

# 3 情報科学教育への利用

奥村 晴彦 三重大学教育学部

### 情報科学を学校に

2007年3月10日に一橋大学で行われた情報処理学会情報処理教育委員会主催「教育用プログラミング言語ワークショップ2007」の「情報科学」分科会で短い話と司会をさせていただいた。本稿はその粗い報告+αである。

小中学校で2002年度から、高校で2003年度入学生から始まった新学習指導要領で、情報教育が本格的に学校現場に入ってきた。

高校では普通教科「情報」(2単位必修)が新設され、高校ごとに「情報A」「情報B」「情報C」のうち少なくとも1つを選んでおくことになった。「A」は実践中心、「B」は情報科学的な内容、「C」は情報通信・情報社会を扱う。実習は「A」が1/2以上、他は1/3以上である。

「情報」教員免許は夏休み15日間の講習で取得できた。当初はパソコン操作教育に偏りがちで、「A」「B」「C」の割合は8:1:1といわれた。一部の安易な操作教育は「日経コンピュータ」誌で「実態は「町のパソコン教室」以下これだけでよいのか!高校のIT教育」<sup>1)</sup>として取り上げられ、話題となった。今は「A」の割合はやや下がっている。

一方、中学では「技術・家庭」の技術分野の半分が「情報とコンピュータ」となった。小学校でも「総合的な学習の時間」などでコンピュータを扱う機会が増えている。

2007年度大学入試で「情報」を選択可としたのは23大学にとどまる。大学入試センター試験に出題される予定は(まだ)ない。センター試験では以前から「情報関係基礎」があるが、職業高校向きで、受験生は毎年3桁しかない。

「情報」が入試で扱いにくい理由の1つは、「A」「B」「C」に分かれていることである。情報処理学会では、これらに代わって、必修教科目「情報I」を置くことを提言し、試作教科書も公開している。

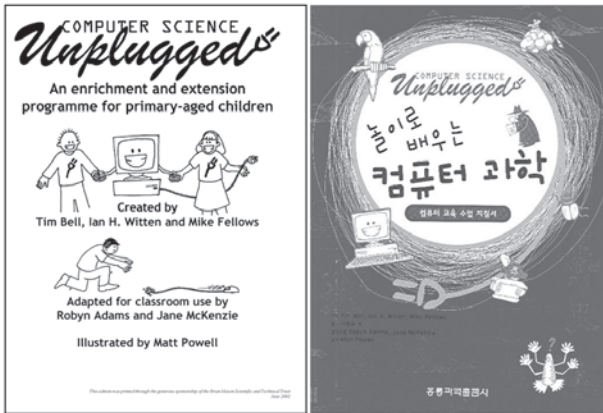
### 米国でのIT教育批判

現在のIT教育への批判があるのは米国でも同じである。Alan Kayはパソコンやネットの安易な利用をポップカルチャーと呼び、「過去1世紀の電子技術のほとんどは退行的だ」と批判している。「米国の多くの学校は、子供がGoogleで何かを見つけコピーすると、それで学んでいると思っている。しかし私は、子供がそれについての作文を書かないかぎり学んだことにならないと主張している。作文は思考を組織化する」<sup>2)</sup>。

作文を書くよりプレゼンソフトを使うほうが先進的とされる風潮を、Edward Tufteはピッチカルチャー(売込み文化)と呼んで批判している。「特に気がかりなのがPowerPointの学校への導入である。文章でレポートを書く代わりに、子どもたちは客への売込みや情報宣伝の飾り付けを学ぶ。……PowerPointの日は学校を休みにしてエクスポラトリウムに行くほうがよい」<sup>3)</sup>。TufteはスペースシャトルColumbia事故の原因もNASAでのPowerPoint利用によるコミュニケーション不全にあるとし、科学技術のコミュニケーションにはプレゼンソフトではなくワープロソフト等を使ってハンドアウトを用意すべきだとしている。

