

# かわいい自作 LED ライトを用いて学ぶデータの送受信とプログラミング - CS アンプラグド教材開発・実践報告 -

吉田智子\*1・中村亮太\*1  
Email: tyoshida@notredame.ac.jp

\*1: 京都ノートルダム女子大学 人間文化学部

◎Key Words CS アンプラグド, プログラミング教育, Arduino, micro:bit

## 1. はじめに

中学校の技術・家庭科の技術分野において、2012年度よりプログラミング教育が実施されている。この教育教材の多くがロボットや車を題材にしているが、これらに興味を示さない女子中学生もいると考えた我々研究チームは、2013年度より「かわいいモノ作りを通してプログラミングを学ぶ教材」の環境作りに取り組んできた<sup>(1)(2)(3)</sup>。

そして2020年からの小学校学習指導要領には、「児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」が盛り込まれた<sup>(4)</sup>。

この中では、児童がプログラミングを体験する部分のみが強調されている。しかし我々は、コンピュータ上でプログラムを動かすことに加えて、コンピュータの仕組みなどを含む情報の科学も児童に学んで欲しいと考えている。そこで、コンピュータを使わずに体験的に情報の科学が学べる (CS アンプラグド<sup>(5)(6)(7)</sup>)、主に小学生向けの教材開発を行っている<sup>(8)</sup>。

今回我々は、CS アンプラグド教材を発展させ、プログラミングについての理解や興味を持つことができるプラグド教材を開発した。そして2017年度にはまず、職場である文系女子大学において、一般共通教育科目「情報科学入門」の授業内で実践したので報告する。

## 2. かわいいLEDを用いた教材の開発

今回開発した教材は、CS アンプラグドの「秘密のメッセージを送る」を発展させ、そこにプログラミングへの理解を深める部分を追加したものである。

開発した教材は本来、小学校での利用を目指しているが、2017年度は文系学部のみを持つ京都ノートルダム女子大学の授業の中で実践した。具体的には、一般共通教育科目の中の「教養科目群」の中の1年次生向けの選択科目「情報科学入門」という、2017年度から新しく開始した授業においてであった。

授業項目と時間数は、表1に示した通りである。次の章で、各項目の学習内容を詳しく述べる。

表1 開発した教材を利用した授業時間数

| 実習内容                               | 時間数                   |
|------------------------------------|-----------------------|
| 【前準備】UV レジンLED 作り                  | 約 45 分                |
| CS アンプラグド「データ送受信」学習                | 約 30 分                |
| 手動でのデータの送受信実験                      | 約 45 分                |
| 自動でのデータの受信実験                       | 約 45 分                |
| 【自由制作①】複数の LED の点滅パターンを考え、要求仕様書の作成 | 約 90 分                |
| 【自由制作②】LED ライトが自動点滅する作品制作          | 約 90 分                |
| 【後処理】UV レジンの LED ライト制作             | 約 45 分                |
| 合計                                 | 約 390 分<br>(約 6.5 時間) |

## 3. 教材を利用した授業実践報告

### 3.1 【前準備】UV レジンLED 作り

文字コードの学習を行う CS アンプラグド教材は、紙面上での学習教材である。しかし、今回我々の開発した教材では、LED の点灯・消灯で文字コードを学ぶ。

また、普通の LED を利用するよりも愛着を持つことができるように、紫外線で固まる UV (ultraviolet, 紫外線) レジン液を使って「かわいいLED」を作って利用する (図1)。



図1 UV レジンでかわいいLEDを作る

### 3.2 CS アンプラグドの学習

既存のCS アンプラグドの「二進数で秘密のメッセージを送る」教材では、図3の2進カードを使ってメッセージ（文字）を解読する。「秘密のメッセージ」は数字と文字の対応がある。図2に、その対応の一部を示す。秘密のメッセージは例を挙げると ■□■□□ というものになっている。この秘密のメッセージを解読するには2進カードを使う。■のところは裏返し、□は点が見えるようにカードを置く（図4）。この作業のあと点の個数を数え、図4では「9」となる。図2の対応表の9の部分を見ると「i」となっており、送られてきた ■□■□□ は「i」だということがわかる。

