

リフレッシュ理科教室におけるアンプラグド の活用

鶴田直之[†] 橋本浩二[†]

応用物理学会が主催するリフレッシュ理科教室福岡支部において、Computer Science Unplugged (以下アンプラグド) の実践を試みた。アンプラグドの内容と電子工作を組み合わせて理科実験的な要素を追加する点において工夫をした。本発表では、実践の概要や子供たちの反応に加えて、準備段階で小学校の理科教員や理学部の大学教員らのコメントや、今後の工夫の必要性、課題についても報告する。

Use of Computer Science Unplugged in Workshop for Refreshing Science Class

Naoyuki Tsuruta[†] and Koji Hashimoto[†]

We report on a use of CSU (Computer Science Unplugged) in the Workshop for Refreshing Science Class'09 in Fukuoka supported by the Japan Society of Applied Physics. We developed a new activity by combining CSU activities with handicrafts of electronic toy. In this paper, we report not only details of the activity but also responses of children, comments and advices given by elementary school teachers and experienced physics scientists, and required improvements for feature.

1. はじめに

2007年5月の報道で、「日本の労働生産性が主要国で最低水準にとどまっていることが内閣府の分析で明らかになった」と報じられた。就業者の多い卸・小売業、運輸などサービス分野で低迷が目立ち、IT（情報技術）の活用で差がついた可能性があるらしい。IT、ICT分野は、その動向が国力を左右しかねないほど拡大しており、各国で低学年からの情報処理教育が行われている。

日本でも時代背景を受けて、小学校から大学に至るまで計算機リテラシーの名のもとに計算機の使い方を教育してきた。しかし、現在のリテラシーに偏重した情報処理教育には次のような問題点がある。

- パソコン教室の数やパソコンの台数が今なお足りない
- パソコン教室を作ったものの誰が何を教えていいのかよく分からない
- パソコンゲームやメール、インターネットに埋没する子供たちを増やしているだけで本来の学習ができなくなっている可能性がある

これに対し、本当に教えなければならないのは、数学や理科と同様に情報を表現したり、整理したり、伝えたりすることの本質であるという発想から Computer Science Unplugged (以下アンプラグド) が考案された[1,2]。

計算機リテラシーに偏重した教育の問題点は、他にもあると筆者らは考える。情報工学系学部学科でも、上記の理由で入学生の大半は情報処理の本質を学んだ経験がない。また、電子部品の小型化により電子機器の中を覗いてもまったくその仕組みは理解できないので、その面白さを知って興味を持っている学生も少ない。学生は、「情報」や「電子」の「語感」に憧れて入学してくるが、その原理や仕組みへの興味は意外に浅い。このような状況では、そもそも入学前に十分な知識に基づいた適性の見極めができないのであるから、不本意入学もなくなり、将来を担うスーパースターもなかなか生まれない。

以上の理由により、筆者らは、小学校から高等学校までの情報処理教育の改善とアンプラグドの特に発展学習の部分が重要であると考え、理科や電子工学との関連付けを教材化する活動を始めている。ただし、教育指導要領やカリキュラムに含まれていない項目を学校の授業で実施するのは困難であることから、地域貢献の一環として行われる出張講義や理科教室を实践の場とした。本稿では、応用物理学会が主催したりフレッシュ理科教室での実践の概要や子供たちの反応に加えて、準備段階で小学校の理科教員や理学部の大学教員らのコメントや、今後の工夫の必要性、課題についても報告する。

[†] 福岡大学工学部電子情報工学科
Fukuoka university, Faculty of Engineering, Department of Electronics Engineering and Computer Science

2. 発展学習の重要性

アンプラグドの発展学習は、単に同じ内容を高度化した学習にとどまることなく、科学技術やもの作りと関連づけて、その原理や面白味を理解させることが可能であると考えられる。今回は電子工作と関連付けることによって、身近な電子機器やコンピュータに親しみを持ってもらうことを目的としたが、他にも以下のような発展学習の視点があると考えられる。

- 日常的にも便利なアルゴリズムや道具との関連付け
- サービスやビジネスモデルとの関連づけ
- 情報化社会の問題など社会学的側面との関連づけ
- 問題解決力、デザイン能力、人間力との関連づけ

特に、子供どうしのアクティビティは、高度なシステムエンジニアやプロジェクトマネージャーに求められるコミュニケーション力やリーダーシップにつながる人間力を子供のころから養うことにも有効であると考えられ、興味深い。

また、今回は小学生を対象としたが、中学生や高校生にも発展学習のレベルを適度に設定しながらさまざまな試みが可能であると考えられる。筆者らは、小学校から高等学校までの役割分担を次のように設定して検討を行っている。

