

高校情報科におけるネットワーク教育の内容と構成

久野 靖

筑波大学大学院経営システム科学専攻

2003年から新設される高等学校の情報科においては、「情報A」「情報B」「情報C」の3つの科目が導入される予定である。その中でも「情報A」はその内容が「コンピュータやネットワークなどを活用して情報を選択・処理・発信できる基礎的な技能の育成に重点を置く」とされており、多くの高校において開講されるものと考えられる。本稿では、上記の内容を具体的に教科として構成するに当たり、どのような問題があり、それに対してどのような配慮が必要かについて検討する。

How Computer Networks Should Be Taught in Highschool "Joho" Classes?

Yasushi KUNO

Graduate School of Systems Management, University of Tsukuba, TOKYO

In Japanese highschool, new subject "Joho" (information) is planned to start in the year 2003. It consists of three courses "Joho A," "Joho B," and "Joho C," in which "Joho A" has the goal of "bringing up ability to effectively select, process and dispatch information by means of computers and electronic networks." The course will be opened in most schools and thus its callicula is important. This paper presents problems in the design of the callicula, and also discusses solutions for those problems.

1 はじめに

2003年から新設される高等学校の情報科においては、「情報A」「情報B」「情報C」の3つの科目が導入される予定である。その中でも「情報A」はその内容が「コンピュータやネットワークなどを活用して情報を選択・処理・発信できる基礎的な技能の育成に重点を置く」[1]とされており、多くの高校において開講されるものと考えられる。本稿では、上記の内容を具体的に教科として構成するに当たり、どのような問題があり、それに対してどのような配慮が必要かについて検討する。

2 ありがちな誤解

筆者は「情報科」の問題に興味を持つようになって以来、機会があれば他の人と、その内容について議論するように努めて来た。その結果分かったことは、多くの人が情報科に対して見当はずれの内容を期待し、またそれに関して懸念を持っている、ということである。これはもちろん、多くの人が目にする新聞報道では情報科の新設については報じられていても、その内容が具体的にどうなるかまでは書かれていないことによる。¹

¹なお、新設自体についてもさほど大きなスペースが割かれていたとは思われないが、にもかかわらず多くの人が

しかし見方を変えれば、情報科に関する予備知識を持たない人の期待は社会全体のこの科目に対する期待を表しているとも考えられ、検討する価値がある。本節ではその代表的なものについて取り上げ、議論する。

パソコンの操作ができることは必要だ / 操作できるようにさえなればよい — これは、計算機の急速な普及とともに、計算機の操作ができないため取り残される人がいる、という危機感が広まり、それに影響された意見であると考えられる。

我々計算機の専門家から見れば、計算機の表面的な操作方法は特に難しいものではなく、わざわざ2単位もの授業時間を費して教えるに足る内容でないのは明らかである。また、この意見を持つ人は、今後小学校や中学校においても計算機が授業に採り入れられ、高校入学までには生徒はそれなりに計算機の操作経験を持つはずだということを知らないか失念している。

ただ一方で、計算機の表面的な操作だけを学んでも応用が効かず、計算機内部での情報処理のモデルが頭の中に浮かぶようになって始めて柔軟に計算機が使えるようになる、ということも事実であり、そのような形での計算機に対する理解を与えることは情報科の重要な使命であると考えられる。

今更 Basic だのプログラミングだのを教えるのは意味がない — これは旧来の(プログラミング偏重の)カリキュラムで計算機教育を受けた経験者にありがちな意見であり、その根拠としては現在の計算機はゼロからプログラムを書かなくても使える、ということが挙げられる。

しかしそもそも、これまでに明らかにされた情報科の内容には、プログラミングは含まれていないので、この批判は織り込みずみである。また、確かに大学の情報関連学科で行われて来たように、入門科目でみっちりプログラミングの訓練を積む、というのが高校で必要であると**は**到底思えない。

にもかかわらず、前項で述べた計算機の情報処理モデルについて理解するには、プログラム

情報科の設置について知っており、強い関心を持っていたことは特記したい。

について理解することが必要だと筆者らは考える。ただしそのために、プログラミング基礎教育をみっちり行う時間は明らかに取れない。そのため、自分でゼロからプログラムを作るのではなく、プログラムのコードを見てそれをいじることを通じて、プログラムとはこういうものだ、というモデルを持ってもらうことが効果的ではないかと考えている。

