

高校生のための情報表現教育

小林 修

kobayashi-osamu@personal.email.ne.jp

大岩 元

ohiwa@sfc.keio.ac.jp

慶應大学環境情報学部

武井 恵雄

takei@ics.teikyo-u.ac.jp

帝京大学理工学部情報科学科

中等教育における情報表現教育の在り方について提案する。情報教育には、コンピュータの教育利用の立場とコンピュータ自体を教え情報活用能力を育てる立場があるが、両方に立脚すべきであり、この考え方にに基づき、教育現場の実状に配慮して、高等学校情報科のカリキュラムを提案する。

Digital Literacy Education for High-school Students

KOBAYASHI Osamu

OHIWA Hajime

Department of Environmental Information, Keio University

TAKEI Shigeo

Dept. Information Science

School of Science and Engineering, Teikyo University

We propound digital literacy education for high-school students. We discuss what computer education is : education with computers and education on computers, and on those two concepts digital literacy should be based. We also put them to a concrete curriculum of digital literacy for high-school students.

情報処理学会では、かねてより情報処理教育カリキュラム調査委員会を設け、高等教育における情報処理教育の在り方について調査・研究を続け、多くの提言を行ってきた。また、同委員会初等・中等教育分科会及びコンピュータと教育研究会では、初等・中等教育における情報教育の現状や在り方についての議論を重ねている。

一方、行政においても、1996年に教育課程審議会が始まり、1989年に告示された現行教育課

程の改善に向け大きく動き出し、1997年11月には、「情報化の進展に対応した初等中等教育における情報教育の推進等に関する調査研究協力者会議」が「体系的な情報教育の実施に向けて」と題する報告を行った。

情報処理学会では、1996年8月に初等・中等教育における情報教育についての提案を行っているが、最近の情勢に鑑み、1998年2月に2回目の提案を行った。

初等・中等教育における情報教育の提案（平成10年2月）

情報処理学会 情報処理教育カリキュラム調査委員会 初等・中等教育分科会

I. はじめに

情報処理学会では平成8年8月に文部省に対して「初等・中等教育における情報教育の提案」を行った。その内容は、小学校においては各教科の中でコンピュータの利用を奨励すると同時に、無理に使用を強制することにより悪影響が出ないように配慮すること、中学校においてはコミュニケーションのためのコンピュータの使用、特にワープロを使用して1万字以上の論文作成を系統的作成を行なわせること、高等学校においてはプログラミング体験に基づくコンピュータの理解とコンピュータの構成を教育することであった。

その後、教育課程審議会によって「教育課程の基準の改善の基本方向（中間まとめ）」が発表され、教育における「情報化への対応」の基本方針が示された。また、「情報教育」協力者会議から「体系的な情報教育の実施に向けて」という第1次報告が発表されて、その具体的な方向づけが行なわれた。

本提案は、協力者会議の第1次報告の内容を情報科学(Computer Science, Informatics)の専門学会としての立場から咀嚼し、その精神を具体化したものである。

今回の提案では、内容を高等学校の教育にしぼることとした。前回も、小学校については具体的な提案を行わず、中学校については、論文作成を題材にしてワープロで系統的に文書を作成する教育することを提案した。しかし、この内容は本来国語科で行なうべき事であり、そちらに委ねることとした。

協力者会議では、中学校段階として、技術・家庭科の中で「情報基礎」（必修）として情報手段の特質と活用、身近な情報技術の役割、情報モラル・マナー、著作権を、「情報応用」（選択）としてコンピュータの仕組、プログラミング、計測・制

御技術、ソフトウェア応用をその内容として例示している。

これらの内容はヨーロッパ諸国では前期中等教育において既に行なわれていることであり、わが国でも実行すべき事である。しかしながら、これだけ豊富な内容を技術・家庭に割当てられた時間内で効果的に行なうのは、極めて難しいと考えられる。

また、この内容を実行するには、教師養成を慎重に行なう必要がある。残念ながらわが国においては、情報科学の教育・研究が遅れており、教師教育は情報科学の立場からはほとんど行なわれていないと言ってよい。こうした状況の中で、技術・家庭科の枠組の中で本格的な情報教育を行なっても、不徹底のためにコンピュータ嫌いを生む恐れが大きい。

情報教育には、コンピュータを教育に応用して効果を上げるという立場と、コンピュータ自体を教えることによって情報活用能力を育て、必要な場面でその力が発揮されることを期待する立場とがある。前者を教育方法学の立場、後者を情報科学の立場と呼ぶことにしよう。協力者会議の内容は教育方法学の立場に立つものであり、情報科学の立場からは基礎と応用の内容は入れ替わることになる。

