

# 日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第	5	回	助成期間：	平成 19 年11月1日～平成 20 年10月31日（期間 1 年間）	
テーマ：	コンピュータを使わないで教えるコンピュータ科学教材の研究				
氏 名：	紅林 秀治	所 属：	静岡大学	登録番号：	07012

## 1. 課題の主旨

情報教育が学校教育の中で行われているが、操作を主体にした体験学習が非常に多い。コンピュータを科学的に理解する方法には、コンピュータプログラムを教育の中に取り入れることも大切であるが、教育実践者の中にはコンピュータプログラムを積極的に学習しようとする者は少ない。しかし、コンピュータが日常生活に普及してきた現在、コンピュータの仕組みの概要がわかる程度の素養がなければ、コンピュータを正しく使い、コンピュータを適切に管理できる能力は育たない。さらに、コンピュータを扱うことのリスクの理解が進まず、コンピュータへの過信が招く事件やコンピュータシステムのエラーによる事故などが繰り返されることになる。そこで、コンピュータプログラムを使わずにコンピュータを科学的に理解する方法として、情報処理の仕組みが非常にシンプルな構造でできていることに注目した。そして、教室にある紙や黒板などを使って教える方法を考えれば、コンピュータを使用しなくても、コンピュータを科学的に捉える学習が可能になると考えた。もし、それらの教材ができあがれば、コンピュータ科学を小学校から高等学校までひろく教えることが可能な教材ができることになる。本研究では、それらの教材を開発し授業実践し評価することを目的とする。

## 2. 準備

本研究は、教材調査、教材作り、実践研究で構成されている。

- 1) 教材調査では Tim Bell 氏が開発した Unplugged Computer Science を利用した。
- 2) 教材作りでは、Unplugged Computer Science 教材を小・中学生向けに改良した。
- 3) 小学生、中学生および教員で実践を試み、教材の評価を試みた。

## 3. 指導方法

### 1. 教材調査

コンピュータを使わないで行う教材として、先に Tim Bell 氏が著した「Unplugged Computer Science」を参考にした。表 1 のような 12 個の章で構成されている。個々の内容は、高等学校から大学の専門課程で扱われる情報科学の重要な考え方である。しかし、タイトルや対象年齢からわかるように小学生でも理解できるように構成されている。

### 2. 教材作り

小中学生を対象にした教材にするため、以下のことを念頭に教材化を行った。

- ① 学習の中にゲームを取り入れる。
- ② 具体物の試行錯誤から学べるようにする。

- ③ 集団で学べるようにする。
- ④ 紙や 100 円ショップ等で手に入る材料で教材化できる。

表1:内容表

番号	タイトル	内容
1	点を数える	2進表現
2	色を和で表す	画像のビット表現
3	それ、さっきも言った	LZ法
4	カード交換の手品	パリティ
5	20の扉	情報量
6	戦艦	線形、二分、ハッシュ法
7	一番軽いと一番重い	選択、クイック
8	時間内に仕事を終わる	並列処理
9	マッディ市プロジェクト	最小全域木
10	みかんゲーム	デッドロック
11	宝探し	オートマトン
12	出発進行	人口言語

### 3. 実践と評価

小学生、中学生、教員を対象に実践し、評価を試みる。

評価方法は、アンケート調査で行う。小学生においては、アンケート評価が難しいためその場での感想等で確認した。教員に対しては、中学校「技術・家庭」担当の教員研修会にて実践をする。中学校においては三重県松坂市立飯南中学校の協力で授業実践を行った。小学校に関しては、たかはま夢・未来塾の研究協力により実践を行う。

## 4. 実践内容

### 1. 小学校

日時：2008年 1/13(日) 14:00-16:00

場所：高浜市立高浜中学校 PC ルーム

対象：高浜市の児童 30～40 名を予定。小学校5年～中学生。

【授業内容】は、次の4つで行った。

- ・学習1 2進数
- ・学習2 画像表現
- ・学習3 テキスト圧縮
- ・学習4 エラー検出とエラー訂正

### 2. 中学校

○第1回目

- ・日時：2008 年1～3月、
- ・場所 三重県松坂市立飯南中学校
- ・対象 中学3年生、「技術・家庭」の選択授業

この選択授業は、全員履修となっており、少人数クラスで実施している。16 名×4 クラスで、全 10 時間程度実施した。

#### ○第2回目

- ・日時 2008 年4～9月、
- ・場所 三重県松坂市立飯南中学校
- ・対象 中学3年生、「技術・家庭」の必修授業「情報とコンピュータ」

12 名×4 クラスで、全9時間程度実践した。この実践では、独自のワークシートを訳書に基づいて作成し使用した。必修授業のため、評価問題(期末テスト)も作成し、授業としての評価も行った。