秘密のメッセージを送る場合は、受け取る手順の反対となる。

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| a | b | c | d | e | f | g | h | i | j  | k  | l  | m  |

図2 数字（10進数）と文字の対応表（一部）



図3 2進カード

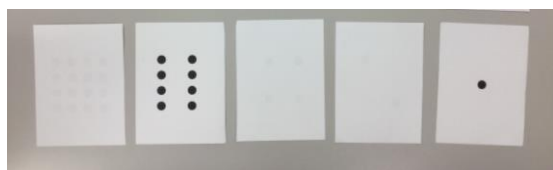


図4 2進カードによる計算

### 3.3 手動でLEDを点滅させてメッセージを送受信

次に、文字コードの学習を深めるために、手動でLEDを点滅させてメッセージの送受信を行う。

その前に、LEDでメッセージを送信するための「手動でLEDを点灯させる装置」を、ブレッドボード、LED、ボタンスイッチ、電池を渡して、各自で作らせた（図5）。

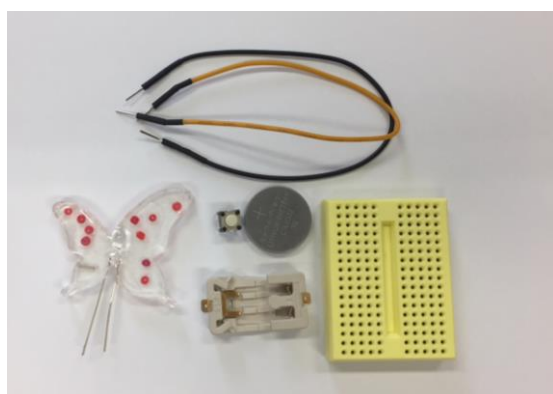


図5 手動でLEDを点灯させる装置を作る部品

LEDに電池を接続して光らせる部分は、既存の小学3年生の「理科」の「明かりをつけよう」に相当する。この電気回路の間にスイッチを入れることで、懐中電灯のようにスイッチを押すと光る装置ができあがる（図6）。完成したものを渡すのではなく、自分で回路

を作らせたのは、この「理科」の学びもできるようにとの工夫である。

以下にこの教材を用いた学習手順を示す。最初は、(1)～(7)を、手動で実施する。(1)～(4)が送り手の作業、(5)～(7)が受け手の作業である。

- (1) 送りたい英単語を考える
- (2) 図2の変換表に従って、文字を数字（10進数）に変える
- (3) 10進数を2進カードを使って2進数に置き換える。
- (4) 変換した2進数の1を点灯、0を消灯としてメッセージを送る。
- (5) 受け手は受け取った点滅パターンを書きとる
- (6) 届いた点滅パターンを、数字（10進数）で表記する
- (7) 数字を図2の変換表に従って英単語に戻す

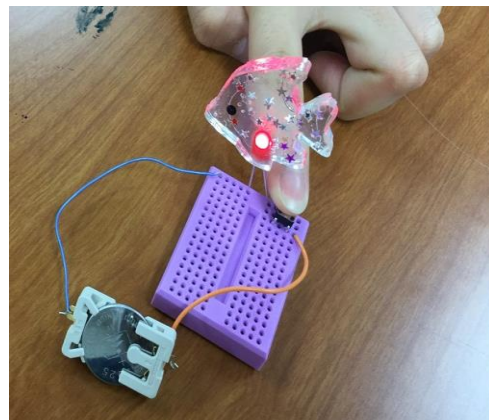


図6 かわいくしたLEDを手動で光らせる

### 3.4 自動で点滅するLEDのメッセージを受信

上述の「手動でのメッセージの送受信の実験」の後に、データの送信の部分を実験で行う。自動の場合は、あらかじめマイコン（Arduinoやmicro:bitなど）に、光のパターンをプログラミング言語で書きこんでおく（図7）。