この二つの立場のどちらか一方に立つことは、望ましくない。応用する場面と無関係にコンピュータの原理を教えても、コンピュータに興味を持つ生徒以外には迷惑である。現在、数学嫌いが多く生じているのも、生徒から見てどこで役に立つのか分からない代数演算の運用(例えば因数分解)を強制するからである。一方、現在多くの大学で行なわれているように、ワープロや表計算の使い方を教えるだけの教育も、変化の激しい情報技術に対しては早々に陳腐化が起こって教育的でない。コンピュータのような複雑な道具に対して

は、その基本原理の確実な理解があつて初めて、実際の応用の場面で活用することが出来るようになるのである。

以上の理由によって、情報処理学会としては、技術・家庭科の中で行なう「情報基礎」に関しては、この科目の枠組の範囲内で、情報技術を利用することを技術・家庭科の教育者の判断で行つてほしいと思う。現在協力者会議で提案されている内容を実現するのは理想であるが、これは次回の教育課程の改定において、独立教科としての情報科を確立した上で行なうべきであると考えられる。

一方、高等学校については、情報科の設置が教育課程審議会でも提案されている。我々はこの内容として情報A、情報B、情報Cの3科目を提案する。情報AとBは選択必修としてどちらかの科目を全ての生徒が学習することを想定している。情報CはBを選択した生徒が更に学習を深めるために学習する内容である。いずれも、高等学校で2単位の課目として実行可能な内容に精選しており、同時に情報教育の目標である情報活用の実践力、情報の科学的な理解、情報社会に参画する態度を養えるものであると確信している。

情報BとCの内容は、米国の情報処理学会である Association for Computing Machinery(ACM)の提案する高等学校における Computer Science の教育内容とほぼ一致するものである。この教育を行なうためには、情報科学の素養を持った教員が必要である。即ち、情報科の教員養成にあたっては、情報科学を基礎にすえ、教育学に関する知識と訓練を与えなければならない。このための体制を急い

で確立する必要がある。

情報Aはこれに対して、情報科学の深い知識を持たない教員でも実行可能な内容となっている。現職の教員でコンピュータ使用の経験が十分あれば、講習会を受講することによって、教育が行なえることを想定している。ただし、講習会は、情報科学に関する十分な素養を持った講師によって行なわれなければならない。大学の情報科学科、情報工学科の教官や、こうした学科の卒業生の中から、情報科学の素養を持った人材を選んで、これを行なわせるようにしなければならない。

情報Aの内容は、インターネットを中心とする電子情報ネットワークを使いこなすことを教育目標としているが、この教育を通じて情報科学の基礎概念を植え付けることを狙っている。

例えば、情報通信ネットワークの基礎概念として、階層モデルがある。AとBの二者の間で情報の交換を行なうのに、音声を使うのであれば、図1のように、文字を使うのであれば、図2のようにモデル化することができる。両者の間で交換したい情報は意志であるが、それをことばとして表現したものを伝える媒体が空気であれば音声で(図1)、紙であれば文字で(図2)で表現することになる。各層は、それぞれの上下の層とは関係を持つが、それ以外の層とは独立である。従つて、同じ情報を伝達するのに、音を使つても、文字を使つても可能となるのがこれらの図から分る。

このモデルは単純なものであるが基礎的なものであり、これを理解することによって通信システムの複雑なモデルも容易に理解できるようにな

図1 音声による情報交換

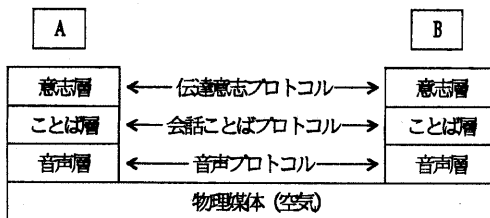
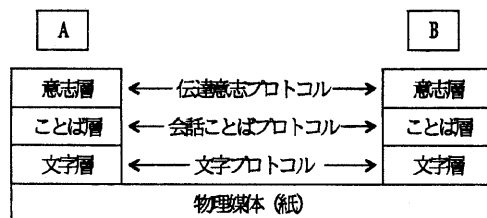


図2 文字による情報交換



る。

ACMのComputer Scienceカリキュラムには、この分野に頻繁に現われる12の頻出概念が示されている。これらの概念はWebページの作成にも現われてきており、その理解があれば、作成における問題点が容易に克服される。

