

情報教育における「情報の科学的な理解」を深める教材

大阪電気通信大学教授 兼宗 進

1. はじめに

情報技術の普及により、高度なIT機器が身の回りの生活で日常的に使われるようになりました。情報機器の活用や情報の社会的な側面を考える上でも、情報の科学的な理解が欠かせなくなってきました。そのような背景から、今後の改訂が予定されている共通教科情報の「情報I, II (仮称)」においても、情報の科学的な理解が重要になる見通しです。

情報を科学的に理解するためには、情報をどのようにコンピュータで扱える形に整理して、それをどのように処理すればよいかという流れを理解する必要があります。

1. 情報の存在や意味、量などを理解する (情報)
2. 情報のコンピュータへの伝え方を理解する (モデル化)
3. コンピュータでの情報の表現を理解する (データ表現)
4. コンピュータでの情報の処理を理解する (プログラミング, アルゴリズム)
5. 世の中や身の回りの活用例を理解する (アプリケーション, 情報システム)

今回は、これらをわかりやすく授業で伝えるための方法を、いくつかの教材を元にご紹介します。

2. 情報科学を体験から理解する

CSアンブラグドは、Tim Bell博士が考案した、情報科学を体験的に理解できる優れた教材です。

- カードなどの手軽な教具を利用する
- 予備知識が不要であり授業の導入に使える
- 生徒は体験を通して考えながら自ら学べる

たとえば、図1のようにランダムに並べた白黒のカードのどの1枚が裏返されたかを当てる手品では、教室の生徒は「どうして先生は当てられるのだろう」と真剣に考える中で、インターネットのポケット通信などで情報を正確に伝えるために使われている誤り検出の考え方を自分たちで発見しながら学んでいきます。

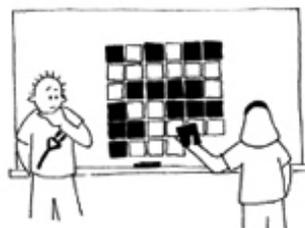


図1 CSアンブラグドの教材例 (パーティ手品)

図2の「2つの値を比較する」という簡単な処理を並列で行うことでデータを値の順に並び替える体験では、数字を書いたカードを紙の上で動かして学習することもできますが、教室や廊下の床に描いた経路を歩いて確かめることもできます。

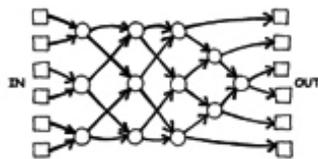


図2 CSアンブラグド教材例(ソーティングネットワーク)

CSアンブラグドを用いた授業では、体験を通して生徒に考えさせて自分たちで原理を発見させ

た後で、先生が世の中やコンピュータでどのように使われているかを説明します。

詳しくは書籍^[1]と日本語のサイト^[2]を参考にしてください。表1は書籍の内容です。

表1 CSアンブラグドの書籍の内容

章 内容	章 内容
1 2進数	7 整列アルゴリズム
2 画像表現	8 整列ネットワーク
3 テキスト圧縮	9 グラフ理論
4 誤り検出	10 ネットワーク通信
5 情報理論	11 状態を持つ機械
6 探索アルゴリズム	12 プログラミング言語

CSアンブラグドの教材開発には日本からも協力しています。図3は「ジョニーを探せ」という教材です。これは2人組で、交互にYes/Noで答えられる質問をしながらお互いが考えた番号の絵を当てるゲームになっています。「山がありますか?」という質問は、答えがYesであってもNoであっても、16枚を8枚に絞る、「まあまあ情報」を得られます。「髪の毛は黄色ですか?」という質問は、答えがYesであれば16枚を1枚に絞る「大きな情報」を得られますが、Noであれば15枚に絞る「小さな情報」しか得られません。