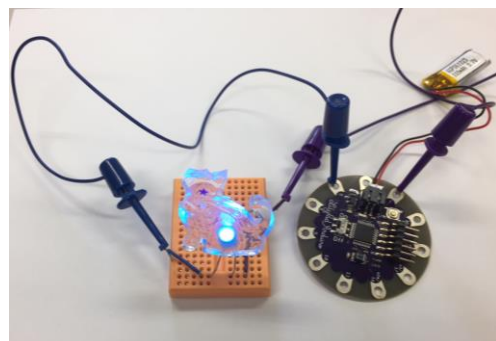


図7 自動でLEDを点滅させる（マイコン利用）

このマイコンにプログラムを書きこむ部分は教員が担当し、受け手はそのLEDの点滅パターンを見ながら、点滅パターンを書き取った。具体的には学生は、3.3の(5)～(7)の部分を実施した。

### 3.5 自由制作

ここまでで紹介した「データの送受信とプログラミングを学ぶ教材」で学んだ後に、それを部品として利用し、LED ライトの自動点滅を含む作品制作を3~4名のグループ活動として行った。

どのように自動点滅させたいかをプログラミング言語で書く部分は、学生が自ら書くのではなく、要求仕様として新たな点滅パターンを自由な書式で書かせて、教員側がプログラムを書く形とした。

プログラミングの部分を学生に書かせなかった理由は、この一連の教材から学ぶことはプログラミング記述自体ではなく、前述したように「コンピュータではソフトウェアが利用されており、そのためにはプログラミングという作業が必要となり、そのお陰で自動化が実現していることを体験的に学ぶことで、プログラミングの意味を理解する」ことが、より重要だと考えたからである。

以下に、誕生した作品のうちの二つ紹介する。

#### 一つ目の作品「こんなの作ってみました」<sup>(9)</sup>

##### 【概要】

「あわてんぼうのサンタクロース」のリズムに合わせて、4つのオリジナルLEDランプが光る。ランプは電源を on にすると光りますが、音は狐の両耳を触った時にだけに鳴る仕様である。