例えば、有効な概念の一つに「バインディング」がある。これは、抽象概念に余分な性質を付加することにより具体化することを意味している。ワープロで作ったファイルは表計算ソフトで読むと文字化けして読めない。ワープロのファイルは、ファイルという抽象的な情報の入れものに、文字の情報だけでなく書式情報をつけ加えたものである。これに対して表計算ソフトのファイルには、文字情報の他に表形式で表現するための制御情報がついている。このために、自分用に作られたファイルは正しく読めても、相手のファイルは読めないことになる。

このように情報科学の基礎概念は、応用ソフトを使う場合に生じてくる理解しがたい現象に対して正しい解釈を与える。このように情報科学に基づく深い知識とその理解は、コンピュータを用いた情報機器を使いこなすのに必要な能力を形成するために極めて有効である。

II. 学習指導要領の提案

高等学校における情報教育

教科名：情報

第1款 目標

情報を適切に判断したり、分析・評価するための基礎的な理論や手法、情報手段のより選択的な活用、情報や情報技術が人間や社会に及ぼす影響、特に情報化の「影」の影響を克服するために必要な知識を与える。

第2款 各科目

第1 情報A

1 目標

電子情報ネットワークなどから得られる多様な情報の中から、自分に必要な情報を選び出し、利用できる能力を育てる。また自分の主張を電子情報ネットワーク上に発信し、他人に伝えられる能力を育てる。これらの活動を通じて情報科学の基礎的概念を体験的に理解させると同時に、電子情報ネットワークとコンピュータ利用の基礎となる概念モデルの形成ができるように配慮する。

2 内容

- (1)電子情報ネットワーク上の情報を読む
ブラウザの使用と検索システム
表現の意図を読み取る
発信者の要求に答える
- (2)発信したい情報を設計する
編集作業の方法
メールの受発信、ニュースの受信と投稿
豊富な内容の文書の作成
- (3)電子情報ネットワーク上に情報を発信する
Webによる発信
- (4)電子情報ネットワークの成立ち
情報量の単位としてのbit
2進表示による文字、数字、音、画像の表現
電子情報ネットワークの構成
コンピュータの構成(入出力、記憶、演算)
ソフトウェアの役割
- (5)電子情報ネットワークと社会
ネットワーク利用における倫理
情報の信憑性
プライバシー保護と情報公開
知的財産権
ネットワーク上の犯罪とセキュリティ

3 内容の取扱い

- (1) 情報検索に際しては、集合演算の概念を用い、検索対象に対し和集合、差集合、共通集合などを得る演算を行い、望みのものを的確に指定できることを実地に学ばせる。
- (2) ブラウザを通じて得られる情報に対して、

メディア理論に基づき発表者の意図を読み取る方法を学ばせる。従来のマス・メディアと違って、編集による情報の選別を経ずに送られてくるネットワーク情報を信頼するにはどうしたらよいかを考えさせる。

- (3) アンケートなど、Webの発信者が求めている情報に応答する方法を学ばせる。
- (4) 文字入力を行なう場合、目の健康面に配慮してタッチタイピングの方法を教える。
- (5) 編集作業は、鉛筆と消しゴムのような従来型筆記具の代替で考えられる方法(キー入力、カーソル移動、バックスペース・キーの使用など)だけでなく、範囲指定による移動や複写の機能など、電子編集に特有な編集方法も教える。
- (6) 豊富な内容の文書の作成では、伝えたいことは何か、それをどのような手段(文章、図、音声、映像等)で伝えるか、どのような順序や配置で伝えるかなど、いわゆるマルチメディア文書作成の方法を学ばせる。
- (7) 編集作業の方法と、文書作成の方法は密接に関連づける必要がある。
- (8) メールやニュースの発信に際しては、受け手の立場を考えることを強調する。
- (9) Webによる発信にあたっては、伝えたい受信者の範囲を想定して効果的に内容を伝える方法を考えさせる。また、発信内容を公開する場合は、全ての人が見る可能性を考慮して、知的所有権、プライバシー保護等に注意を払う。
- (10) 電子情報ネットワークの成立ちに関しては、ネットワークとコンピュータの概念モデルを与えることを目標とし、ネットワーク利用に必要な程度の入門的部分のみをとりあげ、技術的細部を扱うべきではない。
- (11) 電子情報ネットワークと社会に関しては、ネットワーク利用に密着してそれぞれの問題点を扱い、従来の個人間の通信やマス・メディア等による情報伝達との違いを理解させる。

第2 情報B

1 目標

コンピュータ上では情報がどのように表現されているか、情報はどのような仕組みで処理されるのか、ハードウェアとソフトウェアはどのような関係にあるのかを理解させ、コンピュータの概念モデルを与える。特に、プログラムの役割を理解させることによって、コンピュータの可能性と限界を認識させる。コンピュータが通信システムによって結合された電子情報ネットワークの利用を通じて、情報技術が社会にどのような影響を与えるかを考えさせる。