WWWなどは、特に情報科として教えるべきことではない — これは計算機科学を専門とする人に多い意見であり、その場合プログラミングやアルゴリズムを教えることを当然と考えていることが多い。確かに、WWWを使うだけであればほんの3分もあれば済むことであり、わざわざ科目として取り上げることはないようにも思える。

しかし、実際に重要なのは単にブラウザで見つかったリンクを気ままにたどることだけではなく(そういう使い方もあっていいが)、むしろ調べたいことに関する情報を能動的にWWWから引き出すにはどうしたらいいか、またWWW上で見つけた情報についてどのように評価すべきか、ということであろう。そして、これらの事柄は単にブラウザでWWWを眺めておけば身に着くというものではなく、情報科の内容として体系的に学んでもらうべきことだと言える。

数値アルゴリズム、計算量、数値計算、誤差といった数学的な考え方を中心にすべきである — これは数学に親近感を持ち、今回の改定において数学の時間が減らされることに対する危機感から出た意見のように思える。

しかし、これらの内容が不要だとは思わないが、数学の内容を情報科に負わせるのではカリキュラムを改定して科目を新設する意味がない。また、現行のカリキュラムでも「数学C」で計算機を利用した数値積分などが取り上げられているが、このような数学的視点からの計算機利用は今後とも数学の枠内で残って行くはずである。

その反面、数学に見られる、ものごとを抽象化して考えるやり方は、情報科においても重要であり、積極的に取り入れて行くべきであろう。むしろ情報科の方が、数学より広い範囲の対象

をよりさまざまな側面から抽象化する機会を持ちやすく、柔軟な抽象化能力を育てられる可能性がある。

情報とは計算機のこととは限らない。より一般の情報の収集や評価、たとえば図書館や資料の利用などについて学ぶ方がよい — これは図書館学や情報学の立場と言えよう。確かに、情報科の目的は情報社会に参画する態度を養うことであり、そこでいう情報は計算機を通じて扱うものだけではない。そのことを理解するのは重要である。

しかし、なぜ上記の目標があるかと言えば、現代社会では計算機技術により個人がこれまでになく大量の情報に遭遇し取り扱うことを余義なくされている、という認識があるからであり、従って計算機ぬきの情報科ではその肝心なところが欠落することになる。実際、図書館で情報を検索するのと WWW で情報を検索するのでは、情報の鮮度や多様性において天と地ほどの差がある。実習しても取得できる情報が興味の湧かないものであれば、効果的な学習は難しいであろう。

また、上記の議論では情報は基本的に取り込むもの、という態度が根底にあるが、実際には情報には発信者と受信者がいるのであり、その一方だけに着目するのは片手落ちである。その片手落ちがまかり通ってきた理由は、これまで実際には情報の発信者となるのは極めて大変だったからだと考えられる。ここでも計算機技術を活用することで、誰もが容易に発信者としての立場を実践でき、双方の視点に立脚した学習が可能になるのである。

情報科では倫理やセキュリティといった社会的問題を中心に教える必要がある — 社会的影響を重視する立場の人に見られる意見である。もちろん、倫理やセキュリティは重要な課題であり、取り上げずに済ませることは考えられない。ただしここで問題なのは、これらの問題が正しく理解できるためには、その基盤となる情報技術についてまず理解できている必要がある、ということが納得されているかどうかである。

たとえば、ネットワークがどのようなものであり、どんなことができるかを理解していない

のに、ネットワーク上の犯罪やトラブルについて学んでも、わけがわからずいたずらに不安感をあおるだけに終るだろう。ものごとには正の面と負の面があるというのは真実だが、正の面だけ教えるのが片手落ちなのと同様、負の面だけ教えるのも片手落ちである。

3 「情報 A」で取るべき指針とは？

筆者は、上記のような議論を通じて情報科、とくにネットワークに関わる内容を中心とする「情報 A」の科目構成において取るべき方針が明確になって来たと感じた。そのような方針として、具体的に次のものが挙げられよう。

