

# いわき市における IT 教育の事例～ラズベリーパイとスクラッチによる IT 教育

## Example of the IT education in Iwaki city ~ IT education by Raspberry Pi and Scratch

市川 弘幸<sup>†</sup>

Hiroyuki Ichikawa<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 市川技術士事務所

<sup>†</sup> Ichikawa Professional Engineer Office

E-mail: <sup>†</sup> jtyyc953@ybb.ne.jp

### 1. はじめに

RaspberryPi は、プログラミングの教育に適した小型コンピュータボードで、2012年に英国で誕生し、現在低価格の RaspberriPi Zero (600円) または RaspberryPi ZeroW (1,200円) が発売されている。CPU 1GHz、メモリ 512MB、無線 LAN 経由のインターネット接続、Bluetooth 機器との無線接続が可能で、USB 端子×1、HDMI 端子×1、40ピンの汎用入出力(GPIO)端子、ラズベリーパイ専用カメラ接続端子×1を備えていて、0.8Wと定消費電力である。RaspberryPi ZeroW は、Wi-Fi、Bluetooth を内蔵している機種である。RaspberryPi の OS である Raspbian に標準でバンドルされているプログラミング言語は、次のものである。

C, JAVA, Python, Scratch1.4 他

この低価格の RaspberriPi Zero が登場したことで、世界の IT 教育に革命が起きている。先進国、後進国ともに、この安価な RaspberriPi Zero を子供に一人 1 台ずつ配布し、小さいころから IT 教育を開始している。RaspberriPi Zero は、2015年11月に発売後、世界的に品薄状態が続き入手困難であったが、2016年5月頃に漸く品薄状態が解消し、個人で輸入できるようになった。この安価な RaspberriPi Zero が 1 台あれば、各種プログラミング言語、電子工作、OS、インターネット通信技術、WEB 技術、サーバ構築技術、人工知能 (AI) などの学習ができ、子供であっても専門家に近づける環境が手に入るようになった。単にプログラミング言語の習得のみならず、コンピュータ科学全般を総合的に学習できる。諸外国においては、コンピュータサイエンス学科を設けて、小学 1 年生から系統的に IT 教育を行っている国もある。日本では、小中学生向けにはプログラミング教育のみが注目され、コンピュータ科学全般の教育は行われていない。世界の IT 教育の革命が起きている中、日本は、現状のままでは大きく世界に立ち遅れてしまう。

筆者は社内教育などで初心者向けの IT 教育に携わってきた経験上、初心者向けに IT 教育を行う際に必要な IT 教育環境は、次のものであると考えている。

- (1)個人で購入可能な低価格のコンピュータボード
- (2)Windows のようなグラフィカルな操作環境
- (3)マウス操作で作成できるプログラミング言語
- (4)汎用入出力端子を備えたコンピュータボード
- (5)小型・低消費電力 (1w 未満) でサーバとして使用可能なコンピュータボード
- (6)無償の IT 教育を実施可能なコンピュータボード

これらの点をすべて満たす IT 教育環境として理想的なものは数年前までは存在しなかったが、RaspberryPi Zero の登場で、理想的な IT 教育環境を実現できるようになった。

C, JAVA, Python などは、文字記述型言語であり、キーボード入力に不慣れな初心者はキー入力を間違えやすく、プログラムの作成に長時間を要する。一方、Scratch1.4 は、視覚化されたブロック (命令) をスクリーン上にマウス操作で繋ぎ合わせることでプログラムを作成でき、キー入力は主に数字が使われるので、初心者でも短時間にプログラムを作成できるという利点がある。その効率は 10 倍以上である。RaspberryPi の標準言語は Python とされ、多くの例題プログラムも Python で記述されているが、初心者向けには Scratch から入るのが望ましいといえる。

そこで、筆者らは任意団体である「いわきラズベリーパイクラブ」を結成し、地域に広くコンピュータ技術を普及する目的のため、いわき産業創造館(ラトブ)の IT 研修室において「Scratch プログラミング教室」を 2016年7月より 2016年11月まで毎月定期的に無償で実施してきた。IT 研修室に設置されたノートパソコンを一人 1 台使用して実施した。

さらに、いわき産業創造館 (ラトブ) の会議室において、2017年1月より毎月定期的に RaspberryPi Zero と Scratch による「ラズベリーパイ電子工作教室」を無償で実施してきた。初心者向け IT 教育環境として、RaspberryPi Zero で構築したパソコンを 10 台作成し、GPIO を使用した LED 点滅回路、スイッチによる LED 点灯回路、電子サイコロ、クリスマスツリー用 LED 点滅回路、ロボットカーの遠隔操作回路、プチ電車の遠

隔操作回路を作成した。回路の制御はすべて Scratch で行っている。

筆者らは、2017年7月に、RaspberriPi Zero と Scratch による IT 教育を行う社会教育関係団体「いわきラズベリーパイクラブ」を正式に設立した。メンバーは 13 名で構成され、年会費は 1000 円である。当クラブの活動目的は、「会員の自主的な活動を通じ、ラズベリーパイ、スクラッチ、及び関連技術の普及のための学習会及び講習会を実施し、地域社会に広くコンピュータ技術を普及するとともに、自己研鑽に努め、また、会員相互の親睦を深めること」である。当クラブは、正式に設立後、いわき市内の公民館、いわき市生涯学習プラザ、いわき産業創造館(ラトブ)において RaspberriPi Zero と Scratch による IT 教育の学習会、講習会を毎月定期的に無償で実施してきた。その事例について以下、報告する。

## 2. RaspberryPi Zero で構築したパソコン概要

### 2.1 必要なハードウェア

IT 教育を実施する際、教育用パソコンを受講者に 1 台ずつ貸与する必要がある。初心者、特に小中学生は自分専用のパソコンを持っていないことが多い。そこで教室の主催者側でパソコンを 10 台、可能な限り安価に構築し、受講者に貸与する必要がある。また、受講者が自分用のパソコンを購入する際も同様に安価でなければならない。