#### ○その他の中学校

- ・日時 2008 年4月～6月
- ・場所 静岡県藤枝市立葉梨中学校
- ・対象 中学2年生 「技術・家庭」の必修授業「情報とコンピュータ」

35 名×4 クラス 全6時間程度実施した。FAX 送信に関してワークシートを用いて実施した。

#### 3. 教員対象

- ・日時 2007 年 11 月 20 日
- ・場所 岡部町立岡部中学校
- ・対象 藤枝市と岡部町の中学校「技術・家庭」(技術分野)教員 9 名

Fax の仕組みや、並列並べ替えの教材作りについて研修を行う。

## 5. 成果・効果

### 小学校

2 進数をカードを利用して、教えることで、2 進数と 10 進数の関係を比較的早く理解できることがわかった。また FAX シートでは、自分がデザインする絵を数字に置き換え再現することで、絵が復元されることを体験的に学ぶことができた。

### 中学生

小学生同様、2 進数や FAX の原理等を、FAX の受信音をから想像できるようになった。さらに、パリティチェックの意味も理解できるようになるなど、難しいと思われる情報理論の基本的な考え方も学習できるようになった。

### 教員

技術の授業として情報理論だけで終わってしまうのは、教材としてまだ不十分であるという感想をもらった。実際のコンピュータの仕組みにまで理解を新手させるためには、活動やゲームで終わるのではなく教師の解説が重要であるということがわかった。

## 6. 所 感

授業の感想から、ものの原理や本質を考えるきっかけとなったり、深く考える態度を作る上でのきっかけの授業となったりしていることがわかる。また、ゲームなどを楽しみながらの授業であるため、生徒の興味・関心も

高く、楽しい授業ができる教材であることもわかる。しかし、教材が扱っている情報科学の内容は、現在の中学校「技術・家庭」のカリキュラムには含まれていないが、高校の教科「情報」には含まれている。中学校で扱われていない理由は、はっきりとはわからないが、もし、情報科学の内容が難しすぎるために中学生には理解が困難であると判断されていたとすれば、この教材によって解決できる可能性がある。情報科学にふれさせ、ものの原理や本質を考えることは教育の本質とも関わって重要なことである。初等中等教育のできるだけ早い段階で考えさせ、ものの見方を育てることは大切である。

## 7. 今後の課題や発展性について

我々が取り組んだ教材は、コンピュータの原理や仕組み基本的な考え方の学習には最適であるが、実際のコンピュータではどんな具合に動いているかという部分になると電気回路にまで発展させて扱雨必要がでてくる。小学生に電気回路まで含めて扱うことは大変である。しかし、実働の動きと結びつかないと、原理や仕組みの基本的な考え方がわかったとしても単なるその場の知識として終焉する。コンピュータ回路と結びつけた教材開発が望まれる。

## 8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

井戸坂幸男、保福やよい、鎌田敏之、紅林秀治、兼宗 進、久野 靖砦:コンピュータを使わない情報教育実践の試みと課題、第25回日本産業技術教育学会東海支部大会 講演論文集,pp130-138,2007

### 【教材制作方法】

- ・実施内容が教材開発の場合、ここから1～2ページ使って、教材の制作方法を記載願います
- ・実施内容が教材開発でない場合、このページ以降を削除願います

ここでは、簡単な教材例を紹介する。なお使用した図は、「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」兼宗進(監訳)正田良、鎌田敏之、紅林秀治(翻訳) (イーテキスト研究所)から引用した。