(1) 小学校の目標（現象を楽しみながら知る）

整理整頓や問題解決の能力として身近な情報処理や計算機活用に親しみを持って観察実験を行い、アンプラグドのような発想を用いてアルゴリズムや計算機の仕組みについて実感を持った理解を図る。

(2) 中学校の目標（基本原理を知り、応用例を日常から探せる）

アルゴリズムや情報処理に関する関心を高め、基本的な原理の理解を深めながら、身近な場面で応用したり、実際の応用例について学習したり、自分で応用例を発見したりする科学的な見方や考え方を養う。

(3) 高等学校の目標（原理を数学的に理解し、自ら進んで応用できる）

高等学校では教科「情報」が実施されている。ただし、科学的・工学的な視点がやや不足しているように思われることと、適性を見極め、将来を担うスーパースターを育てる程度の高度な内容が選択部分には含まれてもよいと筆者らは考えている。

3. リフレッシュ理科教室の内容

3.1 全体テーマ

リフレッシュ理科教室・九州支部福岡会場は、(社)応用物理学会と福岡市少年科学文化会館の主催で行われ、平成21年度で13回目を迎えた[3,4]。応用物理学会九州支部が企画実行を行い、福岡市教育委員会、福岡市小学校理科研究委員会、福岡市小学校理科研究会、福岡市中学校理科研究会が後援をしている。

実施は2日間で、初日には小学校教諭と中学校教諭、一般向けに講演会を行った後、参加者に実験・工作の紹介をして体験をしてもらう企画が行われる。今回は、全体のテーマを「コンピュータの仕組みをのぞいてみよう」とした。初日の講演では、アンプラグドの紹介と実践の意義について講演した後、実際のコンピュータの世界の最新動向として2名の講師によりそれぞれ「次世代モバイル通信」、「マイクロプロセッサをとりかこむ壁のお話」と題した講演を行った。

2日目には、実際に子供向けの実験・工作を行う。4つのテーマの工作を並行して45分ずつ4回行った。各テーマの定員は、毎回20名とした。子供たちには、各工作の前に参加登録をしてもらう。子供は全ての工作を体験してもよいし、好きなものだけを体験してもよい。

3.2 実験工作のテーマ

実験工作は、「光で通信しよう」、「マウスのしくみ」、「ゲルマニウムラジオ」、「ひみつのメッセージ」の4つのテーマから構成することとなった。「ひみつのメッセージ」が筆者らの直接担当したテーマで、他の3つは理学部の教員が担当した。各テーマの工作物は1セット当たり500円以内に収まるように工夫している。

3.2.1 光で通信しよう

工作物は、送信機と受信機からなる。送信機はメロディ IC の出力を発光ダイオードで光に変換して音楽を送信する。受信機は、送信機からの光信号をフォトトランジスタで電気信号に変換し、これを圧電ブザーで音楽として再生する。図1に工作物の写真を示す。

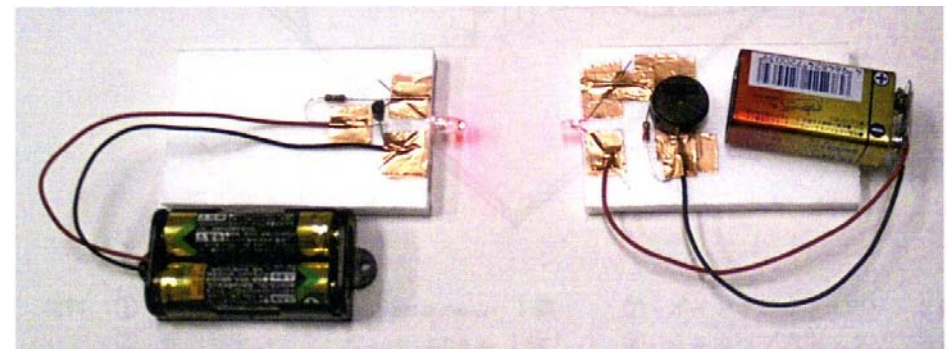


図1 「光で通信しよう」で工作した送信機(左)と受信機(右)

3.2.2 マウスのしくみ

機械式ボールマウスの仕組みができる模型を工作する。これを通して、マウスの動

きの速さと向きを光信号に変換できることを子供たちに理解させる。図2にマウス模型の外観を示す。中央のボールが机上に接触しており、マウスを動かすと転がる。これにミニカップの透明ふたを基にした車輪が二つ接触しており、ボールの回転方向に応じてそれぞれが回転する。車輪は歯車になっており、一方からポイントライトLEDで当てた光を遮光したり通過させたりする。通過した光は、光ファイバーで受け取り、2系統の光の点滅がわかりやすいように一箇所に集める。マウスを動かす向きやスピードに応じて2系統の光の点滅スピードが変わるのがわかる。