RaspberryPi Zero の登場で、9,000 円程度でディスプレイ付きパソコンを構築可能になった。必要な部品構成と価格の目安(送料、消費税は除く)は次のものである。

(1)RaspberryPi ZeroW セット	19 ポンド
(2)Pi ZeroW ケース	上記に含む
(3)Zero アダプターキット	上記に含む
(4)電源アダプタ	200 円
(5)マイクロ USB 電源ケーブル	100 円
(6)USB 接続キーボード	652 円
(7)USB 接続マウス	300 円
(8)USB ハブ (4 ポート)	564 円
(9)HDMI→VGA 変換アダプタ	699 円
(10)中古モニター (スピーカー付、15")	2,280 円
(11)マイクロ SD カード 16GB	500 円
(12)ブレッドボードキット	1,000 円
合計	8,955 円

HDMI 端子付きテレビに接続する場合、(10)は不要となり、合計 6,675 円になる。上記の価格表から、パソコンを 10 台構築する場合、9 万円以下で購入可能であることがわかる。これは当クラブが IT 教育を実施する場合、充分購入可能な価格である。また、各家庭に

においても個人で購入可能な価格である。尚、RaspberriPi Zero は日本国内でも輸入代理店から販売されているが、品薄で在庫切れ状態が続いているので、英国 Pimoroni 社から輸入することを推奨する。RaspberriPi Zero で構築したパソコンを写真 1 に示す。

### 2.2 必要なソフトウェア

RaspberryPi Zero のシステムディスクはマイクロ SD カード内に作成する。ソフトウェアはインターネットからダウンロードし、マイクロ SD カード内にインストールし、その後、各種の設定を行う。

- (1)Raspbian Jessie (OS)
- (2)各種システム情報の設定
- (3)日本語フォント、日本語入力ソフト
- (4)軽量 WEB ブラウザ Epiphany
- (5)他の RaspberryPi にリモートログインし、X ウィンドウシステムを起動する VNC Viewer
- (6)AquesTalk Pi (音声合成ソフト)
- (7)WebIOPI (WEB から直接 GPIO を入出力)
- (8)その他各種アプリケーションソフト

次に各アプリケーションソフトの日本語対応のための設定を行う。

- (1)LibreOffice のメニューなどの日本語化
- (2)Scratch1.4 の入力文字の日本語対応

次にシステムの各種設定を行う。

- (1)VNC Server の立ち上げ時の自動起動
- (2)ラズベリーパイ専用カメラの有効化と映像のストリーミング配信および必要に応じ画像の反転設定
- (3)WebIOPI のログイン時のパスワードの省略化
- (4)IP アドレスの固定化
- (5)PIC マイコンからセンサー入力する際、シリアル通信の無効化
- (6)RaspberryPi ZeroW で PIC マイコンからセンサー入力する際、Bluetooth 機能の無効化

ユーザが作成すべきアプリケーション・プログラムは、電子工作回路の制御を行う Scratch のプロジェクト、およびスマートフォンから電子工作回路の制御を行う JavaScript のプログラムである。

上記のようにシステムディスクの作成には、OS、インターネット、アプリケーションソフト、ソフトのインストール方法、GPIO の制御方法、プログラミング言語、その他の専門的な知識が必要になる。これを初心者が行うには、長期間の学習が必要となり、一人で行う場合、途中で挫折する恐れがある。その対策とし

て、当クラブの会員には当クラブが作成したシステムディスクの内容をコピーするサービスを行っている。そのコピーされたマイクロ SD カードがあれば、初心者でもすぐに電子工作回路のプログラミングを始めることができる。

## 2.3 その他の必要な機器

システムディスクの内容の作成・バックアップ・コピー、アプリケーション・プログラムの作成・バックアップ・コピー、およびロボットカーやプチ電車の遠隔操作の際、次の機器が必要になる。

- (1)Windows や Macintosh などのパソコン
- (2)インターネット接続機器 (ルータ、ハブ)、プロバイダ
- (3)Wi-Fi ルータ
- (4)必要に応じスマートフォン

(1)はパソコン内に保存した RaspberryPi Zero のシステムディスクの内容を、複数枚のマイクロ SD カードにコピーする場合にも必要である。マイクロ SD カードをコピーして作成する方法であれば、RaspberryPi Zero 側のキーボードやマウスは不要である。パソコンの VNC Viewer からリモートログインして RaspberryPi Zero を操作することが可能である。同様にロボットカーやプチ電車やクリスマスツリーに搭載した RaspberryPi Zero にパソコンの VNC Viewer からリモートログインして遠隔操作することが可能である。

(3)は RaspberriPi Zero の Wi-Fi をインターネットに接続する場合に必要である。

(4)はスマートフォンからロボットカーやプチ電車を遠隔操作する場合に必要である。

## 2.4 ハードウェアの購入方法

RaspberryPi Zero の上位機種 of RaspberryPi 3 Model B は 5,250 円と高価であり、一方、RaspberryPi ZeroW は 1,200 円と安価である。両者は電子工作を行う上での性能は変わらないので、当クラブでは、可能な限り安価にハードウェアを構築できるよう、Raspberry Pi ZeroW を推奨している。周辺機器についても可能な限り安価に入手できるよう、通信販売の購入サイトの一覧表を作成し、会員に紹介している。

## 3. ラズベリーパイ電子工作教室

### 3.1 教室の概要

当クラブの会員の他に一般公募を行い、毎月 1 回いわき産業創造館 (ラトブ) で無償で実施している教室である。教室の参加者は、一人 1 台のパソコンとブレッドボードが必要であるが、前述の通り RaspberryPi

