

## 公開講座でのコンピュータ・サイエンス・ アンプラグドの実践

久保田 賢 二

### 要 旨

公開講座において、コンピュータを使わない情報教育の手法であるコンピュータ・サイエンス・アンプラグドを利用した講義を行った。公開講座の受講生には、高齢者や情報を専門に学んできていない方が多いことから、コンピュータ・サイエンス・アンプラグドを利用することにより、楽しく、興味を持ってコンピュータの仕組みや原理を学ぶことができると考えたからである。講座では、まず、伝言ゲームで情報伝達の過程においてエラーが発生することを体験し、システムにエラー検出とエラー訂正の機能が必要であることを理解する。次にエラー検出とエラー訂正の原理を暗示する「カード交換の手品」を行い、受講者の興味を惹きながら講義を進めた。さらに、バーコードのチェックサムの原理を学び、チェックサムを実際に計算してみた。以下に、講座の全体計画、実際に実施した様子、実施の結果などを報告する。

キーワード：コンピュータ・サイエンス・アンプラグド、カード交換の手品、エラー検出と訂正、パリティチェック、チェックサム

## 1. はじめに

コンピュータ・サイエンス・アンプラグド<sup>i</sup>（以下「CSアンプラグド」という）は、コンピュータを使わずに、コンピュータの仕組みや原理を学ぶ教育手法である。ニュージーランドのTim Bell博士らが提唱した。CSアンプラグドは、ゲームをしたり、カードを使ったり、グループ活動をしたりして、コンピュータの仕組みや原理を学ぶ。小学生から、楽しく、興味を持って学ぶことができるように指導書が英語で書かれている。日本では兼宗進らによって翻訳書が出版されている<sup>ii</sup>。近年日本国内でもCSアンプラグドを導入した実践報告書が報告されている。<sup>iii iv</sup>

例年、長野女子短期大学の公開講座では日本語文書作成ソフトや表計算ソフトの操作方法を教える講義が実施されてきた。これは公開講座の受講者が50歳代から70歳代の社会人が多く、また、情報を専門に学んでいない方が多いため、コンピュータの仕組みや原理を教えるよりコンピュータリテラシーに関する講義に中心をおいた方がよいと判断したからである。しかしながら、CSアンプラグドであれば、高齢者や情報を専門に学んできていない方であっても、楽しみながら、興味を持ってコンピュータの仕組みや原理を学ぶことができるのではないかと考え、今回の公開講座を企画した。

## 2. 講座内容

講座 コンピュータ・サイエンス・アンプラグド  
コンピュータを使わない情報教育

「カード交換の手品」

日時 2013年8月31日（土）

場所 長野女子短期大学B21

参加者 10名

CSアンプラグドの学習項目のひとつである「カード交換の手品」を次のように講義した。「カード交換の手品」は、コンピュータシステムで行われている「エラー検出とエラー訂正」について、受講生に

わかりやすく、楽しく、興味を持って学べるように「手品」を使って講義するものである。講義内容は次の通りである。

- 情報教育の現状と課題
- CSアンプラグドとは
- 伝言ゲーム
- カード交換の手品
- バーコードのチェックサム
- 講義のまとめ

### (1) 情報教育の現状と課題

講義に先立って、情報教育の3要素について説明し、次に情報教育の現状と課題について説明した。

情報教育の3要素として、「リテラシー」、「仕組みや原理の理解」、「情報と社会の関わり」があること、またそれぞれの中身について簡単に説明した。

現状と課題として今の情報教育は、リテラシー教育に偏っていること、仕組みや原理を探究することが少ないことがある。今後は、原理を探究することの喜びや考えることの楽しさを教えることが情報教育に必要である。

### (2) CSアンプラグドとは

「アンプラグド」とは聞きなれない言葉であるが、「電源に接続しない」ことを意味する。すなわち、コンピュータに電気が供給されないため、コンピュータは動かない。CSアンプラグドとは、「コンピュータを使わないで、コンピュータの仕組みや原理を学ぶこと」を意味する。コンピュータを使わないで、カードを使ったり、ゲームをしたり、グループ活動をしたりしながら、受講者の興味を惹き、思考力を育成し、コミュニケーション能力を育成する学習である。