実践(実習)と理論(講義)とをバランスよく配置すべきである — 単に使えるだけでよい、というのは論外としても、計算機の実習があるといふその実習がうまくできればよい、という錯覚に陥りがちである。しかし実際には、表面的に操作だけでいても内部のモデルが理解できていなければ他の場面で応用ができない。しかしその反面、頭の中の的確なモデルが組み立てられるためには実習で「手を動かす」ことが不可欠である。

計算機が目的であるという勘違いに陥らない — これも上記と類似しているが、情報科の目的はあくまでも情報を適切に扱う能力(技能と知識の両面)の育成であることを確認する。

にも関わらず、計算機やネットワークを不当に軽視しない — これは先の議論で出て来た通り、現代社会において有効な / 大量の情報を取り扱うことは計算機やネットワークの助けを借りなければ実質的に不可能だからである。

抽象化の考え方を重視する — これは、大量の情報をもそのまま扱おうとすれば情報の洪水に溺れるだけであり、情報の有効活用には自分にとって必要な切り口で抽象化することが不可欠だからである。また計算機やネットワークは多くの抽象化によって成り立っており、抽象化について学ぶ生きた教材としても最適である。

技術と人間・社会をバランスよく取り上げる — どのような技術によって運ばれて来る情報でも、その発信源や受け手は人間であるという視点は

忘れるべきでない。一方で、人間どうしの交流を飛躍的に強化するのが今日の技術だという視点も忘れるべきでない。

4 「情報 A」科目構成案

筆者らは上記のような方針に基づき、提案 [2] を下敷きとして「情報 A」の教科書案 [3] を作成した。その章構成およびコマ数配分は次のようになっている (2 コマ × 35 週 = 70 コマ総計としている)。

1. コンピュータネットワークの利用 (20 コマ)
— WWW の利用、コミュニケーションの原理、ネットワークの原理について学ぶ。
2. コンピュータネットワークへの参加 (12 コマ)
— 電子メール、電子ニュースの利用とそこに必要な配慮について学ぶ。
3. コンピュータネットワークの成り立ち (8 コマ)
— 計算機内部での情報の表現方法、計算機の構造、マルチメディアについて学ぶ。
4. コンピュータネットワークへの情報発信 (26 コマ)
— WWW プレゼンテーションの計画、HTML による WWW ページの記述、WWW への情報発信、およびさらに高度な技術について学ぶ。
5. インターネット社会における「自由・平等・公正」 (4 コマ)
— インターネットと社会の関わり、著作権、プライバシーなどについて学ぶ。

この章構成は、次のような考えに基づいて決めたものである。

- 科目の出だしにおいて、まずは WWW を体験してもらうことにより、コンピュータネットワークにおいて現にどのようなことができているのかを認識してもらう。WWW はとりあえず使えるようになるまでの敷居が低いので、このような目的に最適である。
- 次の段階として、電子メールや電子ニュースという、自分から情報を発信することが前提のメディアを学ぶ。これにより、受信一方でなく自分から情報を発信する際の問題についてもなるべく早くから認識が持てるようにする。

- 次に、ここまでに見聞してきたさまざまな情報の内部表現や、それを支える計算機の構造 / 原理について紹介する。ここは取り上げ方によっては「つまらない知識」に陥りやすいので、できるだけ前後の章との関わりを持たせて、具体例が頭に浮かぶように考える。
- そして、これらの知識や経験に基づき、いよいよ WWW のプレゼンテーションを作成する。プレゼンテーションの作成は単に技術的な問題ではなく、コミュニケーションの問題、社会との関わりの問題まで含んだ総合的な課題として考えて行くべきだという姿勢を明らかにする。
- 情報と社会の関わりについてはここまでの各章でも機会あるごとに触れるようにするが、それだけでは断片的になってしまうため、最後の章としてまとめを行う。社会との関わりはそれに技術的な事柄や実体験を済ませてからでないと上滑りになるとの考えから、これを最終章に置いている。

以下では上記の各章についてそれぞれ、その具体的内容を検討する。

5 コンピュータネットワークの利用

第 1 章の目的は上述のように WWW を体験してもらおうことだが、これまで繰り返し述べているように、単なる体験や使い方に留まるものではない。この章はさらに次の 3 節に分かれている。

- 1.1 WWW の利用 (8 コマ)
- 1.2 WWW とコミュニケーション (6 コマ)
- 1.3 コンピュータネットワークとプロトコル (6 コマ)