Zero で構築したパソコンは、1 台当たり 9,000 円で構築可能であるので、当クラブで 10 セットを作成した。このパソコン、および後述する遠隔操作ロボットカー、同プチ電車、同プラレールは個人所有のものを持ち寄り、参加者で共用している。当クラブの会員には、可能な限り自前の RaspberryPi Zero で構築したパソコンやロボットカーの購入を推奨している。

### 3.2 教室で作成する回路

当教室は、RaspberryPi Zero の GPIO 端子に接続したブレッドボード上で回路を作成し、Scratch でプログラミングを行い、回路を動作させることが目的である。回路は LED 点滅回路・スイッチによる LED 点灯回路、電子サイコロ回路、クリスマスツリー用 LED 点滅回路、DC モーター駆動回路・赤外線距離センサーによるプチ電車の走行制御回路(前進/後退)などを作成する。これらの回路は、後述するラズベリーパイ・ロボットカー製作教室の基礎となる回路である。これらの回路を写真 2 から写真 5 に示す。

### 3.3 教室のプログラミング言語

当教室は小学 3 年生以上の小中学生を対象としているが、高校生、高専生、大学生、一般人の参加も可能である。内容的には小学生でも理解可能なものとなっており、プログラミング言語は Scratch を使用している。すべての回路を Scratch で制御するので、初心者にもわかりやすい。各種センサー入力は PIC マイコン内で、センサー検出値のアナログ→デジタル変換を行い、シリアル通信で RaspberryPi Zero に送り、Scratch のセンサー値として入力できるようにしている。センサー値の参照は、スクリプト内でセンサー値を調べるブロックで参照でき、わずか 1 つのブロックを置くだけで済み、他の言語と比較しても最も簡単な入力方法である。PIC マイコンは 19 mm×8 mm と超小型である。8 チャンネルのセンサー値の入力が可能であり、価格は 1 個 100 円である。Scratch 用のセンサーボードである PicoBoard に比べ PIC マイコンは格安である。

### 3.4 教室の実施状況

2017 年 1 月より毎月 1 回いわき産業創造館(ラトブ)で定期的実施し、これまでに 10 回実施した。2017 年 10 月には、いわき市教育委員会の後援を得て実施した。参加者の定員は 14 名であるが、毎回 6~18 名が参加している。小学生は保護者同伴での参加が必要である。大人一人での参加も可能である。当教室に参加して RaspberryPi に興味を持ち、当クラブに入会すれば、引き続きラズベリーパイ・ロボットカー製作教室などに参加して、継続的な学習が可能である。ラズベリー

パイ電子工作教室の様子を写真6に示す。

## 4. ラズベリーパイ・ロボットカー製作教室

### 4.1 教室の概要

ラズベリーパイ電子工作教室に参加して興味を持ち、当クラブに入会した会員を対象に、ロボットカーを製作し、RaspberryPi Zeroを組み込み、パソコンまたはスマートフォンから遠隔操作する回路を製作する教室を無償で実施している。当教室は、DCモーター駆動回路による前進/後退/右旋回/左旋回/停止、赤外線距離センサー回路による障害物検知と自動停止、ラズベリーパイ専用カメラ映像のストリーミング配信、外部スピーカーからの発話、パソコンまたはスマートフォンからのリモートログインによる遠隔操作などのハード/ソフトの応用技術を習得することを目的としている。

### 4.2 必要なハードウェア

ハードウェアは参加者が自前で購入するため、可能な限り安価でなければならない。TAMIYAの楽しい工作シリーズのカムプログラムロボット工作キットが2017年8月に発売された。2,600円程度と安価であり、かつRaspberryPi Zeroを容易に組み込むことが可能な構造を持っている。このカムプログラムロボットにRaspberryPi Zeroを組み込むのに必要な部品構成と価格の目安(送料、消費税は除く)は次のものである。

(1)カムプログラムロボット工作キット	2,560円
(2)RaspberryPi ZeroW	9.6ポンド
(3)Pi ZeroW ケース	5ポンド
(4)GPIOピンヘッダー	2ポンド
(5)マイクロSDカード16GB	500円
(6)RaspberryPi Zero用超小型カメラ	14ポンド
(7)PICマイコン(PIC16F1823-I/P)	100円
(8)赤外線距離センサー(GP2Y0E02A)	740円
(9)ユニバーサル基板(ProtoZero)	5ポンド
(10)DCモーター駆動用IC(TA7291P)×2	300円
(11)パワーサプライボード(LipoSHIM)	10ポンド
(12)リチウムイオン電池	540円
(13)1.5V乾電池×3	100円
(14)電池ボックス	90円
(15)ミニポータブルスピーカー	1,159円
(16)HDMIミニ変換アダプタ	618円
(17)HDMI→VGA変換アダプタ	600円
(18)電子ブザー	150円
合計	13,841円

この価格で発話する遠隔操作ロボットカーを製作できるのは魅力的である。

### 4.3 カムプログラムロボットカーの組み立て

カムプログラムロボット工作キットを部品から組み立てて完成させるのに1日(7時間)を要する。完成後、カムプログラムロボットが正常に動作するかテスト走行を行う。その後、RaspberryPi ZeroWを組み込むスペースを確保するため、プログラムバギヤケースとステアリングレグを取り外す。ロボットカー本体の空いたスペースにRaspberryPi ZeroW、Pi ZeroWケース、ユニバーサル基板、パワーサプライボード、リチウムイオン電池、HDMIミニ変換アダプタを組み込む。RaspberryPi Zero用超小型カメラ、赤外線距離センサーは正面に取り付ける。電池ボックスは背面に取り付ける。