### 情報科学を楽しく教える方法

高校「情報B」の内容は、数の2進表現を始めとする情報のデジタル化、アルゴリズム、モデル化とシミュレーション、データベースなどである。



(左) <http://www.unplugged.canterbury.ac.nz/>  
(右) <http://www.hongpub.co.kr/>

図-1 Computer Science Unplugged とその韓国語訳

2進表現やアルゴリズムを、コンピュータを使わずに楽しく教える方法として、ワークショップでは Computer Science Unplugged プロジェクト関連の実践報告が2件あった。

Computer Science Unplugged は、ニュージーランドのカンタベリー大学の Tim Bell たちが始めたプロジェクトで、文字通りコンピュータのプラグを抜いて（コンピュータを使わずに）子どもたちに情報科学を教えようというものである（図-1）。その特徴は、対象が小学生以上と広いことと、すべて集団での活動を通して学ぶようになってきていることである。Unplugged のサイト<sup>4)</sup>には実際の活動を収めたビデオクリップがいくつか公開されている。韓国・高麗大学教授の李元揆氏による韓国語訳も出版されている。邦訳には一橋大学の兼宗進氏たちが取り組んでおられる。ちなみに Unplugged は電気楽器を使わないアコースティックな演奏スタイルを指す言葉である(MTVUnplugged という番組が有名)。

Unplugged は次の 12 個の活動からなる：

1. ドットを数えよう——2進法(7歳～)
2. 数で色を——画像の表現(7歳～) [ファクスの原理]
3. その通り (You can say that again) !——テキスト圧縮(9歳～) [LZ77]
4. カード裏返しマジック——誤り検出・訂正(9歳～) [パリティ]
5. 20の扉——情報理論(9歳～) [情報量]
6. 戦艦——探索アルゴリズム(9歳～) [線形探索・二分探索・ハッシュ]
7. 最も軽い・最も重い——整列アルゴリズム(8歳～) [選択ソート・クイックソート]
8. 時間までに完了せよ——整列ネットワーク(8歳～)
9. 泥んこ町——最小全域木(9歳～)

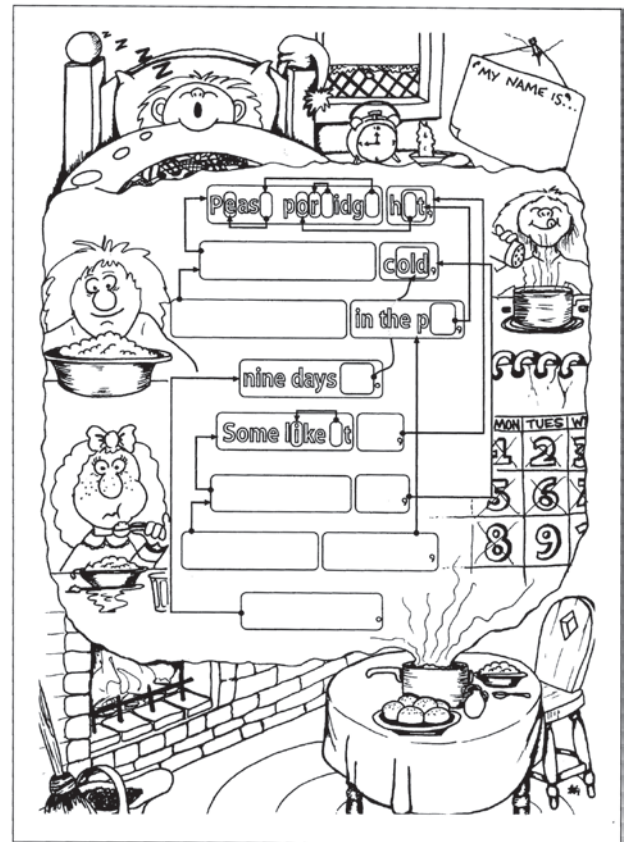


図-2 "Pease-porridge" の繰返し構造 (Managing Gigabytes<sup>5)</sup>より)

