

アンプラグドとドリトルで広がる情報教育の世界

一橋大学
兼宗 進

1. はじめに

小学校から大学までの情報教育において、コンピュータの仕組みを学習するための効果的な教材を紹介する。ひとつはコンピュータを使わずに、情報科学を体験的に学ぶことができる「コンピュータを使わない情報教育」であり、もうひとつは初心者から学べて飛行船の制御まで行える教育用のプログラミング言語である。

2. アンプラグド

昨年、筆者の周囲で情報教育を一変させたのは、アンプラグド [1] の出版と授業研究であった。アンプラグド [2] は、ニュージーランド・カンタベリー大学のティム・ベル博士が開発した、教具を使った情報教育手法である。カードや磁石、ピンポン球などを使い、体験的にコンピュータの原理を学ぶこ

とができる。その内容は「二進法、画像のビット表現、圧縮、エラー訂正、情報量、探索、整列」など多岐に渡っており、高校の教科「情報」に対応させて扱うことができる。

アンプラグドの特徴は、先端のコンピュータ科学者が 10 年以上の歳月をかけて、教育現場と密接に連携しながら教材として磨き上げた点にある。その成果は徐々に広がりを見せ、Google から支援を受けたビデオ教材をインターネットで公開しているほか、現在は欧米の言語のほか、韓国語や中国語、日本語などに翻訳されている。

国内では、翻訳と並行して中学校、高校、大学で実験的な授業を実施し、情報教育に効果があることを確認した。2007 年 9 月には、ティム・ベル博士を日本に招き講演会を行った。その際、日本における独自の取り組みという点で感銘を受けたというコメントをいただいた。表 1 にアンプラグドの内容を示す。

表1 アンプラグドの章構成

| 章 | タイトル | サブタイトル | 対象年齢 | 内容 |
|----|--------------|---------------|------|------------|
| 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 | きみの言うとおり! | テキスト圧縮 | 9歳以上 | LZ法 |
| 4 | カード交換の手法 | エラー検出とエラー訂正 | 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、ハッシュ |
| 7 | いちばん軽いいちばん重い | 整列アルゴリズム | 8歳以上 | 選択、クイック |
| 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 | 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 |

図 1 は第 4 章の説明図である。ここでは女子生徒を生徒 A、男子生徒を生徒 B と呼ぶ。

1. 生徒 B は黒板にマグネットを貼る。この例では縦横が 5 枚ずつになっている。マグネットの両面は白と黒の色が付いており、規則性のないようにランダムに並べる。
2. 生徒 A は「もう少し難しくしましょう」と言いながら、右端と下端に 1 列ずつ追加する。
3. 生徒 B は、生徒 A が後ろを向いている間に 1 枚を裏返す。
4. 生徒 A は黒板を見て、裏返されたカードを当てる。

この手品の原理は 5 ビットのデータに付加した 1 ビットのパリティである。通常は 1 ビットのパリティにより 1 ビットの反転を検出できるが、どのビットが反転したのかは特定できない。この手品では、データとパリティをマトリクス状の配置にすることにより、1 ビット (1 枚) の反転に対して場所を特定することを可能にしている。

この例からわかるように、アンプラグドでは、コンピュータで使われる情報科学の原理を、コンピュータを使わずに学習する。パリティという言葉はいずれ忘れてしまうかもしれないが、「チェック用のデータを付加することで、データの誤りを検出できるようになる」という本質的な考え方は強い体験として残ることになる。

今回は紙面の関係で第 4 章だけを取り上げたが、他の章もカードなどの教具を使いながら、同様の学習を行えるように工夫されている。

3. ドリトル

ドリトル [3] は教育用に設計されたオブジェクト指向言語である。簡潔な構文を採用しており、プログラムを日本語で記述できる。オブジェクトは複製により生成する。複雑なクラス定義が不要である。ドリトルの処理系は Java により記述されており、Java が動くさまざまな環境で動作する。図 2 にドリトルの実行画面を示す。

図 3 にドリトルのプログラム例を示す。これは ISBN (以前から使われてきた 10 桁のもの) のチェックディジットを計算するプログラムである。通常のプログラミング言語と同様に記述できるが、変数名や記号に日本語文字を使えるところが特徴的である。

代入は " = " を使う。" obj ! arg1 arg2 ... msg " は、オブジェクト (obj) に対するメッセージ送信で、msg はメッセージ名、arg1 arg2 ... は引数である。" ISBN " や " 合計 " は変数名であり、宣言なしに使うことができる。" [...]" はブロックを表し、" |...|" は繰り返しの回数を引数として受け取っている。