### 4.4 ユニバーサル基板の配線

ユニバーサル基板上で、ロボットカーの左右のDCモーター、電池ボックス、電子ブザー、パワーサプライボード、PICマイコン、DCモーター駆動用IC、赤外線距離センサーの配線を行う。配線は半田付けし、この作業に1日(7時間)を要する。

### 4.5 ソフトウェアの設定

システムのソフトウェア設定は、2.2で前述したものが必要である。この設定の後、RaspberryPi Zero用超小型カメラからの映像の配信をパソコンのWEBブラウザ上で確認する。

### 4.6 総合テスト

パソコンからロボットカーのRaspberryPi ZeroWにリモートログインし、Scratchのステージ画面から前進/後退/右旋回/左旋回/停止/クラクション鳴動、および赤外線距離センサー回路による障害物検知と自動停止のテストを行う。またロボットカーの各動作と同時にその動作を表す言葉を発話することを確認する。また、スマートフォンからロボットカーにリモートログインし、スマートフォンの画面から前進/後退/右旋回/左旋回/停止/クラクション鳴動のテストを行う。完成したロボットカーの遠隔制御回路を写真7に示す。

### 4.7 教育上の効果

ロボットカーが正常に動作するまでハード/ソフトの不具合が多数発生するが、それを一つ一つ解決していくことにより、忍耐力、洞察力、問題解決力が養われる。また、経験者のノウハウを吸収することでスムーズに作業が進むことを経験することも重要である。

## 5. プチ電車の遠隔制御回路の作成

DC モーター駆動回路はプチ電車の遠隔操作にも応用可能である。プチ電車は 3 両構成で、2 両目に DC モーターが組み込まれている。先頭車両に RaspberryPi ZeroW、ユニバーサル基板、パワーサプライボード、リチウムイオン電池を組み込み、ユニバーサル基板上に DC モーター駆動回路を作成する。2 両目の DC モーターと 1 両目のユニバーサル基板を接続する。3 両目に DC モーター用電池を組み込み、1 両目のユニバーサル基板と接続する。パソコンからプチ電車の RaspberryPi ZeroW にリモートログインし、Scratch のステージ画面から前進／後退／停止の操作を行う。「前進モード」ボタンは 1 度押せば前進を継続し、「停止」ボタンを押せば停止する。「前進」ボタンは押している間のみ前進し、離せば停止する。「後退モード」ボタンは 1 度押せば後退を継続し、「停止」ボタンを押せば停止する。「後退」ボタンは押している間のみ後退し、離せば停止する。

### 5.1 必要なハードウェア

プチ電車は 1 両 100 円と安価である。プチ電車に RaspberryPi ZeroW を組み込むのに必要な部品構成と価格の目安(送料、消費税は除く)は次のものである。

(1)プチ電車×3 両	300 円
(2)RaspberryPi ZeroW	9.6 ポンド
(3)GPIO ピンヘッダー	2 ポンド
(4)マイクロ SD カード 16GB	500 円
(5)ユニバーサル基板(ProtoZero)	5 ポンド
(6)DC モーター駆動用 IC(TA7291P)	150 円
(7)パワーサプライボード(LipoSHIM)	10 ポンド
(8)リチウムイオン電池	540 円
(9)9V 乾電池	100 円
合計	4,814 円

この価格でプチ電車を遠隔操作できるのは魅力的である。

### 5.2 ユニバーサル基板の配線

ユニバーサル基板上で、プチ電車の DC モーター、パワーサプライボード、DC モーター駆動用 IC、DC モーター用電池の配線を行う。配線は半田付けし、この作業に約 2 時間を要する。

### 5.3 ソフトウェアの設定

システムのソフトウェア設定は、2.2 で前述したものが必要である。

### 5.4 総合テスト

パソコンからプチ電車の RaspberryPi ZeroW にリモ

ートログインし、Scratch のステージ画面から「前進モード」ボタン／「後退モード」ボタン／「停止」ボタンのテストを行う。「前進」ボタン／「後退」ボタンで小刻みに移動し、駅などの停止位置に合わせて停止できることを確認する。完成したプチ電車の遠隔制御回路を写真 8 に示す。

### 5.5 教育上の効果

プチ電車が正常に動作するまでハード／ソフトの不具合が多数発生するが、それを一つ一つ解決していくことにより、忍耐力、洞察力、問題解決力が養われる。また、狭い空間に部品をいかに収納するか、部品の配置、基板の形成、DC モーター駆動用 IC の足の折り曲げ方などの試行錯誤を繰り返し、最適な部品収納方法を習得できる。

## 6. 電子サイコロ制御回路の作成

### 6.1 必要なハードウェア

前述 2.1 のハードウェアと同様である。

### 6.2 ブレッドボード上の配線

ブレッドボード上に、LED×14、抵抗 330Ω×14 を 2 つのサイコロの目のように配置する。GPIO 出力端子 → 抵抗 → LED → GND の順にブレッドボード上にジャンパー線で配線する。

### 6.3 ソフトウェアの設定

システムのソフトウェア設定は、2.2 で前述したものが必要である。

### 6.4 総合テスト

Scratch のステージ画面上で開始ボタンをクリックしてサイコロを同時に 2 つ振り、出た目と同じ LED が点灯することを確認する。完成した電子サイコロ制御回路を写真 3 に示す。

### 6.5 教育上の効果

LED を点灯させる基本的な回路であるが、多数の LED をブレッドボード上に配線するため、ブレッドボードの穴を有効利用しなければならず、試行錯誤して簡素化された配線方法を習得できる。

## 7. クリスマスツリー用 LED 点滅回路の作成

### 7.1 必要なハードウェア

前述 2.1 のハードウェアと同様である。

## 7.2 ブレッドボード上の配線

ブレッドボード上に、LED×14、抵抗 330Ω×14 を均等に配置する。GPIO 出力端子→抵抗→LED→GND の順にブレッドボード上にジャンパー線で配線する。ツリーの後ろに RaspberryPi Zero およびブレッドボードを設置し、LED の足はオス・メスのジャンパー線 (30 cm) で延長し、メスの端子に LED を差し込み、ツリーの前面に LED を均等に配置する。