### (3) 伝言ゲーム

「伝言ゲーム」の学習目標は、情報を伝達する過程でエラーが発生することを確認することである。

受講生を5人1グループに分け、グループの先頭者に伝言を覚えてもらう。先頭者は次のグループ員

に伝言を伝え、そのグループ員はそれを次の別のグループ員に伝えていく。最終者は伝言を用紙に記録する。そして、黒板に伝言を記入する。みんなで最終の伝言を確認し、エラーが含まれていたり、文言の追加や漏れがあったりすることを確認する。伝言には47文字の文章と8ビットの2進数を用意した。



図1 伝言ゲーム

#### (4) カード交換の手品

「カード交換の手品」の学習目標は、エラーの検出とエラーの訂正の原理を理解することである。

あらかじめ白色のマグネットシートと緑色のマグネットシートを数十枚準備しておく。受講生の一人を募り、白と緑のマグネットシートで、5行5列25枚の並びを自由に作ってもらう。更に講師が1列1行を追加して6行6列36枚のマグネットシートの並びを作る。

次に、受講生の1人を募り、講師が見ていないところで6行6列のマグネットシートのうちの1枚を違う色のマグネットシートに換える。そして、講師が色を換えられたマグネットシートの場所を当てるといものである。これを何回か繰り返し、なぜ講



図2 カード交換の手品

師が場所を当てることができるかを受講生に考えてもらう。

今回は受講生の中に緑のマグネットシートが行方向と列方向に2枚か4枚あることに気がついた方がいた。マグネットシートの一枚を変えるとその行方向と列方向の緑色の枚数が2枚か4枚ではなくなってしまう。このように徐々にマジックの種がわかり始めたので、講師が種明かしをした。マジックの種は「パリティチェックの原理」である。この後、偶数パリティチェックの原理を利用してエラー検出ができること、さらにパリティチェックを行方向と列方向に行うことによりエラー箇所が特定できるのでエラー訂正ができることを説明した。

#### (5) バーコードとチェックサム

「バーコードとチェックサム」の学習目標は、バーコードを読み取ったときのエラー検出の原理を理解することである。

バーコードとは、幅の違う白と黒の縦線を組み合わせた縞模様を使って数値データを表現する符号のことである。バーコードに光を当てて、反射光を読み取ることにより数値データを読み取ることができる。ところがバーコードは毎回正しく読み取れるとは限らない。バーコードの印刷面が曲がっていたり、バーコードの縞模様に水滴やごみがついていたりすると正しいデータを読み取ることができないのである。そこで、バーコードの数値データを読み取った時、その数値が正しいかどうかを調べる仕組みが必要となる。それが「チェックサム」である。チェックサムは、バーコードの数値データの最下位桁の数値のことである。読み取ったバーコードの数値データの各桁の数値にある一定の計算を行い、計算結果がチェックサムの数値と等しいか調べるものである。講義では書籍用バーコード（ISBNコード）を例として、受講生がコンピュータになったつもりで読み取った数値が正しいかどうかを計算してみた。

#### チェックサム計算方法

- 左から奇数桁はそのまま数値の和を求める

- 偶数桁は数値を3倍してから和を求める
- 奇数桁の和と偶数桁の和を合計する
- 合計値の1の位の数値を取り出し、10から引く
- 計算結果とチェックサムの数値を比べ、等しければ正しい、違えば誤りと判断する。

1つ目のISBNコードの例では、講師と受講生がバーコードの数値を一緒に計算して正しいかどうか判断した。そして2つ目のISBNコードの例では受講生が各自で計算して正しいかどうかを判断した。