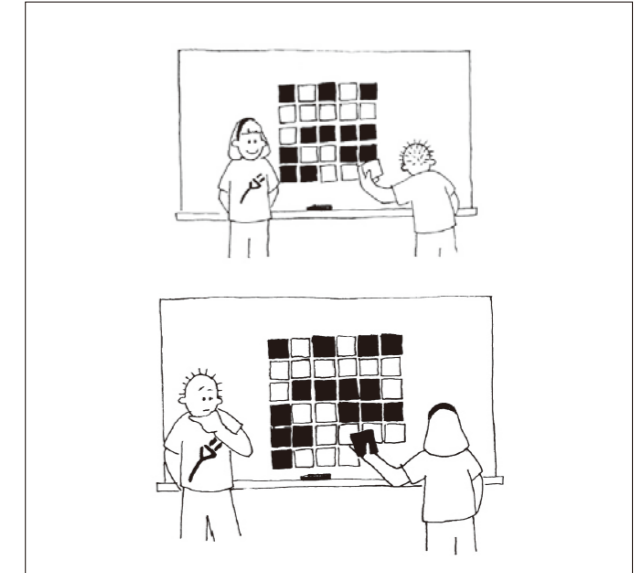


図1 パリティの手品

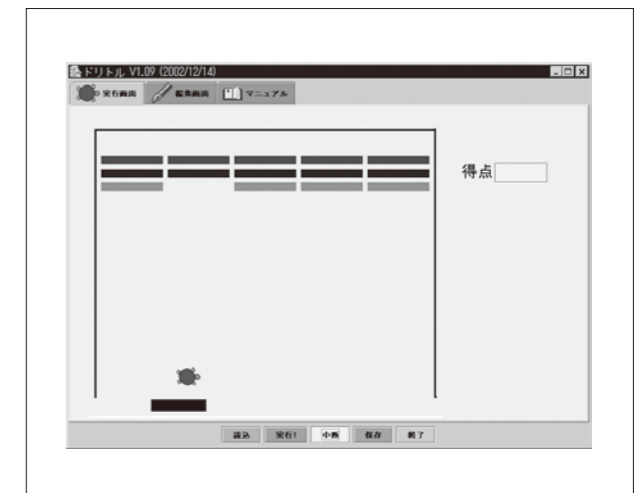


図2 ドリトルの実行画面

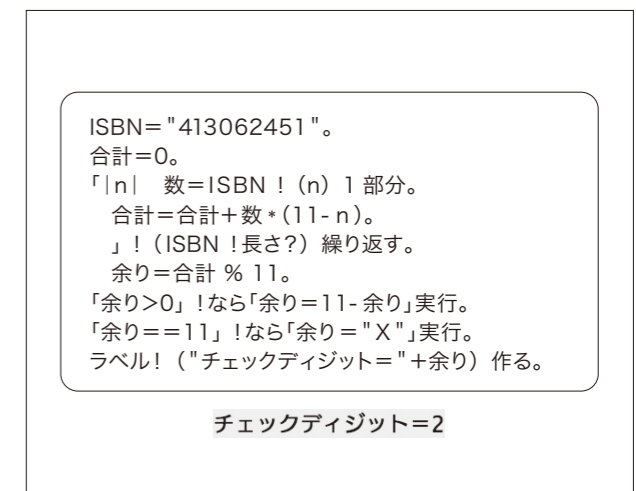
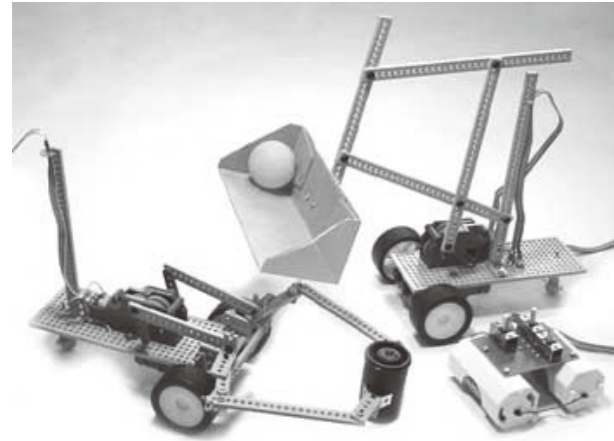


図3 サンプルプログラムと実行例



「[...]なら[...]実行」は、条件分岐である。最後に求めた値を画面上にラベルとして表示している。

3.1 ネットワークプログラミング

ドリトルのオブジェクトサーバーを使うと、異なるコンピュータで動いているプログラム同士の通信が可能である。図4に、オブジェクトサーバーにオブジェクトを登録/取得するプログラム例を示す。この例では、生徒にネットワークの通信を意識させるために、サーバーをIPアドレスで明示的に参照している。

図5は、中学校で行った授業の作品例である。1人用に作成した図2のピンポンゲームをネットワークで通信して動作するように修正し、2人で遊ぶ対戦型になっている。

3.2 制御プログラミング

ドリトルから外部機器を操作することが可能である。図6に自走式のロボットカーを示す。

ロボットを制御するプログラムでは、画面の中だけでなく現実世界のオブジェクトを操作することができるため、より直接的なフィードバックを得ることができる。また、センサーによる判断を行いながら外部機器を制御するプログラミングを通して、多くの家電製品などに内蔵されたコンピュータの仕組みを体験的に学ぶことが可能である。