## 7.3 ソフトウェアの設定

システムのソフトウェア設定は、2.2 で前述したものが必要である。

## 7.4 総合テスト

パソコンからクリスマスツリー用の RaspberryPi Zero にリモートログインし、Scratch のステージ画面からプログラムを起動し、LED を 0.3 秒間隔で点滅させる。RaspberryPi Zero×3 台をツリーの後ろに配置し、42 個の LED をツリーの前面に配置する。すべての LED が 0.3 秒間隔で点滅することを確認する。RaspberryPi Zero の消費電力は 0.8W であり、24 時間連続運転しても 20W 程度であるから、クリスマスツリーの電飾を連続して毎日楽しめる。完成したクリスマスツリー用 LED 点滅回路を写真 4 に示す。

## 7.5 教育上の効果

LED を点灯させる基本的な回路であるが、多数の LED をブレッドボード上に配線するため、ブレッドボードの穴を有効利用しなければならず、試行錯誤して簡素化された配線方法を習得できる。また、LED の足をジャンパー線で延長する方法や、パソコンから RaspberryPi Zero にリモートログインする方法を習得できる。

## 8. 中学校における電子工作体験学習会

### 8.1 目的

いわき市内の中央台南中学校の 2 学年の総合的学習の時間において、職場体験学習の一環として、当クラブが主催しているラズベリーパイ電子工作教室を体験したいとの申し入れがあり、2017 年 9 月に中学校の美術室に RaspberryPi Zero で構築したパソコンとブレッドボード 10 セット、ロボットカー、プチ電車を持ち込み、ラズベリーパイ電子工作体験学習会を実施した。

### 8.2 対象者

体験希望者は中学 2 年生の男女 10 名で、将来メカニカルエンジニアやシステムズエンジニアやゲームク

リエイターを志望している生徒であり、半数が創造部科学コースに所属しているパソコンの経験者である。

## 8.3 実施内容

中学生が対象なので、LED 点滅回路、スイッチによる LED 点灯回路の作成を行い、動作を確認した。電子サイコロ回路、ロボットカーの遠隔操作回路、プチ電車の遠隔操作回路を Scratch のステージ画面から操作し、フィジカルコンピューティングを実際に体験した。ロボットカーのラズベリーパイ専用カメラの映像をストリーミング配信して、各自のパソコンの WEB ブラウザにリアルタイムで表示した。

事前に、コンピュータの活用方法、システムエンジニアの仕事内容、仕事のやりがい、仕事の大変さ、苦労話、仕事をする上での必要な能力や技術、エンジニアになるための勉強方法、プログラミングの技術や難しさ、プログラマーの重要性などの質問事項が文書で出され、当日、講師の体験談を紹介した。将来の進路を決めるため、全員、講師の話真剣に聞いていた。

## 8.4 演習の進捗度

半数がパソコンの経験者なので、スムーズに演習を進められる生徒がいたが、未経験者はキーボードの入力が少し遅かった。Scratch はほぼマウス操作で行うが、WEB ブラウザに URL を入力する際は、英数字・特殊文字の入力が必要となる。そこで、演習が早く終わった生徒は遅い生徒をサポートするようにした。その結果、全員が演習を時間内に終わらせることができた。電子工作体験学習会の様子を写真 9 に示す。

## 8.5 生徒の感想

体験学習会が終了し、数週間後に生徒から礼状が 4 通届き、その中に感想が述べられていたので紹介する。

- (1)実際にプログラムを作ったり、電子回路を組み立ててみて、パソコンソフトを作るのはとても大変な作業だということが分かった。自分はよくパソコンを使うので、いつも使っているソフトには多くのプログラムが組み込まれていることが分かった。電子回路では一つ一つの部品の説明をしていただいたおかげで組み立てた回路の意味が分かった。今回の体験を活かして電子部品について勉強してみたい。
- (2)今回、実際にプログラミングや接続する機械を作ってみて、精密な動きと、知識が要求される一筋縄では行かない仕事だということが分かった。さらに、使用させていただいた物を作るだけでも相当な能力が必要であり、とても時間がかかるということに気が付いた。自分達にも伝わるように分

- かりやすく話をしていただき、さらに資料まで作っていただき、とても分かり易かった。本当に人の役に立つものを作りたいということ、心を込めて作業をしているのだなということを知った。今回の体験から自分が将来どう進むかを考えたい。
- (3)実際に自分が一からプログラムを制作し、回路を組み立ててみたのも大変だったが、これを毎日のように仕事にしている人たちはすごいと思った。しかし、一からプログラムを作るということにやりがいを感じた。細かい作業がたくさんあったが、この経験を活かし、これからも頑張りたい。
- (4)実際に回路やプログラムを作成して、自分が思っていたものより簡単に作ることができ、とても楽しかった。しかし、難しい作業などもあり、プログラミングなどの知識や技術が必要になるということが分かった。この知識や技術を使い、様々なことをされているという話を聞き、プログラミングは多くの場面で使われていることを知った。今回の体験を活かして、自分の将来につなげていきたい。

この感想文で述べられているのは、フィジカルコンピューティングの経験を通して実際に人の役に立つシステムを作ることが分かったということである。ディスプレイの中でオブジェクトを動かすだけのゲームプログラミングとは違い、コンピュータと現実の世界とを結び付けて考えることができるのである。これはシステムズエンジニア的思考方法であり、一般のプログラミング教育とは異なるものである。RaspberryPi Zero と Scratch による IT 教育は、この思考方法を養成することを目的としている。