##### 【使った部品】

LED ライト4つ、マイコン(LilyPad Arduino)、圧電ブザー、マイコン用リチウムイオン電池

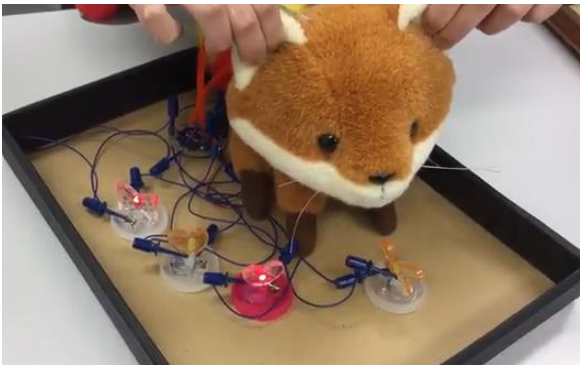


図8 4つのLEDが自動的に光る作品

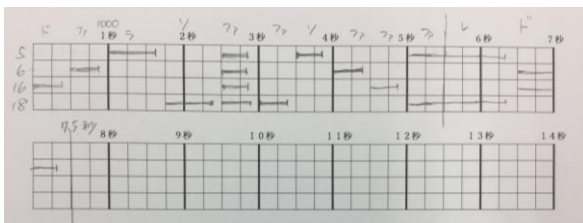


図9 4つのLEDの光るタイミングの仕様書

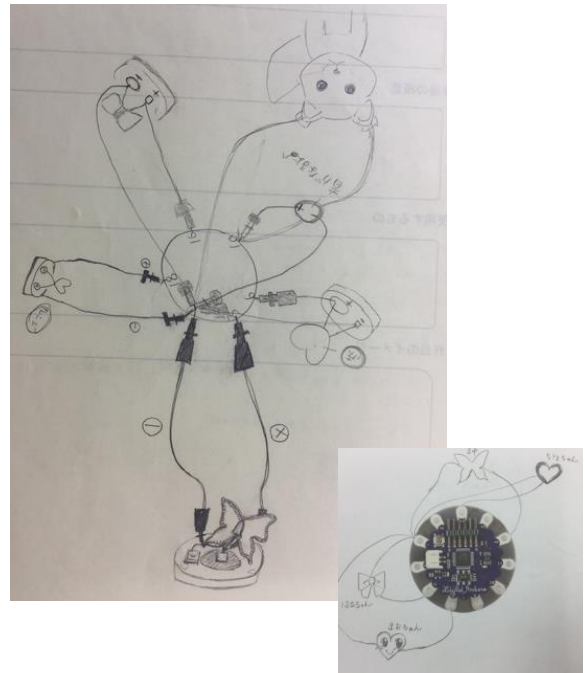


図10 LEDとブザーをマイコンに接続する回路図

#### 二つ目の作品「ビスケットの歌」<sup>(10)</sup>

##### 【概要】

「ビスケットの歌」のリズムに合わせてLEDライトを光らせている。ビスケットの形をした手作りスイッチを押すと光と音が始まる。

##### 【使った部品】

かわくしたLED3つ、マイコン(LilyPad Arduino)、圧電ブザー、マイコン用リチウムイオン電池

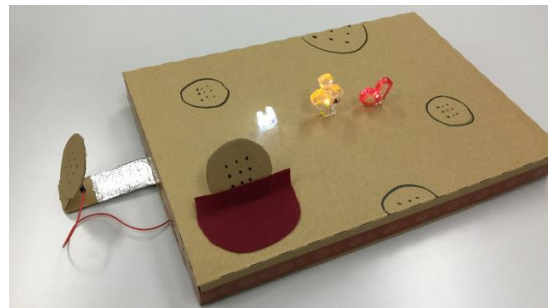


図11 3つのLEDが光り、音が鳴る作品

### 3.6 【後処理】UVレジン製のLEDライト制作

各自が作ったLEDを、「LEDをスイッチで点灯して、懐中電灯として使えるライトの制作」を行った(図12)。



図12 スイッチで点灯できるLEDライト

#### 4. 教材の評価

学生にはこの科目の最後の授業で「この授業で学んだこと」を具体的に列挙させた。この科目は、小学校の教員や保護者になる可能性がある女子大生も履修しており、彼女たちの理解度や楽しめたかどうか、小学校で情報の科学やプログラミングを学ぶ教材となり得るかどうかの一つの目安になると考えたからである。

以下が、学んだ項目として書かれていたことの一部である。

##### UV レジン作りに関する記述：

- ・かわいいLEDを作った時に、電圧・電流・抵抗について学んだ（強い電流を流してLEDを壊さないため）。

##### データの送受信に関する記述：

- ・LEDライトのonとoffだけで、単語を相手に伝えることができることがわかった。
- ・2進数を学び、メッセージを送った。そして、相手から2進数で届いたメッセージを解読した。

##### 自由制作に関する記述：

- ・Arduinoを使うことで、LEDを自動的に光らせたり、モータなどを動かしたりすることが可能な手芸工作作品が作れることを学んだ。

##### 全般的な記述：

- ・私が普段使っているものには、様々な情報や便利になるようなプログラミングが施されていることを学びました。
- ・UVレジンでかわいいLEDをみんなで作ったり、文字コードを解読したり、UVレジンでかわいいLEDランプを作ったりと、実験を通して楽しく学びました。その結果、情報科学に興味を湧きました。

ここで紹介したもの以外も含めた各学生の記述から、教材を評価してみる。まず、各自でかわいいLEDをUVレジンで作った後に、電気回路を作ったり、抵抗値の話をしたことで、小中学時代の理科との接点が理解できたようであった。

