

コンピュータを使わない情報教育 ～アンプラグドコンピュータサイエンスの実践報告～

神奈川県立松陽高等学校教諭 保福 やよい

1. はじめに

教科「情報」（以下「情報」）が今年で5年目を迎えた。新しい科目であり、各校で活発に教材研究される一方、昨年10月には「未履修問題」が明らかになり大きな問題となった。

受験校においては、「情報」は受験に必要な科目とみなされたようだが、「情報」は現在の教育にはない、「コミュニケーション力」、「自ら原理を発見する力」、「科学や技術への興味」などを育てる貴重な科目となりうる。

神奈川県立松陽高等学校（以下、本校）では、「情報B」を第2学年に設置して4年目となる。本校でも、情報教育の目標の1つである「情報の科学的理解」については、難しい内容もあり実践に苦勞していた。

ところが、今年1月より「コンピュータを使わない情報教育 アンプラグドコンピュータサイエンス」（以下、アンプラグド）に基づいた授業実践を行い、生徒に情報科学に対する理解を深め、興味を持たせることができた。以下は、アンプラグドの内容とその実践報告である。

2. アンプラグドとは



図1 アンプラグド本

コンピュータアルゴリズムの専門家であるニュージーランドのTim Bell博士が当時5歳だったお子さんに情報科学を教えたときの体験を元として10年以上かけて書かれた。

アンプラグドは、洗練された教材を使い、自分の手を動かしながら理解することで、情報科学の代表的な内容を、小学生以上の生徒が興味を持って、意欲的に学習することが可能である。

このテキストは、中国語、韓国語、アラビア語、スウェーデン語などに翻訳され、日本でも2007年夏、兼宗進（一橋大学准教授）が中心になり翻訳出版された。

アンプラグドでは、「ゲーム」や「手品」「体を使った活動」、「グループワーク」などを通して、コンピュータを使わなくても、コンピュータの基本原則が誰でも楽しくわかるような工夫がされている。

3. 各章と情報A, B, Cとの関連

12のテーマを、教具とワークシートを使って学習する。それぞれの内容は、高等学校から大学の専門課程で扱われる内容であるが、小学生でも理解できるように構成されている。また、情報A, B, Cとの関連は次の表のようになる。情報Bと関連性は高いが、情報A, 情報Cでも有効活用できることがわかる。

表1 章構成および情報A, B, Cとの関連

章	タイトル	対称年齢	内容	A	B	C
1	点を数える 2進数	7歳以上	2進表現	○	○	○
2	色を数で表す 画像表現	7歳以上	画像のビット表現	○	○	○
3	それ、さっきも言った！ テキスト圧縮	9歳以上	LZ法	○	○	○
4	カード交換の手品 エラー検出、訂正	9歳以上	パリティ	○	○	○

5	20の扉 情報理論	9歳 以上	情報量		○	○
6	戦艦 探索アルゴリズム	9歳 以上	線形・二分 探索、ハッ シュ法		○	
7	1番軽いと1番重い 整列アルゴリズム	8歳 以上	選択ソ ート、クイ ックソ ート		○	
8	時間内に仕事を終える 並び替えネットワーク	8歳 以上	並列処理			
9	マッディ市プロジェクト 最小全域木	9歳 以上	最小全域木			
10	みかんゲーム ルーティングとデッドロック	9歳 以上	デッドロ ック			○
11	宝探し 有限状態オートマトン	9歳 以上	オートマ トン			
12	出発進行 プログラミング言語	7歳 以上	人工言語		○	

章の中身を簡単に紹介する。図2～6は著者の許可を得て引用する。

第1章 カードで2進数を学ぶ。次に、文字をコード化し、ライトのon/off、音の高低でメッセージゲームを行う。メモリやCD-ROMで内容を記憶する仕組みの解説がある。

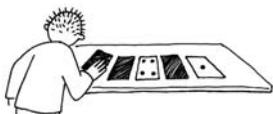


図2 点を数える

第2章 画像をピクセルに分割し、コード化して送るゲームにより画像のデジタル化について学ぶ。FAXの仕組み、圧縮の必要性についても触れている。

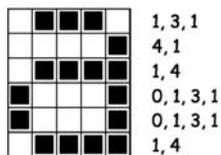


図3 色を数で表す

第3章 詩や童謡を題材に繰り返しの語句をキーとしたパズルを解く。圧縮技術の解説がある。

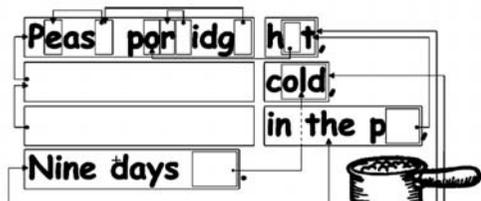


図4 君の言うとおり！

第4章 両面マグネットを使ったパリティの手品を実演し、考えさせることにより、同じ仕組みがISBNコードやバーコードに使われていることを学習する。データ送信時のエラー検出についての解説がある。