## 9. 小中学生プログラミング教室

### 9.1 目的

当クラブが主催しているラズベリーパイ電子工作教室では、主に電子工作回路を制御するプログラミングを Scratch で行っている。電子工作では GPIO サーバに対するコマンドに対応するイベントを発行するブロックを使用したプログラミングが中心となるが、プログラミングの応用範囲を広げるためには Scratch のすべてのブロックについて学習しておく必要がある。

当クラブは、前述したように、いわき産業創造館(ラトブ)において Scratch を使用した IT 教育の講習会を 2016 年 7 月から 11 月にかけて、毎月定期的に無償で実施してきた。

当クラブを正式に設立後は、いわき市教育委員会の後援を得て、2017 年 10 月から Scratch を使用した「小中学生プログラミング教室」を毎月 2 回定期的に無償

で実施している。

### 9.2 対象者

当教室は小学 3 年生以上の小中学生を対象としているが、高校生、高専生、大学生、一般人の参加も可能である。内容的には小学生でも理解可能なものとなっている。

### 9.3 教室の実施状況

2017 年 10 月より毎月 2 回いわき市生涯学習プラザで定期的実施し、これまでに 4 回実施した。参加者の定員は 24 名であるが、毎月 7~28 名が参加している。小学生は保護者同伴での参加が必要である。大人一人での参加も可能である。当教室に参加して RaspberryPi や Scratch に興味を持ち、当クラブに入会すれば、引き続きラズベリーパイ電子工作教室などに参加して、継続的な学習が可能である。

### 9.4 教室の内容

当教室は、Scratch WEB サイトを利用して、オンラインエディターでプロジェクトを作成し、その作品を WEB サイト上で共有する方式を採用している。ある例題をもとにプログラミングを学習し、そのプロジェクトをリミックス(コピー)して自由に改造するが、個人の個性が出るので、同じ作品にはならない。他人の工夫やアイデアが自分のプログラミングの参考になるので、当クラブの会員専用スタジオに参加者全員の作品を登録し、互いに共有できるようにしている。共有した作品を自宅で改良したり、作品を追加することも可能である。

当教室の実施内容は次のものである。

- (1)Scratch WEB サイトのアカウントの取得・認証
- (2)Scratch で作られた作品(ゲーム、音楽など)の紹介
- (3)NHK E テレで放送された例題プログラムの作成
- (4)当クラブが作成した妖怪たたきゲームや音楽演奏作品の作成
- (5)作品をリミックスして自由に改造
- (6)作品を WEB サイトに共有し、当クラブの会員専用スタジオに登録
- (7)各自、自分の作品をスクリーンに投影し、みんなの前で発表

小中学生プログラミング教室の様子を写真 10 に示す。

### 9.5 教室の課題

Scratch は子供向けのプログラミング環境として優れ

ているが、ハードウェア面で注意すべき点がある。

- (1)マウスの大きさ、重さが操作性に大きく影響する。できれば子供用の小さくて軽いものが望ましいが、共用パソコンのマウスは大人向けで大きく、重いものが多い。当クラブでは、子供用マウスを持参し、共用パソコンの USB ポートに差し込んで使えるようにしている。
- (2)キーボードの大きさも同様であり、当クラブでは、子供用キーボードを持参し、共用パソコンの USB ポートに差し込んで使えるようにしている。
- (3)パソコンの配置は、できればコの字型に机を並べて配置し、スタッフが自由に動いて受講者をサポートできるようにすべきである。机を同じ方向に並べて全員が前を向いているような配置ではスタッフが自由に動けない。
- (4)駐車場がなく最寄り駅や近隣の駐車場から 10 分程度歩かなければならない会場では、参加者やスタッフが荷物を搬送するのに不便である。
- (5)会場は季節に応じて選ぶ必要がある。夏場はエアコンが設置されている会場、冬場は駐車場がある会場を選ぶ必要がある。
- (6)Scratch WEB サイトを利用するため、有線 LAN または無線 LAN でパソコンをインターネットに接続する環境が整備された会場を選ぶ必要がある。

いわき市は公共施設の数が多く、会場は必要に応じて選ぶことができるが、無線 LAN が整備された会場は少ない。数台のパソコンのみを無線 LAN に接続する場合は、スマートフォンのインターネット共有機能（デザリング機能）を利用することも可能である。

## 10. スクラッチディ 2017 インいわき

### 10.1 目的

スクラッチディは、Scratch が米国で誕生した 5 月に世界中で行われる Scratch のお祭りである。内容は Scratcher のミーティング、Scratch のワークショップ、作品の Show & Tell、プログラミング・バトル、各種展示などが行われ、日本でも各地で 5 月に開催されている。

いわき市では、地域に Scratch を普及するため、2017 年 5 月にいわき産業創造館（ラトブ）6 階 IT 研修室において、当クラブ主催で初めてスクラッチディを実施した。参加費は無料である。

### 10.2 対象者

小中学生を対象としているが、高校生、高専生、大学生、一般人の参加も可能である。内容的には小学生でも理解可能なものとなっている。

### 10.3 実施状況

10 : 00 ~ 16 : 00 の開催時間中に、大人も含め、約 30 名の方が参加し、東京からも 3 名の Scratcher が参加した。地方開催としては、中規模のものである。

### 10.4 内容

IT 研修室に設置されたノートパソコンを一人 1 台使用して、Scratch WEB サイトにログインし、次の内容で実施した。

- (1)Scratch WEB サイトのアカウント取得サービス
- (2)Scratch の例題作成ワークショップ
- (3)Scratch の作品の発表（Show & Tell）
- (4)Scratch で作成したゲームや音楽作品の展示