10. みかんゲーム——ネットワークのルーティングとデッドロック(9歳～)
11. 宝探し——有限オートマトン(9歳～)
12. 行進命令——プログラミング言語(7歳～)

対象年齢の目安が書いてあるが、テキスト圧縮は著者のご息子が5歳のときに考えたということである。次の英語の子守唄で、既出文字列をポインタで置き換える問題である。

*Pease-porridge hot,  
Pease-porridge cold,  
Pease-porridge in the pot,  
Nine days old.  
  
Some like it hot,  
Some like it cold,  
Some like it in the pot,  
Nine days old.*

図-2に挙げた解答例は、同著者の別の本からとったものである。

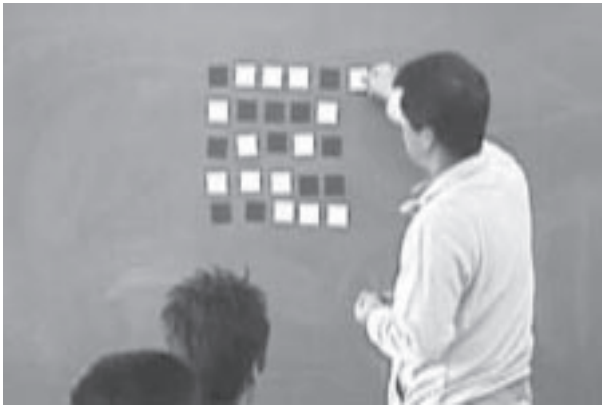


図-3 井戸坂氏の誤り訂正の授業。5×5のパターンを生徒に作らせた後で、「さらに難しくするため」といって行と列をランダムっぽく1つずつ補う。実際にはパリティビットを加えている。この後で後ろを向いて生徒に任意の1ビットを反転させ、どこが反転したかを当てる。この後で授業はISBNのチェックディジットの話に発展する。

これは LZ77 風のデータ圧縮の原理であるが、5歳の子どもは5歳の子どもなりに詩の繰返し構造を学んだであろうし、高校生になれば、ポインタ（正確には文字列の位置と長さ）を表すのに何ビット必要か、どのように実装すればデータ圧縮の効果が上げられるかといったことを考えさせることができる。

## Unplugged の中・高校での実践

ワークショップでは、兼宗氏訳の草稿を元に、実際に中学校や高校で Unplugged を実践した報告が2つあった。

松阪市立飯南中学校の井戸坂幸男氏は、試行後、通常のコンピュータを利用する授業とどちらがよいか生徒に問うたところ、Unplugged がよいという答えが多かったのに力を得られ、最後まで Unplugged を実践され、先生も生徒も満足する結果を得たという(図-3)。

ただ、上の Pease-porridge の問題もそうであるが、暗号の問題でも、せっかく解説しても英語なので生徒に意味が分からないことがあるという。単なる翻訳ではなく翻案が必要であろう。

文化的な問題もあろう。神奈川県立松陽高校の保福やよい氏は、アイスブレイクとして「お見合いゲーム」という簡単な探索の問題を最初に行うという工夫をされている。一通り行った後での「Unplugged とコンピュータを使った授業のどちらがよいですか」というアンケートの回答と主な理由は次の通りである：