2 内容

(1)コンピュータの構成

コンピュータの機能(入出力、記憶、演算) 記憶装置(番地と内容)とプログラムの実行オペレーティングシステムの役割

(2)プログラムとは何か

アルゴリズムとプログラム

入出力、接続、繰り返し、条件分岐

コメントによる処理目的の明確化

(3)電子情報ネットワークの利用

ネットワークの階層的構成とプロトコル

ブラウザの使用と検索システム

メールの受発信、ニュースの受信と投稿

電子情報ネットワークへの発信

(4)電子情報ネットワークと社会

ネットワーク利用の倫理

情報の信憑性

プライバシー保護と情報公開

知的財産権

ネットワーク上の犯罪とセキュリティ

3. 内容の取扱い

- (1) コンピュータは記憶装置に書かれたプログラムに従って処理を行なう。処理の対象となる情報も記憶装置に書き込まれ、それが読み出されて処理される。コンピュータへの情報

の入力はキーボード、マウスまたは外部記憶装置から行なわれ、処理結果は外部記憶装置に書き込まれるか、通信装置に送られるか、ディスプレイに表示される。以上の事実を理解させる。

(2) 情報処理資源を管理するオペレーティング・システムと応用プログラムの関係を理解させる。

(3) プログラム作成は構造化プログラミングが可能な言語を用いなければならない。

また、目の健康に配慮して、キーボードの使用に際してはタッチタイピングの方法を教える。

(4) 仕事の手順としてのアルゴリズムと、それを実行させるプログラムの関係を理解させる。コンピュータはプログラムに書かれた事しか実行しないことを理解させる。

(5) プログラミングの基本である、接続、繰り返し、条件分岐を用いて、アルゴリズムが実現できることを体験させる。

(6) プログラムと、その目的を示すコメントの有効性を理解させ、コメントをつけさせることで、プログラムを深く理解させると同時に、正確な日本語表現の教育を行なう。

(7) プログラムが書ける仕事はコンピュータに代行させることができるが、プログラムが書けない仕事は人間が行なわなければならない。このような仕事を電子情報ネットワーク上で行なえるように、情報の収集、情報の発信が出来る能力を養う。

(8) 電子情報ネットワークの利用を通じて、プライバシーと情報公開、犯罪とセキュリティ、知的財産権などの社会的な問題について認識を深めさせる。

第3 情報C

1. 目標

プログラミングと応用プログラムの利用を通じて、問題解決における情報の収集、整理、処理、創造、伝達を具体的に体験させる。情報の表現や

処理の技術を問題解決の過程を通じて理解させ、習得させる。

2. 内容

(1)情報の表現

アナログとデジタル

信号と雑音

情報量の単位としての bit

2進表現による文字、数字、音、画像の表現

ディスプレイ上での情報の表示法

(2)複雑なプログラムの実現

制御構造の組合せによる複雑なアルゴリズムの実現

手続き、関数による手順の分節化

引数と引数の結合

(3)問題解決の過程

定式化、設計、実現、評価

(4)応用プログラムを用いた問題解決

表計算ソフトを用いたシミュレーション

3. 内容の取扱い

(1) 信号と雑音の関係から、デジタル方式が優れていることを理解させる。

(2) n bit の情報が 2 の n 乗個の対象を区別できることを理解させる。

(3) 全ての情報が bit によって表現できることを理解させる。

(4) コンピュータ内部の 2 進表現が、文字、数字、図形などの属性に従って、実際にディスプレイ上ではどのように表現されるかを理解させる。

(5) 接続、繰り返し、条件分岐の 3 構造を相互に埋め込むことによって、複雑な処理を実現できることを体験させる。

(6) 手続き、関数によってプログラムの再利用が可能となり、コンパクトな表現で

プログラムの全体像の把握が容易となることを理解させ、その活用能力を養う。

これを通じて情報科学の中心概念である抽象化を具体的に理解させる。

- (7) プログラムには、手続き、関数全体につける見出しコメント、プログラムの部分につけるブロックコメント、行につける行コメントをつけて、内容の理解を容易にする。この活動を通じて、プログラムの理解を深める。
- (8) プログラム作成を問題解決の過程と捉え、必要な情報を収集、整理した上で、日本語を用いた問題の定式化と設計を行なわせる。その上でプログラムによる実現とその評価を行
- なわせる。グループ作業としてこれらを行なうことにより、コメント、手続き・関数がグループ内の相互理解に有効であることを体験させる。
- (9) 表計算等の応用プログラムを用いることで、限られた範囲の仕事に対しては、少ない作業で目的を達することが出来ることを体験させる。