

転がしてわかるデジタルの仕組み：デジたま講座における教材・教具の開発

竹田, 正幸
九州大学大学院システム情報科学研究院

池田, 大輔
九州大学大学院システム情報科学研究院

脇田, 早苗
九州大学大学院システム情報科学研究院

池内, 昌子
九州大学大学院システム情報科学研究院

<https://hdl.handle.net/2324/19750>

出版情報：日本情報科教育学会誌. 3 (1), pp.73-74, 2010-12-15. 日本情報科教育学会事務局
バージョン：
権利関係：



転がしてわかるデジタルの仕組み

～デジたま講座における教材・教具の開発～

竹田 正幸

池田 大輔

脇田 早苗

池内 昌子

九州大学大学院システム情報科学研究所

{ takeda, daisuke, wakita, ikeuchi }@inf.kyushu-u.ac.jp

著者らは、情報科学の基本事項について身体的実感を伴って学習できる教育プログラムおよび教材・教具の開発を行っている。本発表では、そのいくつかを紹介する。

1. はじめに

「理科離れ」が深刻化し、わが国の科学技術の空洞化が憂慮されている。自然界における諸現象の背後にある原理・法則や、身の回りの道具・機器の仕組みに対する無関心は、児童生徒ばかりでなく、大人たちにも共通した風潮である。

その一因として、道具・機器がハイテク化し仕組みを捉えにくくなったことが挙げられる。ゼンマイと歯車でできた昔の時計は、分解すればその仕組みが理解できた。しかし、現在の情報機器を分解しても、出てくるのは集積度の高いICチップばかりで、とても素人に理解できる代物ではない。また、現時点で最新の機器に囚われて仕組みを学んでも、その知識はすぐに陳腐化してしまう。

情報機器の原理や仕組みを理解するためには、これらをわかりやすいモデルに置き換えて学ぶことが重要である。著者らは、2004年頃より情報科学の基本事項について身体的実感を伴って学習できる教育プログラムおよび教材・教具の開発を行ってきた。そのいくつかについて報告する。

2. アプローチ

情報科学にかかわる基本事項について身体的実感を伴って学習できる教材・教具を開発するため、次の3項目について研究を行っている。

(A) デジタル情報処理のメタファーとなる教具。

デジタル情報機器の仕組みを電子部品の詳細にわたって理解することはかなり困難である。そこで、個々の情報機器から「離陸」し、分かりやすいモデルに置き換える。このモデルを用いて情報通信の仕組みをイメージできるようになれば、「ハードウェア的側面は現時点における実装のひとつ」という高い視座を獲得できるばかりでなく、技術革新により学習した知識が陳腐化する恐れもない。

(B) 個々の情報機器の仕組みを理解できる教材。

(A)において個々の情報機器から「離陸」して抽象的理解を獲得した後は、再び個々の機器

へ「着陸」すること、すなわち、具体的な実装手段へ関心を向けさせることが重要である。到達した高い視座から新旧様々な情報機器を見渡し、技術見取り図を作成し、教材とする。

(C) アルゴリズムの身体的理解のための教材。

プログラミングは、「モノを操る喜び」に繋がり、情報科学への興味をかきたてる絶好の教材であるが、プログラミング言語の習得が壁となり嫌気がさすこともある。そこでプログラミングの前に、まず、処理手順（アルゴリズム）を工夫する面白さを体験させることが重要である。このために、アルゴリズムを実感できるゲームやアクティビティを開発する。以下では、(A)について述べる。

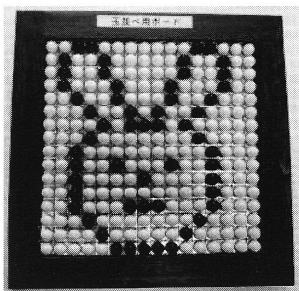
3. 転がしてわかるデジタルの仕組み

著者らは、「転がしてわかるデジタルの仕組み」を謳い文句に、「デジたま講座」と名付けた教育プログラムを作成し、小中高生を対象に実践してきた。これは、『情報のデジタル化』を小学校低学年にもわかるよう工夫したもので、主として以下の4つから成る。

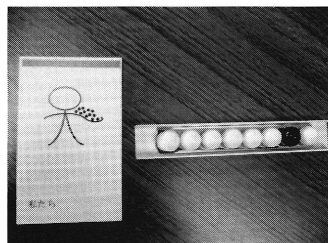
- | | |
|-------------|-----------|
| ①情報をつたえる | (導入部) |
| ②ころころファックス | (画像情報を送る) |
| ③ころころトンパ | (文字情報を送る) |
| ④ころころミュージック | (音楽情報を送る) |