ドリトルの制御機能を応用すると、自動車タイプのロボットだ

ロボ太=MYU!作る。
ロボ太!"com1"ひらけごま はじめロボット。
ロボ太!スイッチスタート 10 後退 15 左前 15 左後
前進・入力で停止。
ロボ太!おわりロボット とじるゴマ。

図6 制御プログラム例と赤外線転送

カメラ=タートル!作る。
サーバー!"192.168.xxx.yyy"接続。
サーバー!"kameta" (カメラ)登録。

サーバー!"192.168.xxx.yyy"接続。
カメラ=サーバー!"kameta"複製。

図4 オブジェクトの登録と取得

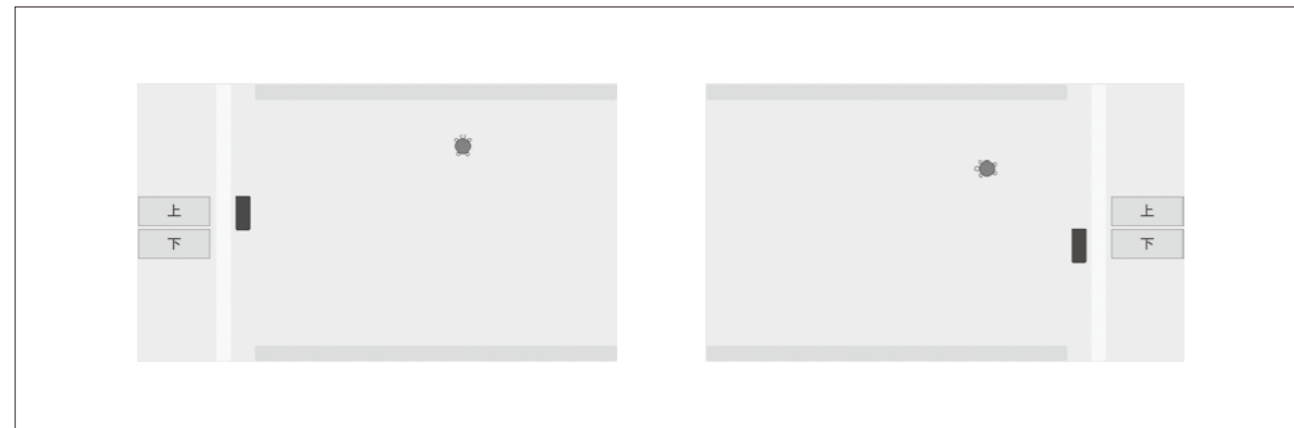


図5 生徒作品(対戦型ピンポンゲーム)

けでなく、二足歩行ロボットや飛行船ロボットなどの制御が可能になる。京都情報大学院大学の江見准教授の研究グループは、自作の飛行船教材を制御するドリトルプログラムを開発し、2007年秋のオープンキャンパスなどで公開した。図7に操作画面と飛行船を示す。

4. おわりに

コンピュータはパソコンだけでなく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、情報科学で学ぶ内容は、実は生徒にとって身近な興味のある題材である。

一方、探索やソートなど、個々の内容を取り出した学習では、日常生活との結び付きを理解することが難しいため、何のために学ぶのかを生徒が理解することは難しいという問題があった。

今回紹介したアンプラグドでは、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。そして、ドリトルを用いることで、アンプラグドで学習した内容を、実際にプログラムという形で実現し、ネットワーク通信やロボット制御という形で動かして確認することができる。

アンプラグドの翻訳とドリトルの開発に協力していただいた関係者のみなさまと、飛行船の制御を実現してくれた京都情報大学院大学の江見研究グループのみなさまに感謝いたします。

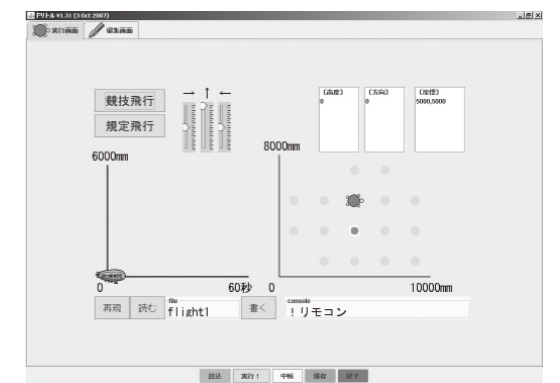


図7 飛行船の制御

- 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：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、<http://www.etext.jp/unplugged.html>
 - [2] コンピュータサイエンスアンプラグド、<http://dolittle.eplang.jp/?unplugged>
 - [3] 兼宗進「プログラミング言語ドリトル：グラフィックスから計測・制御まで」イーテキスト研究所、(近刊)<http://dolittle.eplang.jp/>

兼宗 進
Susumu Kanemune

千葉大学工学部電子工学科卒業、筑波大学大学院理工学研究科修士課程修了、工学修士。企業勤務の後、筑波大学大学院ビジネス科学研究科博士課程修了、博士(システムズ・マネジメント)。一橋大学総合情報処理センター助教授。主な研究対象分野はコンピュータ教育。自ら教育用プログラミング言語「ドリトル」の開発も手がける。