また、RaspberryPi Zero の Scratch1.4 を次の内容で紹介した。

- (1)RaspberryPi Zero で構築したパソコン 8 台の展示
- (2)電子サイコロ回路の展示
- (3)RaspberryPi Zero 搭載ロボットカーの展示・デモ走行
- (4)RaspberryPi ZeroW 搭載プチ電車の展示・デモ走行
- (5)RaspberryPi Zero の Java 言語で作成した巡回セールスマンゲームの展示

スクラッチディ 2017 インいわきの様子を写真 11 に示す。

### 10.5 次回開催に向けて

2017 年度は概ね成功したといえるが、次回開催に向けて次の課題がある。

- (1)参加費は無料であり、会場の使用料は当クラブが負担しているが、次回からは公開講座を開催するための資金援助制度の利用を検討したい。
- (2)RaspberryPi Zero 関係の展示は、別の会議室で行いたい。
- (3)イベントの広告は、主にインターネットで行ったが、新聞・テレビ等の報道機関にもチラシを配布したい。

## 11. まとめ

いわき市における RaspberriPi Zero と Scratch による IT 教育の事例を紹介した。2020 年度から小学校においてプログラミング教育が必修化されるが、その内容は各学校に一任され、政府から具体的なカリキュラム等は示されていない。

総務省は義務教育だけでは高度な技術者を育てるのは難しいとみており、クラブ（スポーツ少年団のようなもの）で課外活動を充実し、応用力を身につけて



もらう考えである。あらゆるモノがネットにつながる「IoT」の普及に向け、小中学生からの人材育成に乗り出す。学校とは別に全国でクラブ組織の結成を促す。指導者の確保や機材の提供などきめ細かく支援し、2023年をメドに1万団体の設立をめざしている。子供の育成強化で国際競争が激しくなっている技術者の確保と高度化につなげる狙いである。クラブでは現役のプログラマーなどが指導者につく。子供は簡単なプログラミング言語を使ってスマートフォン向けのアプリを作ったり、ドローンを自動操縦する仕組みを作ったりして学ぶ。基礎的な内容を通じ、応用力の養成を図る。IoTを巡っては、2020年に世界で300億個のモノがネットにつながるとされる。様々なデータがやり取りされるネットワーク基盤を作るスキルが重要で、今後は技術者が不足する事態も想定される。総務省では若手のうちから活躍してもらうような仕組みをつくり、世界的な技術競争に対抗できる素地を整えたい考えである。

当クラブの運営も、総務省が考えているクラブ組織のようなものにしたいと考えているが、基本的にはRaspberryPiとScratchによるIT教育を主体に実施していくことになる。さらに高度なIT教育を実施する必要性については、地域の要望などを踏まえて検討していきたいと考えている。

## 文 献

- [1]金丸隆志、“Raspberry Pi で学ぶ電子工作”、講談社、東京、2016
- [2]金丸隆志、“実例で学ぶ Raspberry Pi 電子工作”、講談社、東京、2015
- [3]林和孝、“ラズベリーパイで遊ぼう！”、株式会社ラトルズ、東京、2016
- [4]江崎徳秀、“JavaでRaspberry Pi入門”、石井モルナ、内村莞爾共著、株式会社リックテレコム、東京、2016
- [5]“ラズパイ超入門”、日経BP社、東京、2016
- [6]“600円で始めるラズパイ超入門”、日経BP社、東京、2017
- [7]“少年団でプログラミング教育 総務省、1万クラブ結成”、日本経済新聞、東京、2017/9/14