第5章 情報量を扱う。Yes/Noによる数当てゲームで情報量を学習し決定木へとつなぐ。エントロピーやシャノンの法則についての解説がある。

第6章 ワークシートを用いた対戦ゲームで線形探索、二分探索、ハッシュ法の特徴、長所、探索の回数について学ぶ。また、コンピュータでの探索の重要性についての解説がある。

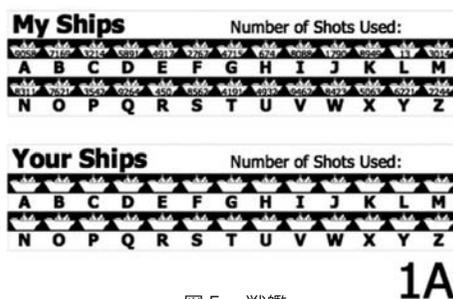


図5 戦艦

第7章 天秤ばかりを使って8個の重りを重さの順に並べることで、選択ソート、クイックソートの特徴と比較回数の違いについて学ぶ。挿入ソート、バブルソート、マージソートの紹介と整列の必要性が解説されている。

第8章 並列処理のパズルを解く。次にカードを持った生徒が地面に描いた並び替えネットワーク図上を実際に動き、並列処理を体験する。複数のCPUで処理する利点の解説がある。

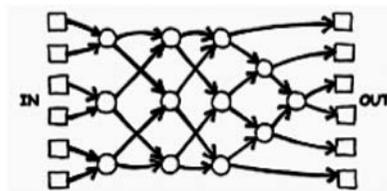


図6 時間内に仕事を終える

第9章 すべての家を最短距離で結ぶゲームを通して、最小全域木、グラフ理論を学習する。「巡回セールスマン問題」などにも触れ、グラフが実世界の中でも様々なネットワークで利用されていることの解説がある。

第10章 ネットワークにおけるルーティングとデッドロックを、みかんをやり取りするゲームにより体験する。

第11章 海賊船の仲間たちが島々の間を航海するというゲームを通して有限状態オートマトンを体験する。銀行のATMや人工知能への応用の解説がある。

第12章 命令されたとおりに絵を描いたり、指示されたことを実行したりするゲームにより、プログラミングをコンピュータの気持ちになって生徒が体験する。コンピュータプログラミングとエラーについての解説がある。

4. 授業例 第4章 カード交換の手品

(1) 関連単元

情報A 情報機器の発達と仕組み

情報B 情報通信と計測・制御の技術

情報C 情報通信ネットワークの仕組み

(2) 授業の内容

- ①両面マグネットカードを36枚用意する。
- ②25枚のカードを黒板に5×5の形に表裏ランダムに置く（生徒にやらせるとよい）。
- ③手品師は「ちょっと難しくするからね」といながら残りのカードを使って、何気なく縦と横に1列加え、6×6の形にする（縦横の黒カードが偶数になるように置く）。
- ④手品師は目を閉じている間に、生徒は1枚のカードを裏返す。手品師は見つけられるか？
- ⑤手品師は易々とカードを見つけ、生徒は驚く。最初の手品師役は教員がやるが、2回目、3回目は仕組みがわかった生徒が手品師役を務め

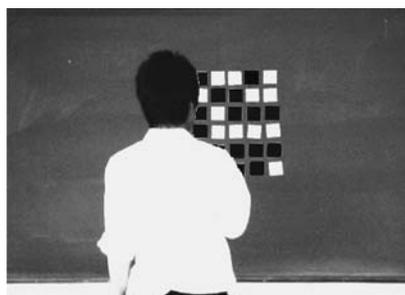


図7 手品師役の生徒



図8 班ごとに手品

る。3回ほど実演し仕組みがわかった生徒が増えたところで、4人ほどの班に分かれ班ごとのカードで手品を実演する。同時に「空`気（偶奇）読め」というヒントも必要に応じて出す。あちこちから「わかったあ！」という歓声が聞こえる。2回ほど実演するとほとんどの生徒が理解する。

- ⑥手品の仕組みは実生活の中でもエラー発見、エラー訂正の方法として使われていることを説明する。実例としてISBNコード、バーコードを挙げる。ISBNコードの計算をさせると理解が深まる。