『情報のデジタル化』においては、各種の情報を0と1で表現する手法を学ぶ。しかし、子供たちにとって、0と1は10進数の0,1を連想させ、理解を妨げかねない。そこで、0,1の代わりに白黒の抽選玉を用いることとし、これを『デジたま』と名付けた。情報の伝送においては、班と班の間にアクリルパイプを渡し、デジたまの並びをこのパイプを介して伝送する。この教具は、②③④の実習に共通して用いており、メディアの種類に依存しない情報伝送を実感できる利点がある。

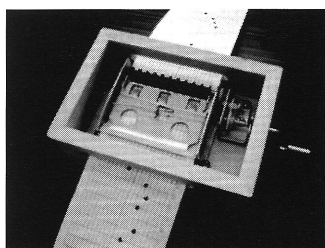
②では、ファックスを例にとり、画像のデジタル表現を体験させる。実習では、用意した絵を16×16のドット絵に変換するが、これを、正方形の白黒のタイルを用いて行う。次に、256のデジたまの列に置き換え16個ずつ16回に分けて送信する。受信側ではデジたまを16×16に並べることで絵を復元する(右図)。デジたまを256個送る作業はかなり大変で、学習者はデータ量の大きさを体験することになる。また、この作業を通じて、子供たちの多くはごく自然にrun-length圧縮に到達するようである。



③では、文字情報の伝送を行う。「文字も絵である」ことを明確にするため、象形文字のひとつであるトンパ文字を採用した。すなわち、250程度のトンパ文字を選出して1文字ずつ名刺大のカードにし子供たちに配布する(左図)。子供たちは4文字から成る「文」を作成し、それを用意したコード表に従って8個のデジたまの列として符号化し、伝送する。受け取った側は、符号表に従って復号する。トンパ文字を画像情報として送った場合に比べデジたまの量が少ないことから符号表の意義に気付かせるとともに、アスキーの符号表等と差し替えさせて「字化け」を体験させる。



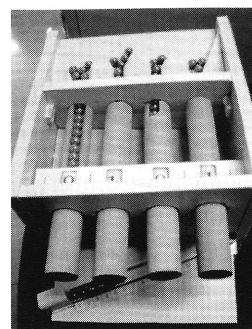
④では、MIDI等のデジタル音楽について学ぶため、ペーパーラウンドオルゴールを採用した(右図)。音を鳴らすタイミングと音の高さの対をデジたまで表現し、これを入力として与える。これを10進数に変換した座標を専用シートにプロットし、そこに穴をあけ、オルゴールにかけると音楽が再生される。子供たちに曲名を伏せておくと熱心に取り組むようである。



また、2進数学習用に特別な教具を設計・製作した。2進数の各桁に、それぞれ、1, 2, 4, 8個のパチンコ玉が割り当てられており、木製の棒を回転させると、その桁の玉だけが落ちて、音を立てながら下部に設置したレールに整列する。実際に使用したところ、多くの子供たちが熱心に繰り返し操

作していた。

ほかにも、タイルやブロックなどを用いた教具類を作成し、実習に用いている。



4. おわりに

自然科学分野の研究者は、対象について独自の「イメージ」を有する。研究者は、このイメージの力によって、肉眼では判別できない対象や高度に抽象的な概念についてもありありと実感でき深く考察できるのである。学習者が深い理解を得るためのカギも、そうしたイメージの獲得にある。

しかし、情報機器の内部を覗いても情報処理の様子が見えるわけではない。そこで、デジタル情報処理に関する生き生きとしたイメージを持たせることが情報教育にとって最も重要である。これにより、情報科学の基本概念に関して明瞭なイメージを与え、枝葉末節に囚われない、より高い視点からの情報教育の創造へと繋がると期待できる。

わが国の情報教育は、初期においては専門家の育成に力点が置かれ、プログラミング等の専門的教育が行われた。第2段階においては、一般素養としての情報リテラシー教育に力が注がれた。最近になって、「情報機器の使い方」ではなく「情報科学」を教育することの重要性がようやく認知され、文部科学省が情報教育の目標とする「情報活用能力」3本柱の1つに「情報の科学的理解」が掲げられた。

2003年度から高等学校において新教科「情報」がスタートし、文部科学省教育用コンテンツ開発事業による『情報機器と情報社会のしくみ素材集』をはじめ、情報科学を教えるための教材として様々なデジタルコンテンツが充実しつつある。

一方、「コンピュータを使わない情報科学教育」としてTim BellらのComputer Science Unpluggedプロジェクトがある⁽¹⁾。このプロジェクトの歴史は古く、1998年には既にテキストの第1版が出版されているが、わが国で注目されるようになったのはごく最近のことである。著者らも同様の立場から、コンピュータを使わずに情報科学を学ぶための教材・教具の開発と実践を続けていく計画である。

参考文献

- (1) Tim Bell, Ian H. Witten, Mike Fellows: "Computer Science Unplugged... off-line activities and games for all ages", LuLu (1998).