#### (6) 講義のまとめ

今回行ったゲームや手品がコンピュータの原理とどうつながっているかを次の項目について説明し、講義のまとめを行った。

- エラーの発生
- エラーの検出
- エラーの訂正
- バーコードの読み取り誤り
- チェックサム

### 3. 実践の評価

最後に実践結果の評価分析をするためにアンケートを実施した。講義内容の難易度、楽しさ、興味の度合いについて4段階評価を行った。また、感想は自由記述とした。

#### 3. 1. 結果

図3～図5に講義内容の難易度、楽しさ、興味の度合いについて示す。

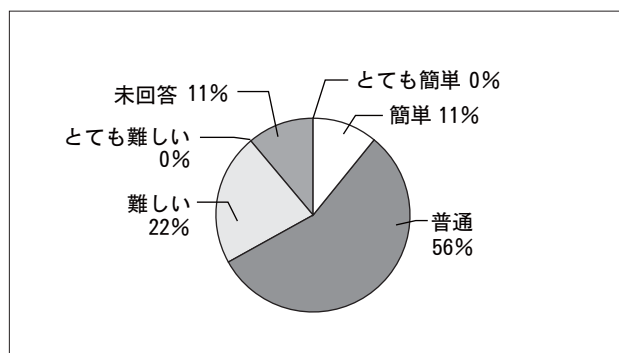


図3 講義内容の難易度

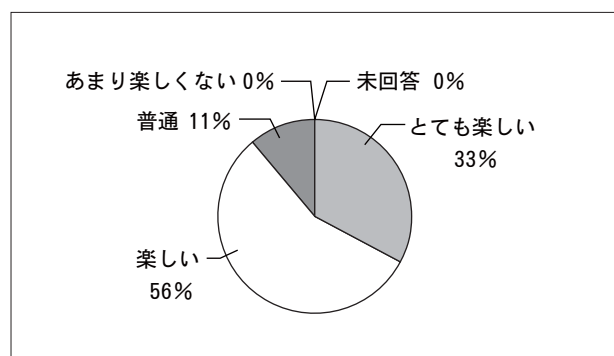


図4 講座内容の楽しさ

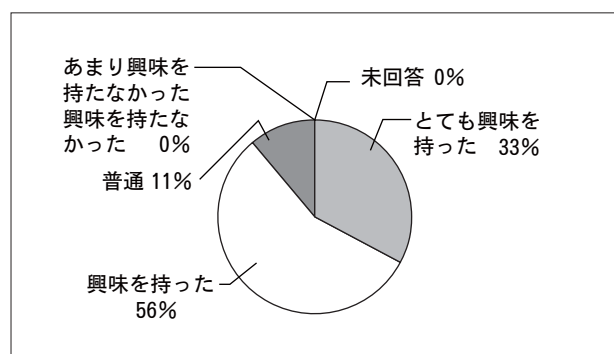


図5 興味の度合い

難易度については、約10%の人が「簡単」、約60%の人が「普通」、約20%の人が「難しい」、残りの10%の人が「未回答」となった。約70%の人がそれほど難しくないと感じたようである。

楽しさについては、約90%の人が「とても楽しい」から「楽しい」の範囲に入り、残りの10%の人が「普通」であった。ほとんどの受講生が講義について楽しいと感じたようである。

興味については、約90%の人が「とても興味を持った」から「興味を持った」の範囲に入り、残りの10%の人が「普通」であった。

受講生の自由記述のコメントを次に列挙する。

- 日常何気なく使うパソコンですが、ただ活用しているだけであったことに気づきました。パソコンの仕組み、構造などが理解できれば、問題解決の糸口が早くにわかるのではないかと感じました。
- とても自己啓発になりました。ありがとうございました。
- 機会があったら、他の仕組み・原理についても学びたいです。

- コンピュータの仕組みの一端がわかって楽しかった。興味を惹くゲームを使っただけの講座でしたのでとてもよかったと思いました。
- パリティチェック、チェックサム等のエラー検出・訂正の原理が理解できました。
- ゲームを取り入れた授業で大変楽しく受講できました。

