業も可能となるだろう。

ITマスター入門編の有効性を検証するために、主として福岡県の中学生を対象に実験授業を何回も実施してきた。パソコンは1人1台の教室で、生徒たちは自分のブースで自習ができるようにし、となりの生徒と相談したり先生に質問したりしながら楽しく授業が進行する。生徒たちへのアンケートの結果、決して簡単ではない内容にも拘わらず、95%の生徒たちが理解できたと答えている。その理由としては、電子教科書、特にシミュレータが面白かったとの感想が多かったことから、シミュレータに対する興味の持続によって学習効果を上げていることがうかがえる。生徒たちが実体験を通して理解を深めたこと、能動的に学習できたことが大きな要因のようである。

## 6. おわりに

コンピュータの動作原理を理解し、特定の問題解決に適用可能なアルゴリズムという概念について体得し、またアルゴリズムを具体化したソフトウェア(コンピュータ・プログラム)について具体的な知識を得ることにより、論理的、抽象的な思考の訓練を行うことができる。この論理性、抽象性は、数学の持つそれとは異なる性格も持ちながら、相補う関係にある。

ITマスターのように簡単なコンピュータ・プログラムを自ら設計し、作成し、実行するという体験を経ることにより、創造的にものを設計・開発し、その成果物が現実の世界に実体的に働きかけるという経験を得る。これは他の人工物の設計や作成では、簡単には実現できない体験となる。

情報手段・コンピュータの動作原理を理解するには、プログラムを作る経験をするのが早道の1つである。その指導方法や指導体制の現状を鑑みれば、すべての「情報」科のカリキュラムにこれを直ちに採り入れることを主張したわけではない。

本稿でITマスター入門編を紹介したのは、これを教材として使っていただくこともさることながら、コンピュータの原理に詳しくない「情報」科教員に、例えばこの教材を使ってコンピュータの原理を分かっしてほしいからだ。情報Aや情報Cにはコンピュータの動作原理に関わる内容はほとんど含まれていない。しかし、これらの科目を担当する教員にはそれを理解した上で教育に当たってほしい。ITマスター入門編は、平成11年度IPA（情報処理振興事業協会）の情報学習サポート事業の一環として、当研究所が開発した。詳細は、

<http://www.isit.or.jp/pub/edu>

を参照していただければ幸いである。

コンピュータの設計やプログラム作成の背景にはそれらを基礎から応用まで研究する学問分野が存在している。情報技術の高度化と普及によって、情報の学問は単に情報や情報手段に関する学問ではなく、数学や物理学などのように、広く科学方法論の基礎を与える基礎科学として必須の学問分野となりつつあることを、高等学校で「情報」科を担当する教員に認識してもらう必要がある。高校生の中にはこの学問分野に興味を持ち、将来の自分の職業と結びつけようとするものもあるだろう。