このうち、実際に WWW を体験してもらうことを趣旨とするのは 1.1 節のみである。ただし、この中でも単に使って見よう、というのは 2 コマもあれば十分なので、それ以外のコマでは (1) 情報とは何か、(2) WWW はどのような構造になっているか、(3) URL、(4) ディレクトリサービス、検索サービスなどについて学ぶ。特に (3) は、情報に対して「番地」をつけることでどこ

からでも同じ情報が曖昧さなく指定できることの生きた見本として重要である。また(4)については、やみくもにネットサーフィンするのに比べて索引や検索といった計算機によるサポートがいかに強力な道具であり得るかを実感してもらう題材となる。

次に1.2節では、単に見て面白い、訳に立つといった素朴な視点にとどまらず、情報伝達やコミュニケーションとはどういうことかをきちんと学ぶことをめざす。具体的には、(1)ネットワークと他の媒体との比較、(2)マスメディアと個人メディア、(3)情報の信頼性や正しさとは何か、(4)個人情報、プライバシーについてそれぞれ取り上げる。既存メディアの代表例としては新聞を用い、複数の新聞で同一テーマを取り上げたものの比較を演習として行い、さらに同テーマをWWWで調べた場合や、新聞社が発信するWWWページと新聞紙面との比較なども考える。

最後の1.3節はコンピュータネットワークの概論であり、(1)ネットワーク、(2)LAN/WAN/インターネット、(3)プロトコル、プロトコル階層、(4)情報サービス、(5)セキュリティなどのテーマを扱う。この節は全体として、目には見えない原理を知識の形で学ぶことになるが、既に学んだWWWの体験との結びつきをできるだけ多く与えることで単なる机の前のお勉強にならないことをめざす。

1.3節のような原理に関わる内容は「情報A」では不要であるとの議論もあるだろうが、これは最初に議論した「誤解」のうちの1つであり、このような原理的側面までおりに触れて学んでもらわなければ、急速に進化していくネットワーク技術について行くことは全く不可能であると筆者らは考えている。とくに教科書の場合、一度作成してから改訂されるまでに多くの年数が経過するため、変化しない一般原理に立脚した説明が一層強く望まれる。ただし、それを単なる座学にしてしまうと高校生にとっては納得し難い内容になる危険が大きいので、できるだけ実習の体験とリンクさせることが必要だというのが筆者らの考えである。

6 コンピュータネットワークへの参加

第2章の目的は上述のようにメール、ニュースなど自分が情報発信するサービスを体験することであるが、そのためにはまずテキスト入力やファイル操作ができなければ困る。このため、第2章は次のような構成となっている。

2.1 テキストの入力と編集 (4 コマ)

2.2 電子メール (4 コマ)

2.3 ネットニュース (2 コマ)

2.2節の中ではさらに、(1)キーボード入力とタッチタイピング、(2)テキストの編集、(3)ファイル操作、(4)かな漢字変換というふうに、技能的な部分をひとつお取り取り上げている。前述のように、これらの技能は本来ならば中学校まででカバーされているはずなのだが、この教科書が使われ始めた時点で実際にどれくらいカバーされているか疑問に思われたことと、ここで取り上げる内容は特定のハードウェアやOSに依存しない形で説明が可能であり、教科書全体の完結性という点でもその方が望ましいため取り上げている。もっとも、実習においては各実習環境に固有の操作も当然含まれるため、実習環境ごとに教科書を補う副読本を使用することが必要になると考えている。

なお、わずか4コマの中でタッチタイピングをマスターさせるのは明らかに無理であるが、ここではあくまでタッチタイピングという技能がどのようなものであるかを理解させ、以後の実習の中で徐々にタッチタイピングに移行させることを想定したものである。なお、タッチタイピングは単なる技能だから重要でないという誤解も見られるが、実際にはタッチタイピングができる/できないの違いで発信可能な情報量に格段の差が生じるため、最終的にはできるかぎり全員にマスターさせるよう努めるべきだと考える。

2.2節と2.3節はそれぞれごく普通の電子メール入門/ネットニュース入門の内容であり、送受信、投稿などの基本操作ができるようになることが主目標である。ただし、全くそれだけということではなく、副目標として1.2節で学んだコミュニケーションの考えを実地に適用する機会と考え、間違った情報を発信した場合は何が起