### 3. 2. 考 察

最初に、「手品」で受講生の興味を惹き付け、その後これはコンピュータで使われているエラー検出方法の一つである「パリティチェック」を利用したものであること（原理）を説明するという教育手法は、受講生に好評であった。講座の内容の難易度は約20%の人が「難しい」と感じているが、楽しさの点で約90%の人が「楽しい」と感じ、残りの10%の人でも「普通」と感じているので、ほとんどの人が楽しく受講できていることがうかがえる。興味についても、ほとんどの人が興味を持って講義を受講したことがうかがえる。よって、CSアンプラグドの楽しみながら興味を持って学ぶという目標は達成できたと考えられる。

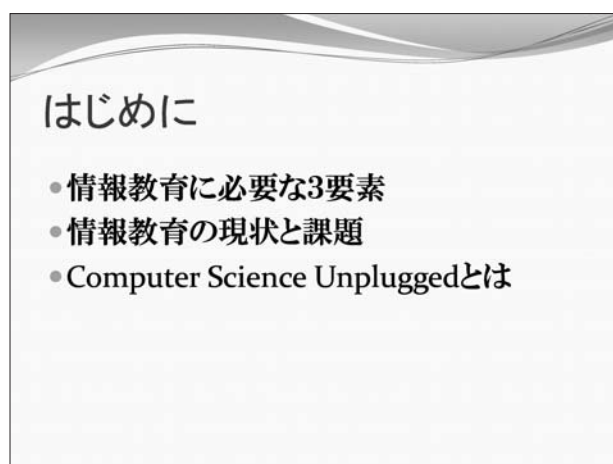
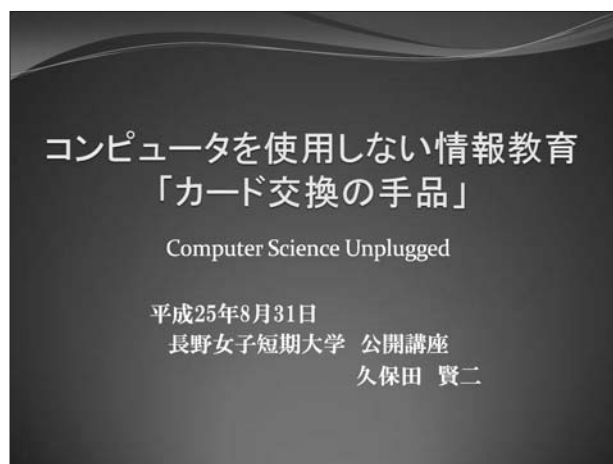
### 4. おわりに

公開講座で「コンピュータを使わないで情報教育」を行うという試みをした。受講生は50歳代から70歳代の方が8割を占めた。アンケートの結果からもわかるとおり、「CSアンプラグド」は高齢者や情報処理を専門で学んでいない方にも興味を持って、楽しく学んでいただけたという予想通りの結果となった。受講生からは「他の仕組みや原理についても学びたい」、「この講座をシリーズにしてほしい」等の感想もいただいた。この講座をシリーズ化していきたいと思う。

今回は受講生の人数が少ないため、統計データとしては不十分である。今後もデータを積み重ねていく必要がある。また、ゲームやカードの手品で受講生の興味を惹き付けたが、そのあとのまとめでコンピュータの原理をきちんと説明することが肝心であ

る。そのためにも、教材の精度を上げることや講師がプレゼンテーション力をつけることが重要であると考ええる。

### 講座説明資料



情報教育に必要な3要素		
活用(リテラシー)	仕組み・原理	社会と情報
WordやExcelの使い方(操作方法を学ぶ) 情報とメディアの特徴	コンピュータの仕組み 二進表現 五大装置 アルゴリズム オートマトン プログラミング	情報社会の課題 情報モラル 情報システムと人間 情報セキュリティ



## 情報教育の現状と課題

- 現状
  - ソフトウェアの使い方(操作方法)中心  
(仕組み・原理は学ばない)
  - コンピュータが動くことを不思議に思わない・知ろうとしない
  - ソフトウェアのバージョンが変わると操作できない
- 課題
  - 探究する喜び・考える楽しさを教える