このようなゲームの体験を通して、「山があります」「髪の毛は黄色です」といった情報には大きさがあることを実感しながら情報量の意味や性質を学ぶ教材になっています。



図3 CSアンブラグド教材例 (ジョニーを探せ)

3. 対話的な教材を含む解説サイト

CSフィールドガイドは、CSアンブラグドのTim Bell博士が公開している解説サイトです。情報科学の内容を、動画や対話的な教材を用いてわかりやすく解説しています。このサイトは2013年に作成され、現在も開発が続けられています。CSフィールドガイドは英語で書かれていますが、日本語についても図4のようにボランティアによる翻訳が少しずつ行われています^[3]。



図4 CSフィールドガイドの日本語サイト

表2はCSフィールドガイドの内容です。

表2 CSフィールドガイドの内容

章 タイトル	章 タイトル
1 導入	9 誤り制御符号化
2 アルゴリズム	10 人工知能
3 プログラミング言語	11 複雑度と計算可能性
4 インターフェース	12 グラフィックス
5 データ表現	13 コンピュータービジョン
6 符号化入門	14 形式言語
7 圧縮符号化	15 ネットワークプロトコル
8 暗号符号化	16 ソフトウェア工学

図5は対話的な教材の例です。説明文の中にこのような「三色の量を調整して色を作る」プログラムが埋め込まれているため、説明文を読むことに加えて、実際に操作をしながら理解を深めることが可能です。データ表現の章では、コンピュータの画面等の光の混ぜ合わせ(赤/緑/青の加法混色)に加えて、印刷用の色の混ぜ合わせ(水色

／紫／黄色の減法混色)を体験できるようになっています。

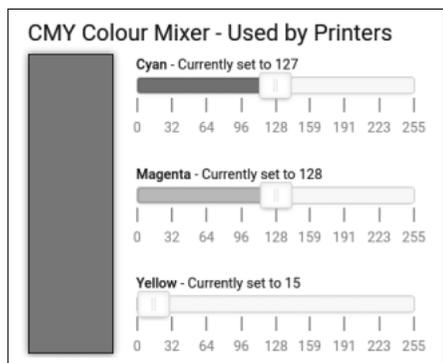


図5 対話的な教材例(減法混色)

4. クイズ問題を通して情報科学を学ぶ

毎年秋に、世界中の小中高で情報科学の問題にチャレンジするビーバーコンテスト^[4]というイベントが行われています。対象は小学5年生から高校3年生です。名前はコンテストとなっていますが、実際には参加した児童生徒が興味を持てるように工夫された問題を解くことで、情報科学の内容に興味を持ってもらうことを目的としています。2015年度は38カ国から130万人以上が参加しました。日本では文部科学省の後援で情報オリンピック日本委員会が実施しています。

図6はビーバーコンテストの問題例です。順序のわからなくなった処理の手順を復元する問題を通して、処理には逐次的な実行が行われることと、処理の順序に意味があること、処理の順序によって結果に違いが出ることなどを学ぶことができます。

2015-アニメーション(非対話型)

ピ太郎(ピたろう)は、顔の絵をならべて、顔が少しずつ変化するアニメーションを作ろうとしています。アニメーションがスムーズに動くように、となり同士の絵は顔の養葉(ようそ)が1つだけがちがっています。ピ太郎は、うっかりと絵を混としてしまい、順番が分からなくなりました。運良くさいこの絵は手元に残っています。

残り(のこり)の5まいの絵を正しい順番にならべたのはどれでしょう。

図6 ビーバーコンテストの問題例

ビーバーコンテストへの参加は学校単位で申し込みます。オンラインで実施する形式で時間は30分程度です。希望した場合は参加した児童生徒に参加証が贈られます。

5. データベースを通して情報システムを理解する

データベースは社会において情報システムを支える重要な役割を担っています。「社会と情報」「情報の科学」でも情報システムは扱われてきましたが、「情報I, II(仮称)」においてもデータベースは重要な役割を果たす予定です。また、ビッグデータに代表される大量のデータの扱いと、データサイエンスに代表されるデータの分析も加わることが検討されています。