きるか、それにどう対処すべきかといったことも題材として取り込むようにしている。

7 コンピュータネットワークの成り立ち

第3章は座学中心の内容であり、ここまで体験したさまざまなことがらの原理を知っておくための章である。そういう意味では、1.3節の続編のようなものと考えられる。具体的な構成は次のようになっている。

- 3.1 情報の単位 (1 コマ)
- 3.2 さまざまな情報の表現 (1 コマ)
- 3.3 文字とテキスト形式 (2 コマ)
- 3.4 コンピュータの構成 (2 コマ)
- 3.5 マルチメディア文書 (2 コマ)

3.1節はビット、ビット列と2進数、デジタルとアナログについて学び、3.2節は整数、実数、画像、図形、音声、動画のデジタル表現について学ぶので、ほぼ連続した内容である。

3.3節は一見3.2節と類似した内容に思えるが、テキストの場合には文字コードにさまざまなものがあり、また使ってはいけない文字などの問題もあるため、独立した節を立てている。

3.4節はこれらとはうって変わって計算機の構造や原理について概観するが、ここまでで情報のデジタル表現について学んでいるため、それを蓄積/加工するための装置という位置づけで計算機を説明する。

3.5節は3.2節で学んださまざまなメディア種別について実体験する機会を与えるため、WWW用のオーサリングツールを使って図などを含んだページを作成することを想定している。ただし、特定のオーサリングソフトを前提とすることはできないので、教科書としてはそのようなソフトを使ってみよう、と述べるにとどめ、あとは副読本にまかせる。また、ここでも単に何かページをつくれればよい、というわけではなく、どのような情報をどのような意図で公開したいか、ということから始めてページの内容や構成を設計して行くことの大切さを強調している。ここは言わば第4章の準備に相当する。

8 コンピュータネットワークへの情報発信

第4章は「情報A」のもっとも中心となる部分で、HTML記述によるWWWページの作成を通じたWWWへの情報発信を取り上げている。しかし、教科書案の企画段階から、HTMLを直接取り上げることの賛否について激しい論議があった。HTMLを取り上げることに対する反対意見としては次のようなものがあった。

- この教科書が世に出る頃にはHTMLはなくなっているのでは?
- HTMLでは論理構造と表現がごっちゃになっていて教えたくない。
- HTMLはアセンブリみたいなので、見せるべきものではない。
- HTMLなど使わなくてもオーサリングツールできれいなWWWページが作成できるので労力の無駄である。

これらに対する反論は次の通りである。

- HTMLはWWWページを記述する言語として確立しており、XMLのような新しい言語は今後普及するとしてもそれぞれ特定目的のアプリケーションと組み合わせて使われることになる。WWWページの記述という目的であれば、当面はHTMLが標準と考えて構わない。
- HTMLは本来文章の論理構造を規定することが目的で、現在はCSS(スタイルシート言語)を併用することで本来の目的に沿った使い方ができるようになっている。当然、教える内容もCSSとの併用とする。
- HTMLを学んでもらうのは、計算機言語とはどのようなものかについてのアイデアを得たり、コンテンツとマークアップの混在したものが処理系によって魅力的な表現に変化することを実感してもらうことが目的であり、HTMLを見せないでツールだけで済ませるとそのような機会が奪われてしまう。しかもここまで繰り返し批判してきた「使い方だけ」の内容になってしまう。

このような考えに基づき、HTMLによるページ記述が中心とはなっているが、しかし本章の内

容も単にその「技能」部分だけではない。具体的には第4章の構成は次の通りである。

4.1 WWWプレゼンテーションの計画(2コマ)

4.2 HTMLによるページの記述(6コマ)

4.3 プレゼンテーションの公開・保守・検査(2コマ)

4.4 スタイルシート(4コマ)

4.5 スクリプト(4コマ)

*** 自由製作(8コマ)

すなわち、4.1節では作成しようとするプレゼンテーションの内容や構成をきちんと計画し、ページのスタイルなどについても考えることを学ぶ。4.2節はごく普通に、HTMLの基本から始まって各種のタグを順次説明していく形である。4.3節は完成したWWWプレゼンテーションについて、必ず検査や保守を行うことを学ぶ。