【授業後のアンケート】

「パリティについて理解できましたか」という質問に対して「理解できた94%」「理解できない6%」, 「パリティが実生活の中でどのように使われているか理解できましたか」という質問に対して「理解できた90%」「理解できない10%」, 「パリティチェックの手品の法則を自分で発見できましたか」という質問に対して「ヒントなしでできた35%」「ヒントありでできた32%」「教えてもらって理解できた32%」「理解できない0%」, 「ISBNコードの法則が理解できましたか」という質問に対して「理解できた90%」「理解できない10%」という結果になった。

自由記述欄には「難しいパソコンの話がわかりやすかった」「面白い、楽しい、不思議」「ISBNコードに対する疑問が解消した」「単純にエラー検出できるなんてすごい」などの感想が多く寄せられた。

5. アンプラグドの特徴

本校では共同研究者である井戸坂幸男教諭（松阪市立飯南中学校）の協力を得て、12章のうち9章の内容を実践した。そのうえで、アンプラグドの特徴を述べてみる。

(1) 原理を発見する喜び

コンピュータの仕組みについて知識だけ与えても深い感動は得られないだろう。アンプラグドではゲームやパズルを通して生徒自身が原理を発見できるので心地よく、印象に残る。

(2) コミュニケーション力がつく

アンプラグドではグループでパズルやゲームに取り組み、仕組みについて話し合う。グループワークをすることで、閉じた人間関係が広がり、集団が活発になる。また、自分が発見した原理を友達に説明することで、論理的に考え説明する力がつくことが期待できる。

(3) 楽しく、面白い

アンプラグドは、ニュージーランドやアメリカではサイエンスショーとして多くの子供たちを楽しませてきた。ショー的要素がふんだんにあるため、授業でも生徒の興味を強く惹きつけ離さない。また、教員も授業を大いに楽しむことができる。

(4) 科学や技術への興味を育てる

コンピュータは携帯電話やゲーム機など多くの電子機器で活用されており、生徒にとって身近な存在である。アンプラグドのゲームやパズル、手品の仕掛けと同様なものがFAXやコンピュータなどの技術の原理として使われていることを知り、生徒は驚き、感動する。

(5) 顔が見える授業

パソコンを使った授業は、生徒が画面に向かっているため、教員は生徒の顔を覚えるのが難しい。アンプラグドではパソコンを使わず、生徒が主体となった授業を行うので、教員も生徒の顔を容易く覚えることができる。

6. おわりに

Computer Science Unpluggedは、「情報科学を子供たちに」という非営利のプロジェクトで、アメリカをはじめ世界各国で展開されている。

「アンプラグドプロジェクトの目標は、面白くて魅力的で知的で刺激的な学問である情報科学を若者に伝えることである。特定のソフトウェアやシステムに依存しない原理や2020年でもまだ新しさを感じるアイデアを伝えたい」とUnpluggedのサイトにはある。

10年以上前に書かれたアンプラグドが最新のもののよう感じられるのは、コンピュータの原理が古くて新しいものだからだ。コンピュータの原理を少しでも学んだ生徒は、システムトラブルに遭遇してもシステムに巣くう魔物の仕事とは思わないだろう。アンプラグドで学ぶことで、身の回りの技術の原理がわかり、様々なことに興味を持ち、探求する楽しさを忘れないだろうと思う。

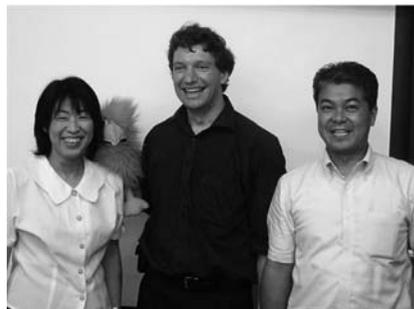


図9 筆者、ParrotとBell博士、井戸坂教諭

参考文献

- [1] Tim Bell著(兼宗進監訳)：「コンピュータを使わない情報教育 アンプラグドコンピュータサイエンス」イーテキスト研究所，2007
<http://www.etext.jp/unplugged.html>
- [2] 兼宗進，正田良，紅林秀治，鎌田敏之，井戸坂幸男，保福やよい，久野靖：「コンピュータを使わない情報科学教育—Computer Science Unpluggedの翻訳と実践」情報処理学会 情報教育シンポジウム (SSS2007)
<http://kanemune.eplang.jp/data/sss07unplugged.pdf>
- [3] Computer Science Unplugged
<http://csunplugged.com/>
- [4] コンピュータサイエンスアンプラグド情報
<http://dolittle.eplang.jp/?unplugged>