写真 1. RaspberrPi Zero で構築したパソコン

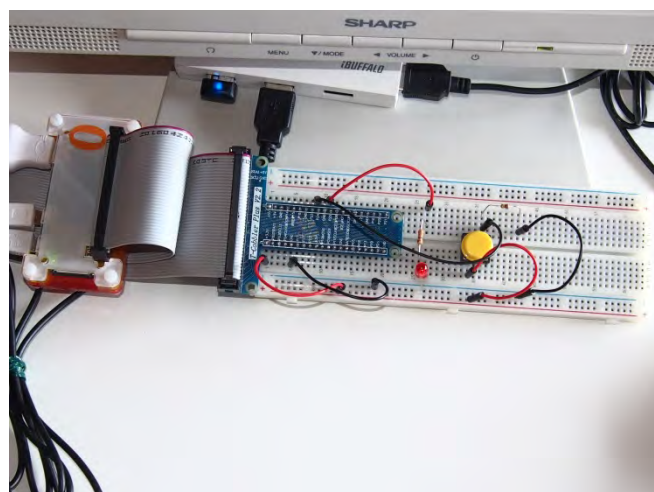


写真 2. LED 点滅回路-スイッチによる LED 点灯回路

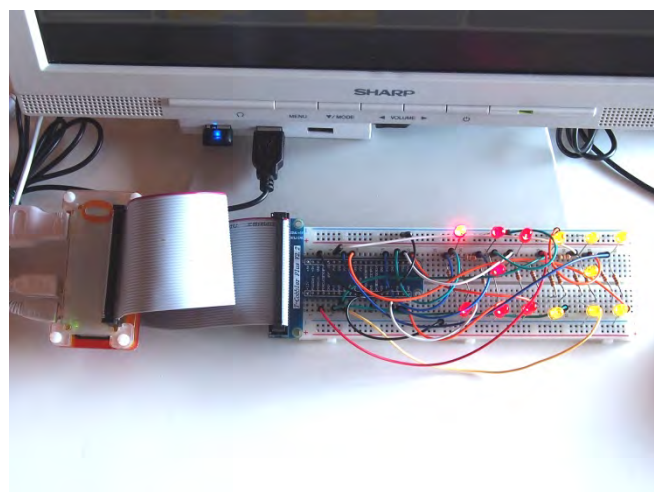


写真 3. 電子サイコロ回路



写真 4. クリスマスツリー用 LED 点滅回路

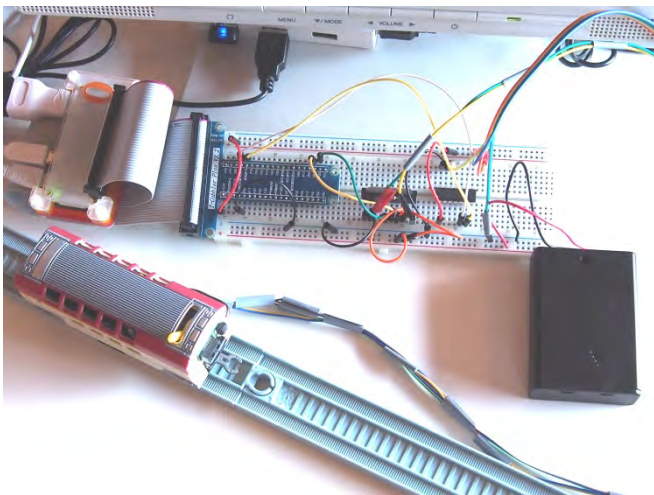
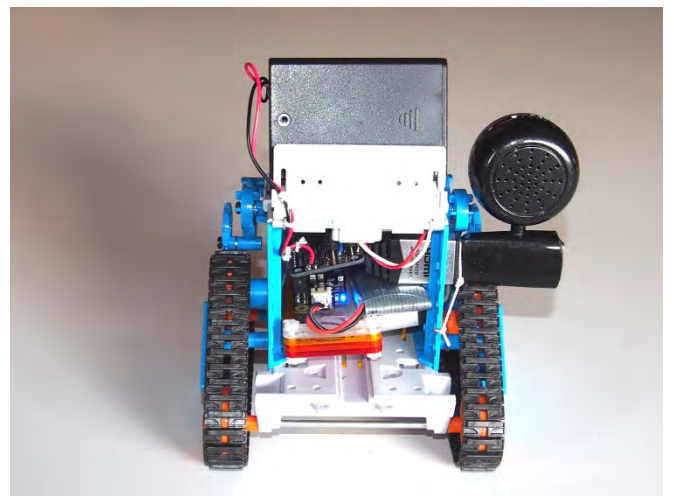
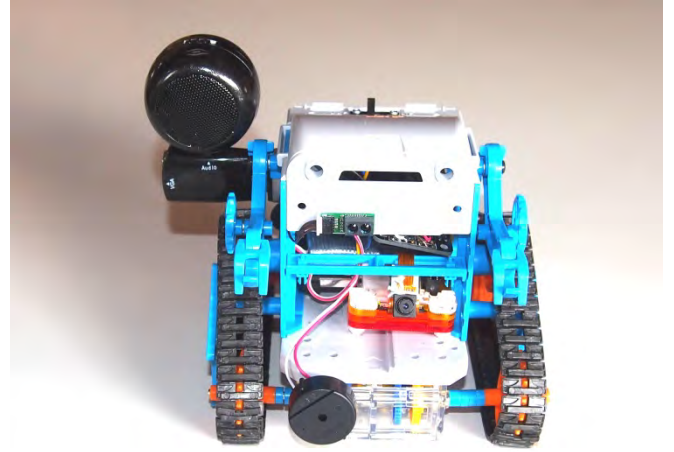


写真 5. DC モーター駆動回路・赤外線距離センサーによるプチ電車の走行制御回路



写真 7. ロボットカーの遠隔制御回路



写真 6. ラズベリーパイ電子工作教室の様子

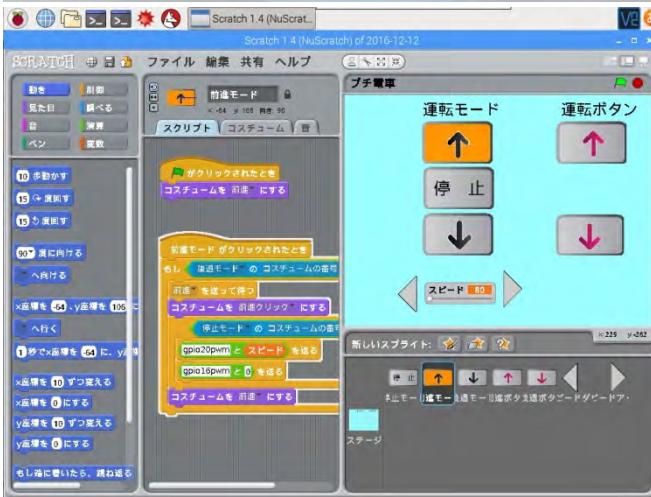
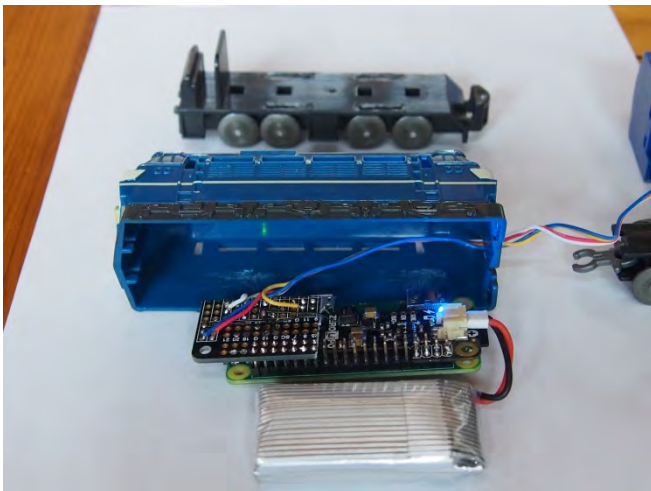


写真 8. プチ電車の遠隔制御回路



写真 9. 電子工作体験学習会の様子



写真 10. 小中学生プログラミング教室の様子



写真 11. スクラッチデイ 2017 インいわきの様子