## 本日の予定

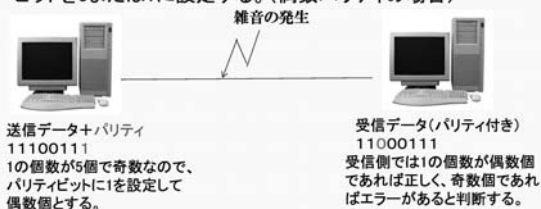
- 伝言ゲーム
- カード交換の手品
- チェックサムの仕組み
- まとめとアンケート

## Computer Science Unpluggedとは？

- ニュージーランドのTim Bell氏が考えた「情報科学の本質的理解を促すための教育手法」
  - ◆ ゲームの中から学ぶ
    - 興味・関心・意欲でよい効果
  - ◆ 具体物の試行錯誤から学ぶ
    - 思考力の育成
  - ◆ グループで学ぶ
    - コミュニケーション能力の育成

## エラーの検出

- データにパリティビット(1ビット)を付与するとエラー検出が可能(このパリティビットを冗長ビットという)
- データとパリティの中の1の個数が偶数となるように、パリティビットを0または1に設定する。(偶数パリティの場合)

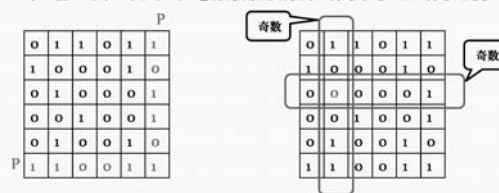


## 学習内容

学習	タイトル	内容
1	点を数える	2進表現
2	色を数で表す	画像のビット表現
3	それ、さっきも言った	圧縮
4	カード交換の手品	パリティ
5	20の扉	情報量
6	戦艦	探索
7	いちばん軽いといちばん重い	整列
8	時間内に仕事を終わろ	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	人工言語

## エラー訂正

- パリティビットの付与によってエラー検出はできるが、どのビットにエラーが発生したかは分からないため、エラー訂正はできない。(しかしエラー検出したら、送信元へ再送信するように要求すればよい)
- パリティでは、1ビットのエラー検出はできるが、2ビットのエラー検出はできない。(1ビットエラーの発生確率はかなり低い。2ビットエラーの発生確率はそれよりもかなり低いので、実用上は1ビットエラーの検出で対処可能)
- エラー訂正は、パリティビットを行方向と列方向に付与することで行える。



## バーコードの読取はいつも正しい？

- いろいろな商品にバーコードが付与されている。
- 書籍に付与されているISBNコードを読み取った時、そのコードはいつも正しく読み取られているか。
- チェックサムによる誤り検出

## チェックサム

- バーコード読取装置は光をバーコードに当ててその反射光からバーコードの数値を読み取る。
- その数値が「9784904013007」であれば、右端の7がチェックサムである。
- 計算方法 (ISBNコード)
  - 左から奇数桁はそのまま数値の和を求める。
  - 偶数桁は数値を3倍してから和を求める。
  - 奇数桁の和と偶数桁の和を合計する。
  - 合計値の1の位の数値を取り出し、10から引く。
  - 計算結果とチェックサムを比べ、等しければ正しい、違えば誤り。

## チェックサム計算例

- 計算例 ISBNコード「9784904013007」
  - $9+8+9+4+1+0=31$
  - $(7+4+0+0+3+0) \times 3=42$
  - $31+42=73$
  - $10-3=7$
  - チェックサムの数値「7」に等しいので、正しい。
- 身の回りにある本に書いてあるISBNコードを読み取り、計算してみよう。
  - 例「9784407320923」(書籍 30時間でマスターWord2010)

- i Tim Bell, Ian H. Witten, Mike Fellows: Computer Science Unplugged.  
<http://csunplugged.com/>,
- ii 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
- iii 井戸坂幸男、西田知博、兼宗進、久野靖：中学校におけるCSアンプラグドの授業提案、情報処理学会研究報告コンピュータと教育、Vol.-CE-98-24、pp.163-170、2009
- iv 嘉田勝：情報科学の本質的理解を促す教育手法としてのコンピュータ・サイエンス・アンプラグド、情報処理学会研究報告コンピュータと教育、Vol.2010-CE-105-4、pp.1-5、2010