データベースについては、サクセス(sAccess)^[5]というオンライン学習ツールを利用することで、Webブラウザから実際のデータを表示する形で、選択や結合などのデータベース操作を体験的に学習することができます。図7はsAccessの画面例です。



図7 sAccessの画面例

サクセスでは、高校の先生方の協力で、「コンビニ」「図書館」などの生徒に身近なデータベースが用意されています。

これらの用意されたデータを授業で利用することができるほか、先生がExcelなどからデータを登録することも可能で、生徒に画面から好きな商品を登録させることで、クラスごとのオリジナルのお店を作る授業の展開も可能になっています。

6. Webブラウザでプログラミングを学習する

プログラミング教育の必修化が予定される中で、事前のインストールをすることなく授業で利用できるプログラミング環境は重要です。このような考えから、ドリトル^[6]、sAccessなどのさまざまな教育用のプログラミング環境を開発してきました。現在はJavaScriptやドリトルなどの複数の言語に対応したビットアロー^[7]というオンライン教材を開発しています。ビットアローは次のような特徴を持っています。

- ブラウザで動作しインストールが不要
- プログラムを画面上で記述し実行できる
- 作品をタブレットなどで実行できる
- 教員が授業を登録し管理できる

図8はビットアローでドリトルのプログラミングをしている画面例です。画面の左側にはファイルの一覧が表示されています。画面の中央部ではプログラムを編集できます。画面の右側には実行画面が表示されています。図9はビットアローでC言語のプログラミングをしている画面例です。文字でサインカーブを描いてみました。

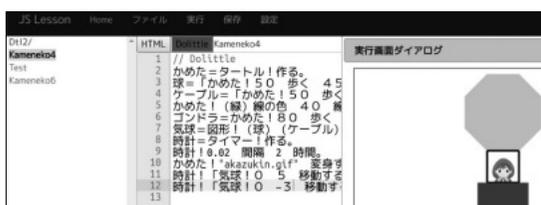


図8 ビットアローの画面例（ドリトル言語）

ビットアローでは、ドリトルやCなどのプログラムは、JavaScriptに変換されてブラウザ上で動作します。軽量なため、PCへの負担が小さいことが特徴です。授業用の関数などが用意されているため、JavaScriptを学習する場合でも、従来と比較して簡潔にプログラムを学習できます。

オンラインの教材はインストールなどが不要な反面、ネットワークが遅かったり接続できない場



図9 ビットアローの画面例（C言語）

合に授業を行えない問題がありました。ビットアローでは、学習中の生徒のプログラムなどをWebブラウザの内部に保存することで、ネットワークの状態に影響されずに授業を進めることができるようになっています。そして、ネットワークが通信できるようになったタイミングでサーバーにプログラムが提出され、先生がプログラムを閲覧したり、生徒が自宅などで学習を続けられるように工夫されています。

7. まとめ

情報の科学的な理解を深めるためには、情報の性質からコンピュータでの処理までをバランスよく理解させることが重要です。今回は場面に応じて授業で扱えるいくつかの教材を紹介しました。これらの教材は「情報科学を楽しく学ぼう」^[8]というサイトにまとめられています。ぜひご活用ください。

参考文献

- [1] 兼宗進監訳：コンピュータを使わない情報教育，インターネット研究所（2007）。
- [2] CSアンプラグド <http://unplugged.jp/>
- [3] CSフィールドガイド <http://unplugged.jp/csfg/>
- [4] ビーバーコンテスト <http://bebras.eplang.jp>
- [5] サクセス <http://saccess.eplang.jp>
- [6] ドリトル <http://dolittle.eplang.jp>
- [7] ビットアロー <http://bitarrow.eplang.jp>
- [8] 情報科学を楽しく学ぼう <http://kanemune.eplang.jp>