また、CSアンプラグド教材の「2進数で秘密のメッセージを送る」の部分も楽しく学べたことが確認できた。そして、それを最初に手動で実験した後に、プログラムを書き込んだマイコンとしてLilyPad Arduinoをつないで自動での点滅を書きとったので、自動と手動の違いがプログラミングのお陰であることは、強烈に印象づけられていた。

さらに、アクセサリ作りにも利用されるUVレジンでかわいいLED作りに使ったことや、LEDランプ作りにも半田ごてを使った実習を行ったことなども、楽しく学べた理由になった。

それらの基礎となる実験をもとにして、楽しくおしゃべりな作品をグループごとに企画し、回路図やプログラムの仕様書を書いて完成させることができた。

単に普通のスイッチを押したときに光や音がスタートするのではなく、狐の耳の中にスイッチを隠したり、

バスケット型のオリジナルスイッチを作ったり利用したりという楽しい工夫が施されていた点も、特記すべきであろう。これは、手動でLEDを点灯させる装置をブレッドボードなどの部品から自分で作った経験が役立つと思われる。

#### 5. おわりに

本稿では、「自作LEDライトを用いて学ぶデータの送受信とプログラミング」というタイトルで、CSアンプラグド教材開発・実践報告を簡単に述べた。

この教材の特徴は、「手動でのデータの送受信と自動でのデータの送受信」という二段階の実験の両方を体験することで、プログラミングによる自動化の仕組みをより明確に学ぶことであった。

「自由な作品制作」や「学生の記述」から教材の評価をした結果、小学校の教員や保護者になる可能性がある文系の女子大生にも理解しやすく、楽しめる教材であることが確認できた。

今回の女子大学での実践は、この教材が有効であるかの方向性を示す程度にとどまっている。そこで今後の課題として、実際に小学生向けのワークショップで実践するなどして教材を改善し、最終的には小学生向け教材に仕上げていきたいと思っている。

本研究は科研費（研究課題番号：16K01141、「小学生の継続的な学習が可能な手芸や工作を活用したプログラミング教材の開発と普及」）の助成を受けたものです。

#### 参考文献

- (1) 吉田智子, 山口直希, 中村亮太, 中西通雄, 松浦敏雄: “手芸を取り入れた「プログラムによる計測と制御」を学ぶコースウェア - LilyPad Arduino を初學者用プログラミング環境 PEN で制御 - ”, 2014 PC Conference, pp.38-41 (2014).
- (2) 吉田智子, 中村亮太, 酒井知果, 松浦敏雄: “かわいいモノ作りを通してプログラムを学ぶコースウェアの提案と実践”, 情報学, 14巻, 1号, pp.16-30 (2017).
- (3) 教育家庭新聞: “電子モジュールを磁石で接続, コンピュータ回路を理解する(ICT キャンパス 京都ノートルダム女子大学)”, 教育家庭新聞, 2017年8月7日号, 第5面 (2017).
- (4) 文部科学省: “「生きる力」小学校学習指導要領”, [http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2017/05/12/1384661\\_4\\_2.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/05/12/1384661_4_2.pdf), 文部科学省 (2017).
- (5) Computer Science Unplugged: <http://csunplugged.org/>, CSアンプラグド (2017).
- (6) 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).
- (7) リンダ・リウカス: “ルビィのぼうけん〜コンピューター国のルビィ〜”, 翔泳社 (2017)
- (8) 中村亮太, 吉田智子: “アイロンビーズを用いて学ぶデジタル画像の仕組み”, 情報処理学会全国大会 (2018).
- (9) 本間, 中西, 中村, 斎藤: LilyPad 研究会 Wiki 作品置き場「こんなの作ってみました (あわてんぼうのサンタクロース)」 [https://lilypad.pen.jp/?&5Rb\\_S\\_uA](https://lilypad.pen.jp/?&5Rb_S_uA) (2018).
- (10) 和花, 葵, 今日子: LilyPad 研究会 Wiki 作品置き場「バスケットの歌」 <https://lilypad.pen.jp/?&fGKnmYx> (2018).