

太陽光発電を題材としたプログラミング教材

廣 田 千 明¹ 橋 浦 康 一 郎¹ 伊 藤 大 輔²

著者らは秋田県において、子どものプログラミング教育の研究会を立ち上げ、小学校を中心に学校でのプログラミング教育を支援している(廣田ら、2019)。主な活動として、学校や教育委員会の教員研修の講師を務めており、プログラミング教育についての講義や実習を行っている。教員研修で強調して話していることは、小学校におけるプログラミング教育の目的は、プログラミングそのものを学習することではなく、プログラミングの考え方(プログラミング的思考と呼ばれる)を身に付けることや情報活用能力を育成することである(詳しくは『小学校プログラミング教育の手引き』(文部科学省、n.d.)を参照されたい)。ここで注目すべきことは情報活用能力という用語である。これは単に情報に対する知識や技能を身に付ければよいということではなく、活用する能力を身に付けることが重要であることを示している。これまでの教育では知識を得ることに重点が置かれており、知識を活用することにはあまり注力してこなかったと感じられる。社会の問題を解決し、よりよい社会を構築していくために、今後は学習した内容を活用する方法を教えていかなければならない。

社会の問題を解決するために活用する必要がある学習内容は情報だけではない。既存の教科も社会の問題を解決するために不可欠であり、既存の教科の活用も重要となる。学習指導要領では、資質・能力の3つの柱として、「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力・人間性等」を示しており、単に知識や技能を身に付けるだけでなく、知識や技能を

活用して課題を解決し、成果を発表するために必要な思考力・判断力・表現力を身に付けることも1つの柱とされている。また、学校教育法第三十条2においても「生涯にわたり学習する基盤が培われるよう、基礎的な知識及び技能を習得させるとともに、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくみ、主体的に学習に取り組む態度を養うことに、特に意を用いなければならない」と記載されている。

さて、学校における学習の中で、教科の学習で得られた知識・技能はどのような学習で活用されるのだろうか。その1つの場面が探究学習となる。学校で探究学習を行う時間として、2003年度から総合的な学習の時間が設けられた。さらに高等学校では2022年度からは新たに古典探究、理数探究など、教科の学習の中で探究を行う科目が新設された。また、総合的な学習の時間は総合的な探究の時間へと名称が変更となり、より一層探究に特化した授業展開が期待されている。特に「総合的な」と称している科目は、教科等を越えた横断的・総合的な学習が期待されており、そのような学習内容の考案が望まれている。

一方、現代社会はデータ駆動型社会であるといわれており、データの取り扱いの重要性が増している。そのため、算数・数学科の内容領域で「D データの活用」を設定し、小中学校でデータの取り扱いを学ぶことになっている。また、高等学校においても数学Iで「データの分析」、数学Aで「場合の数と確率」、数学Bで「統計的な推測」、情報Iで「情報通信ネットワー

¹システム科学技術学部

²総合科学教育研究センター

クとデータの活用」が実施され、データの取り扱いを学ぶ機会を増やしている。

以上の状況を踏まえて、教科を横断する形で教科の学習を活用し、データの取り扱いも学ぶことができるような教育内容を考えていく必要性を感じた。著者らはこれまでプログラミングの教材として、Scratch によるプログラミング教材（廣田ら、2021a）や自動改札機を題材とした教材（廣田ら、2021b）、感染症のシミュレーションを題材とした教材（廣田ら、2022）などを開発してきた。これらの成果を踏まえて、教科横断でデータの取り扱いを学ぶことができる教材のテーマとして、追尾型太陽光発電パネルの話題が利用できるのではないかと考え、教材を作成することとした。本論文では、開発した教材について解説し、小中高等学校のそれぞれの段階での活用法について検討を行う。

追尾型太陽光発電パネル

通常の太陽光発電パネル（以下、「太陽光パネル」とする）は東西南北どちらかの方向に向けて設置するしかなく、北半球に位置する日本では南向きに設置し、太陽がどの位置にあっても太陽光を集光できるようにするのが一般的である。しかしこの方法では、日の出や日の入りのころは、太陽光パネルに対する太陽光の入射角が大きくなり、発電量が減少することが予測される。この問題に対して、太陽光パネルを可動式の架台の上に設置し、太陽を自動的に追尾する方法が考案されている。すでに実用化されており、例えば由利本荘保健所（秋田県由利本荘市水林408）の敷地内に設置されている（図1）。図2はこの太陽光パネルを裏側から見た状態であり、太陽光パネルの向きを上下左右に変える仕組みが見てとれる。このような太陽光パネルを追尾型太陽光発電パネル（以下では追尾型太陽光パネルと略す）という。

追尾型太陽光パネルは、太陽を追尾するために架台を動かす必要があり、その分だけ電気を消費する。したがって、太陽を追尾することが得なのかどうかは自明ではない。こうした疑問が生じた場合、科学的な視点で、データに基づき、真偽を検証することが重要である。この問