- 両方必要 33%（「題材によってはどちらも必要」）
- Unplugged 60%（「理解しやすい」「PC は目が疲れる」）

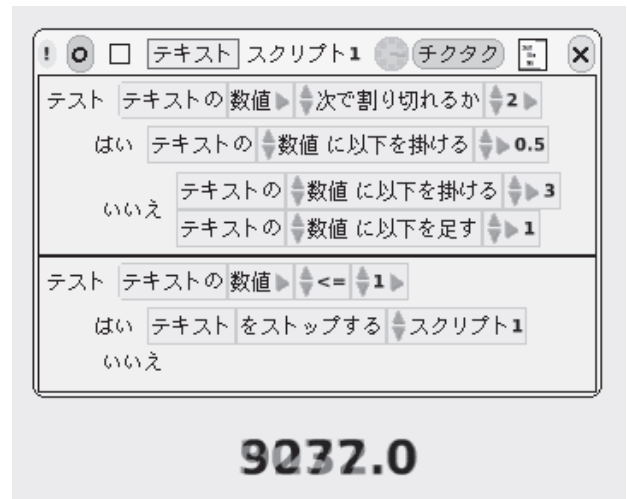


図-4 Squeak Etoy による Collatz 予想の実験。任意の正の整数から出発し、偶数なら2で割り、奇数なら3倍して1を加えると、いずれは1になる（未解決）。図は27から出発し3077→9232と変わるところ。

「印象的」)

- コンピュータ 7%（「コンピュータが得意」）

「PC は目が疲れる」という回答に関連して、パソコンを使う授業が続くと保健室に行く子があるということである。体質的にディスプレイの文字を読むのを苦手とする生徒も、Unplugged なら喜んで参加できたという。

Unplugged は、英語や文化の問題以外にも、内容的にも著者たちの専門分野を反映したものに偏っている嫌いがある。今後これを参考にしてより良い教材が開発されることを期待する。

## 情報科学教育用言語

情報処理学会情報処理教育委員会の「日本の情報教育・情報処理教育に関する提言 2005」では、「手順的な自動処理」（広い意味でのプログラミング）を体験する教育を提言している。

プログラミングといっても、高校「情報A」でもよく扱われる HTML や、音楽記述用の MML のような言語もある。小学校でよく使われている Squeak Etoy のようなタイルスクリプティング環境なら文法エラーもない(図-4)。語順を日本語風にした「ことだま on Squeak」も開発されている。

Logo やドリトルも、教育用言語として広く使われている。タートルグラフィックは幾何学の概念を教えるのにも便利である。情報処理学会の高校「情報」新・試作教科書の『情報I』でもドリトルを用いている。

昔は BASIC インタープリタがどのパソコンにも搭載

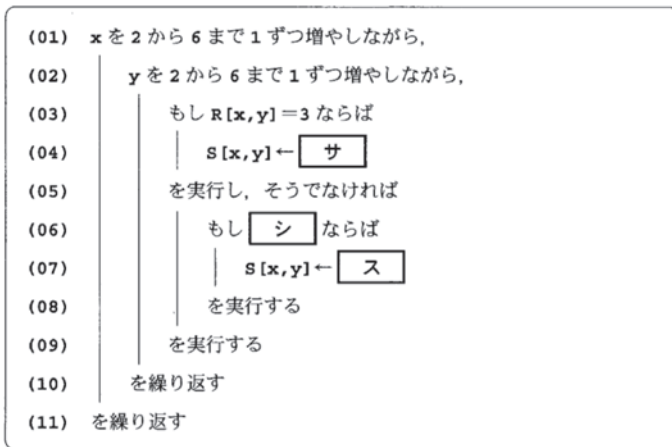


図-5 DNCL で書いた Conway のライフゲーム (部分)。平成 18 年度センター試験「情報関係基礎」より。

されていたので、プログラミングといえば BASIC で行うのが普通であった。今でも当時の BASIC 風のものが入手可能である。高校「情報 B」教科書には Excel VBA の例を挙げるものがある。

昔の BASIC のように今のどのパソコンでも動くといえば、Web ブラウザに搭載されている JavaScript であろう。高校「情報 B」教科書にも JavaScript の例を挙げているものがある。情報処理学会の高校「情報」新・試作教科書の『情報 II』でも JavaScript を用いている。