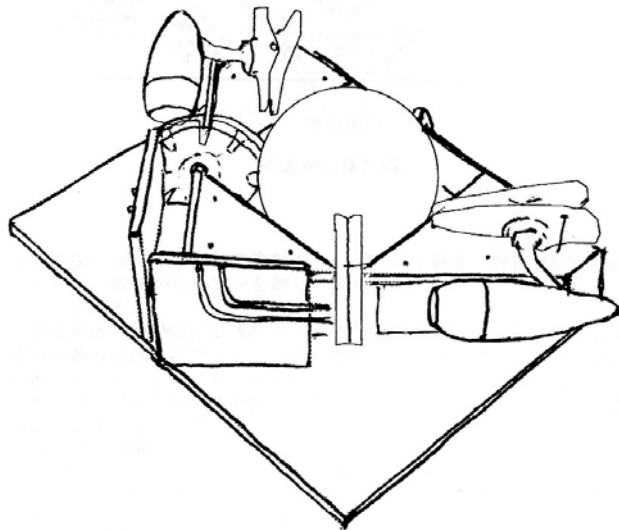


図2 「マウスのしくみ」で工作する機械式ボールマウスの模型

3.2.3 ゲルマニウムラジオ

ティッシュボックスに銅線を巻いてアンテナにし、ポリバリコンとゲルマニウムダイオード、セラミックイヤホンを組み合わせてゲルマニウムラジオを工作する(図3参照)。ラジオの感度は良くないが、幸いバルコニーに出ると地方局の電波を受信して聞くことができた。また、後述するように、我々が直接企画した「ひみつのメッセージ」で信号の受信機として活用した。

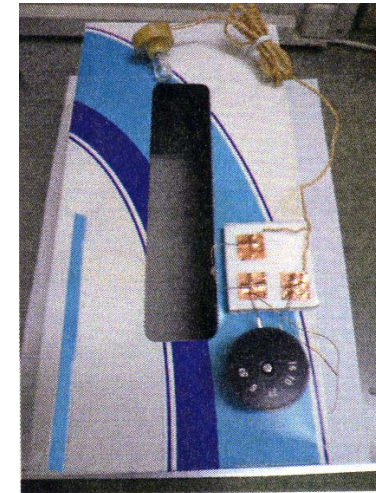


図3 ティッシュボックスを使ったゲルマニウムラジオ

3.2.4 ひみつのメッセージ

企画の第一案は、文献2)の学習1・点で数える(2進数)の内容をほぼそのまま行うものであった。2進数の理解をした後、表1のようにメッセージを0と1のパターンで置き換え、子供どうしで0を「ブー」、1を「ピー」などとしてFAX通信の真似ごとをしてもらう、または懐中電灯で0を短い点灯で、1を長い点灯で表して通信してもらうというものであった。

表1 ひみつのメッセージ早見表

0 0 0	メッセージ始めの合図
0 0 1	今日の
0 1 0	明日の
0 1 1	夕飯は
1 0 0	カレーがいいな
1 0 1	焼き肉がいいな
1 1 0	ハンバーグがいいな
1 1 1	メッセージ終わりの合図

しかし、この企画に対しては、企画委員や小学校の教諭から以下のような意見が出された。

- 学校のクラスで実施するのは違い、さまざまな年齢層が訪れるので、一様に2進数を教えるのは困難ではなかろうか。
- 必ずしも友達同士で来るわけではない。日本の今どきの子供に隣どうしでアクティビティをさせるのは困難ではなかろうか。
- 子供たちは何か持って帰るものがないと参加してこない。2進数の学習カードでは人気が出ないと思われる。

これらの意見を参考に、最終的には、次の要領で実施した。

- 2進数の理解を取りやめる
- AM のノイズを発信する簡単なモールス信号送信機を工作し、ラジオを受信機として通信する。送信機は、NE555N という方形波（周波数帯域の広いノイズ）を出力する IC をブレッドボードに取り付け、これを増幅してループアンテナから出力する（図4および表2）。
- 子供どうしの通信アクティビティは、簡単な説明と体験にとどめ、「おうちでの遊び方」として指導する。