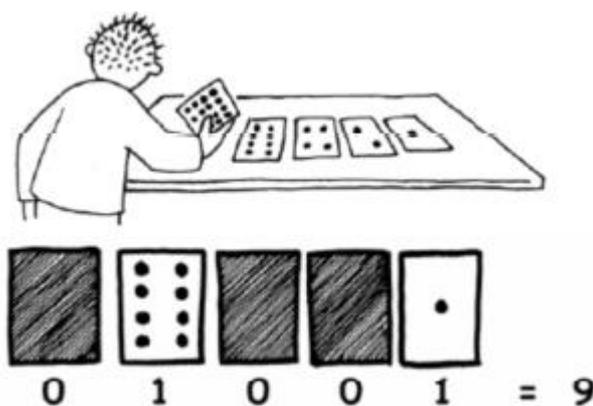


図1 2進数のカード

2進数を扱っている。最初に図1のようなカードで2進数を理解し、続いて文字をコード化してモデムのように音の高低で伝達するゲームを行う。最後にコンピュータのメモリやCD-ROMで情報を記憶する仕組みを解説している。

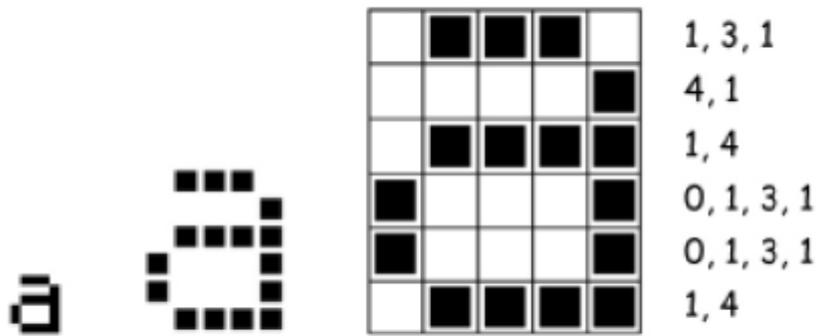


図2 画像を数値でコード化

画像のビット表現を扱っている。最初にマトリクスに描かれた図形を白と黒の並びの数でコード化する。続いて自分の絵をコード化し、同級生が元の絵に戻すゲームを行う。最後にコンピュータや FAX での画像のコード化や圧縮の効果を解説している。

図2 のような形で、画像をコード化することを学習する。

自分の船

攻撃の回数:													
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	

相手の船

攻撃の回数:													
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	

1A

1A対1Bで対戦するゲーム

(相手のアルファベットを当てたら勝ち)

自分の船

攻撃の回数:													
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	

相手の船

攻撃の回数:													
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	

1B

図6 戦艦ゲームのワークシート

探索アルゴリズムを扱っている。最初に生徒を並ばせて、ランダムな並びとソートされた並びで探索の効率を比較する。続いて2人組で相手の数を当てる戦艦ゲーム(図6)を行い、線形探索、二分探索、ハッシュ探索を比較する。最後にコンピュータでの探索の重要性を解説している。

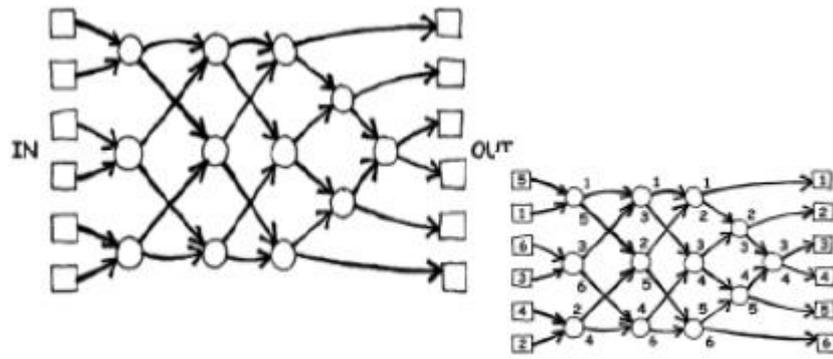


図7 並び替えネットワークシート



整列の並列処理を扱っている。バラバラの値を持った人々が床に描かれた線をたどって歩くと、最終的に整列された並びになるゲーム(図7)を行う。続いて、複数の比較を同時に行った場合とそうでない場合の効率を比較する。最後に複数のCPUで処理する利点を解説している。