## DNCL と PEN

アルゴリズムを流れ図や日本語の疑似コードで示す高校「情報 B」教科書は多い。

さきほど述べた大学入試センター試験「情報関係基礎」ではアルゴリズムの出題に日本語の疑似コード風の言語 DNCL (Daigaku Nyushi Center Language) を使っている。BASIC や C などの構造化言語を使ったことのある人ならば、文法を説明されなくても簡単に理解できるものである (図-5)。東京農工大学の試験手順記述標準言語 TUATLE も DNCL に準拠している。今後はこれらが日本の大学入試での疑似言語の標準になるかもしれない。

DNCL や TUATLE の処理系 PEN (Programming Environment for Novices) が開発されている<sup>6)</sup>。変数の状態を見ながらステップ動作することができる。現状では、DNCL にない変数の型宣言が必要であり、組み込み関数が Java 風の英語になってしまっているが、順次改良されるとのことである。

ワークショップでは、PEN 開発者の 1 人、泉北高校の中村亮太氏による発表とデモンストレーション、名古屋

屋高等学校の中西渉氏による実践報告があった。中西氏は、PEN 以前に命令型プログラミング一般の問題点として、たとえば値の交換を学んでもしばらくすれば  $a \leftarrow b$ ,  $b \leftarrow a$  に戻ってしまう、そもそも  $a \leftarrow b$  が値のコピーではなく移動のように思ってしまう生徒もいるという話をされ、会場から「それなら代入がコピーでなく移動になる処理系を作ってみよう」という声もあった。

## 最後に——操作教育は悪なのか

ワークショップでは、フロアから貴重なご意見をたくさんいただいた。神戸女子短大の水島賢太郎氏からは、Windows や Office の操作教育は社会に出るときが近づくにつれて重要になるが、若い生徒には、何年たっても役に立つ考え方を教えたほうがよいとご指摘いただいた。

ワークショップ後に、操作教育批判はソフトの使い方を熱心に教えておられる先生方に対して失礼だといったお叱りや、Microsoft 批判ととられた方からのお叱りもいただいた。PowerPoint の代わりに MagicPoint を使えといった話ではないので、Microsoft 批判というのは当たらないが、情報科学を教えようという運動は、パソコン操作を教えることと相反することではない。パソコン操作は楽しいし、私も『基礎からわかる情報リテラシー』(技術評論社、2007 年) というパソコン操作の本を書いている。パソコン操作は今日から役に立つ。

しかし、情報科学は何十年後も役に立つ。

### 参考文献

- 1) 高下義弘：実態は「町のパソコン教室」以下—これではよいのか！高校の IT 教育, 日経コンピュータ 2005 年 4 月 4 日号。  
抜粋が <http://itpro.nikkeibp.co.jp/free/NC/TOKU2/20050329/1/> で公開されている。
- 2) 後藤貴子の米国ハイテク事情「コンピュータは人間を進化させるか—アラン・ケイ氏インタビュー」, <http://pc.watch.impress.co.jp/docs/2006/0925/high43.htm>
- 3) Tufte, E. R. : The Cognitive Style of PowerPoint : Pitching Out Corrupts Within, in Beautiful Evidence, Graphics Press (2006).
- 4) Bell, T., Witten, I. H. and Fellows, M. : Computer Science Unplugged, <http://www.unplugged.canterbury.ac.nz/>
- 5) Witten, I. H., Moffat, A. and Bell, T. C. : Managing Gigabytes : Compressing and Indexing Documents and Images (1994, 第 2 版 1999, Morgan Kaufmann).
- 6) 初心者向けプログラミング学習環境 PEN (Programming Environment for Novices), <http://www.media.osaka-cu.ac.jp/PEN/>  
(平成 19 年 4 月 16 日受付)

奥村 晴彦 (正会員)  
okumura@edu.mie-u.ac.jp

名古屋大学理学部物理学科卒業、同大理学研究科博士課程前期修了、高校教員、松阪大学教授を経て、三重大学教育学部教授 (情報教育)。博士 (学術)。