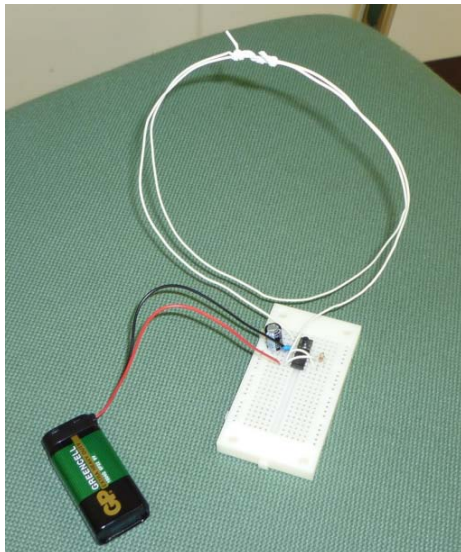


図4 モールス信号用の AM 送信機

表2 AM モールス信号送信機の部品表

部品	規格
タイマー IC	NE555N (LM555)
カーボン抵抗 (炭素皮膜抵抗)	1/4W 2.2KΩ
積層セラミックコンデンサ	10μF 10V
電源用電解コンデンサ	100μF 35V
タクトスイッチ	P-01282
ブレッドボード	EIC-301
バッテリースナップ (電池スナップ)	プラスチック製
エナメル線(ポリウレタン線)	0.5mm / UEW 0.5 L-10

3.2.5 テーマ間の関係と発展学習

必ずしも当初から想定したわけではなかったが、テーマ間には関係づけが可能であり、これを利用して発展学習を説明した。ひみつのメッセージの遊びをするときには、できるだけ「ゲルマニウムラジオ」で工作した自作のラジオを使うように指導した。

(1) 長いもの・短いもので情報を表す

- 今回工作した発信機と通信方法は、モールス信号と呼ばれる昔の無線通信を真似たものであることを説明。
- 家庭にある家電のリモコンは「光で通信しよう」と同じ原理のLEDの光を点滅させて通信していること、基本原理は長い点灯の1と短い点灯の0を組み合わせで情報を表現していることを説明。
- 商品の包みでよく見るバーコードも、最も単純な規格では、長い(太い)線の1と短い(細い)線の0を横方向に読みとって情報を表していること、この1と0の組み合わせで国番号、メーカー番号、品物番号などを表していることを説明。
- 音楽を聴くコンパクトディスク(CD)もピットと呼ばれる凸の長い短い0,1を表して音を記録していることを説明。

(2) その他のもの

- FAX は、高い音で1を低い音で0を表しており、間隔が聞き取れないくらい短いので、耳にはビービーと耳障りな音に聞こえることを説明。
- パソコンの中では、高い電圧、低い電圧で1と0を表していることを説明。

4. 実施結果

初日の講演会に参加した教諭や一般の参加人数は人約30名であった。「ひみつのメ

ッセージ」の工作体験に参加した小学校教諭または関係者は5名であった。いずれの方も、AM送信機とゲルマニウムラジオを持ち帰った。2日目の電子工作の「ひみつのメッセージ」の参加者は、保護者を含まない子供の人数で、初回がわずかに3名で不人気であった。原因は、他のテーマに比べて工作物が簡単すぎに見えること、工作物の動きに面白味がないこと、テーマの内容が一見してわかりづらいことが挙げられた。そこで、「光で通信しよう」や「ゲルマニウムラジオ」の会場でテーマの関連性を念入りに子供たちに説明してもらったことにした。その結果、参加人数は増え、他のテーマと同等までに増えて充実させることができた。このことから、子供たちは何かと関連付けて理解することには興味を示すと言える。



図5 「ひみつのメッセージ」実験工作の風景

参加した子供たちは、年齢層が広いために工作にかかる時間に大きな差ができた。発展学習については子供たちの理解度を確認することができなかったが、夏休みの自由研究に活用したいという子供もいた。また、ほとんどの子供が保護者同伴であったため、メッセージ通信の方法は保護者の方に理解してもらってご家庭で試してもらうことになった。保護者の方は、よくうなずいておられ、ご自身が理解した内容をご自分の言葉で再度子供たちに伝えようとする光景が多くみられた。

5. まとめ

アンプラグドと電子工作を組み合わせる理科教室向けのテーマを開発し、応用物理学会が主催するリフレッシュ理科教室で実施した。3.2.4節で述べたように、理科教室では単一クラスにはない難しさがああり、工夫が必要であった。子供たちにとっては、様々なものごとの関連性は興味を引くきっかけになることが分かった。また、支援をいただいた小学校の教諭からは、単に工作に終わらずに原理や身近な電子機器との関連性を「考える」ことを高く評価していただいた。

今回の経験を生かし、今後も実践の場を広げつつ、教材の開発を続けたいと考えている。情報処理学会としても地域貢献事業への積極的な支援を行っていただけるとよいと感じた。

謝辞 アンプラグドの実践の場を与えていただいた応用物理学会および同九州支部、リフレッシュ理科教室実行委員の皆様にご感謝いたします。

参考文献

- 1) Computer Science Unplugged, <http://csunplugged.org/activities>
- 2) 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).
- 3) 応用物理学会リフレッシュ理科教室, <http://www.jsap.or.jp/activities/education/refresh/index.html>
- 4) 第13回リフレッシュ理科教室<九州支部福岡会場>テキスト, ISBN978-4-86348-024-7