ここまでの節では、あくまで各ページの内容は論理的な構造として捉え、その表現については後から考えることとして「表現と論理の分離」を強調している。そして4.4節においてスタイルシートを導入し、一度作成したページについて、その本体部分はいじらずにさまざまな表現をつけられることを実地に体験することで、表現と論理の分担について認識を深めることをめざしている。

第4.5節はここまでどうって変わって、JavaScriptの体験編になっている。これは、情報科の中ではアルゴリズムなどの取り扱いとは本来「情報B」の受け持ちになっているのだが、「情報A」しか選択しない生徒にとっても「プログラムとはおおよそこんなものである」という見聞だけは持って欲しいという考えからここに入れてあるものである。そしてその題材の言語としてJavaScriptを採用することで、実習に際してはこれまで通りHTMLのファイルを作成してブラウザで表示すればよく、特に新しい操作やソフトを取り扱う必要がない、という大きな利点を得られている。

この後、8コマの時間を取って自由製作を行うことを想定している。これは、各回の授業の片手間ではなく、それ単独で時間を取ってプレゼンテーションを計画し製作する、という体験が「情報A」の科目の目的から見て強く望まれ

ると考えたためである。

9 インターネット社会における「自由・平等・公正」

第5章は情報倫理に関わる内容のうち、ここまでに取り上げる機会のなかったものを整理して示すものであり、おもに辰巳丈夫氏の筆になるものである。辰巳氏の情報倫理教育に関する考えは[4]などを参照されたい。第5章の具体的な内容は次のようになっている。

- インターネットと社会の関わり
- 著作権と著作権法
- 引用、参照、商標権、その他の権利、プライバシー
- メッセージの社会的影響

10 議論とまとめ

「情報A」については、この科目が多くの高校で開講されると予想されることから、多くの教師に無理なく教えられるために内容を「ワープロ、表計算、プレゼンテーションソフト」にする、という考えもあると聞いている。しかしこれでは「ネットワーク」の部分がまったく無いことになり、その結果取り扱う「情報」も単独のマシンで閉じたものになる恐れが強い。情報科設置の趣旨[1]に照らして考えれば、ネットワークの活用による生きた情報を前提とした授業は譲ることのできない点であると考えられる。

また、ワープロやプレゼンテーションソフトに対応する要素は本項で提案しているモデル教科書で十分にカバーされており、却って複数のソフトを使い分けるよりはテキストエディタとブラウザという形で統一されるため、教員の養成においても負荷は大きくならないと考えている。表計算については、モデル化や問題解決の道具として学ぶのが適切であり、従って「情報B」において取り上げるのが適当であろう。計算機の内部動作モデルに対する理解を深めるといふ観点からは、スクリプト言語を取り上げることで同等以上の内容が盛り込んでいるものと考えられる。

まとめると、本稿で取り上げた「情報A」モ

デル教科書は、冒頭で取り上げたような多くの議論の成果を取り込み、それなりにバランスの取れた形で当該教科に必要なものを提示できていると考えている。まだまだ不十分な点も多くあるが、これらの成果を踏み台とした「多くの生徒にとって有意義な情報 A」が実現することを願ってやまない。

謝辞

日頃、本稿で取り上げた問題について多くの議論に付き合っていて頂いている、教科書ワーキンググループ(および関連メーリングリスト)のメンバの皆様、fj.educationの議論参加者の皆様に感謝します。そしてとりわけ、「情報 A」モデル教科書の共同執筆者である、早稲田大学の辰巳丈夫氏に多大なる感謝の意を表明させていただきます。

参考文献

- [1] 教育課程審議会答申(平成 10 年 7 月 29 日版), <http://www.monbu.go.jp/singi/katei/00000216/>
- [2] 初等・中等教育における情報教育の提案(平成 10 年 2 月版), 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, 1998.
- [3] 久野 靖, 辰巳丈夫: 2003 年高校情報科モデル教科書「情報 A」, 情報処理学会 情報処理教育委員会 初等・中等教育委員会・モデル教科書作成ワーキンググループ内部資料, 1998.
(情報処理学会より WWW により公開予定)
- [4] 辰巳丈夫, 原田康也, 前野譲二: 情報処理教育から情報危機管理教育へ, 文部省主催平成 10 年度情報処理教育研究集会, 1998.