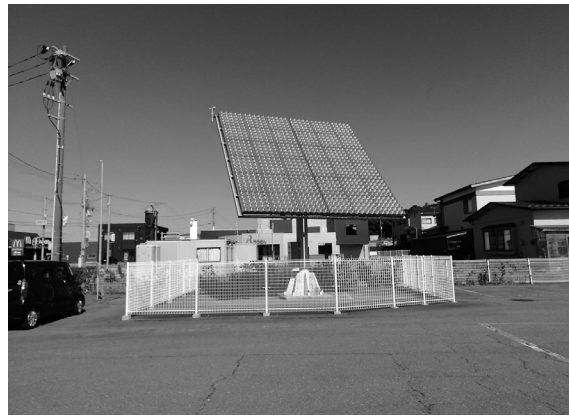


図1. 由利本荘保健所に設置されている太陽光パネル

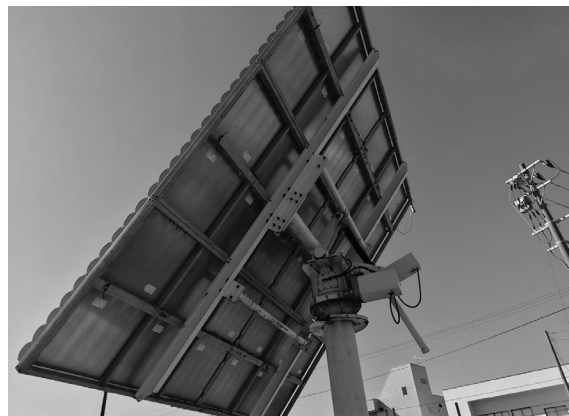


図2. 由利本荘保健所に設置されている太陽光パネルの裏側

題を調べるためには、太陽光パネルの設置者に、太陽を追尾した場合と追尾しない場合の発電量のデータを取得してもらい、データを提供してもらって分析する必要があるが、データの提供者を見つけることが難しいことが予測される。また、運よく提供者が見つかりデータをもたらえたとしても、多くのデータがもらえるわけではなく、天候や時期などの条件が揃わず、単純に比較できない可能性も高い。そこで、本研究ではLEDテープや透明半球など、簡単に手に入る物品で仮想的な環境を作り出し、両者を比較する教材を開発することとした。

太陽光発電を題材としたプログラミング教材

太陽光発電に関する教材を調べてみると、理科教材が多数みつかると。小学校第6学年の理科のA物質・エネルギー（4）電気の利用の中に、「ア 電気は、つくりだしたり蓄えたりすることができること」（文部科学省、2017）があり、太陽光発電の教材はこの単元で利用され

る教材がほとんどである。それらの教材は、光により発電できることを知る事が主な学習内容となっており、現在広く利用されているシリコンタイプの太陽光パネルを利用して、実際に発電して電球を点けたり、小型扇風機を回したりする教材であった（例えば、ナリカ社製「クリーンエネルギー実験セット WS」や共立プロダクツ社製「ワンダーキット：ソーラー&モータ+プロペラセット」など）。太陽光パネルそのものを利用するので、太陽光発電に関して学ぶのに適しているが、その反面、他の学習にはあまり活用する方法がない。また、発電量を測定するには測定器を利用する必要があり、測定器の利用法やデータの取得方法など、準備として学ばなければならない事項が多いという困難がある。

そこで、実際の太陽光パネルは用いずに、プログラミング学習用のマイコンボード micro:bit を利用することを考えた。micro:bit には前面に25個の LED が配置されており、この LED が明るさセンサーとなっている（図3）。本研究では、明るさセンサーの値を太陽光パネルの発電量とみなすことにより、太陽光発電の実験を行う。非常に単純な発想であるため、他に類似の研究があるのではないかとと思われるが、実際の太陽光パネルを用いることが一般的になっているためか、もしくは発電そのものが学習内容となっており、発電量に注目した学習がほとんどないためか、著者が調べた範囲では、明るさセンサーの値を太陽光発電の発電量とみなして学習を行うような教育内容は考案されなかった。micro:bit の明るさセンサーは感知した明るさに応じて0から255までの数値を返し、感知した明るさのデータを簡単に定量的に扱うことができる。また、micro:bit は Bluetooth による無線通信が可能であり、データを簡単にパソコンや他の micro:bit に送信することができる。さらに、micro:bit には標準でデータをリアルタイムでグラフ化する機能やデータを CSV 形式でダウンロードできる機能があり、本研究で利用するのに適している。以下では、micro:bit を用いて太陽光発電を模倣したシステムを利用して、発電量を比較する実験について説明する。

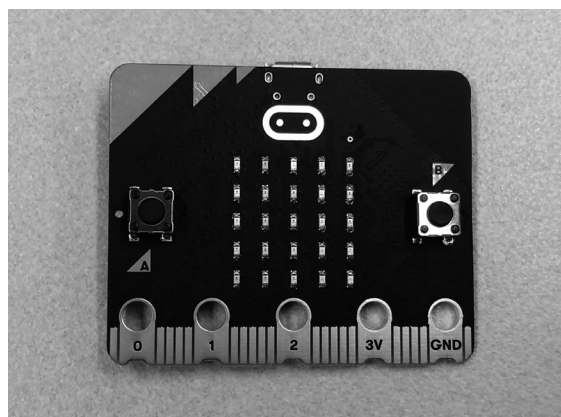


図3. micro:bit V2.2 (前面)

太陽光パネルの模倣

太陽を追尾しない太陽光パネルは単に明るさセンサーをパネルに見立てるだけなので、困難はなく模倣できる。検討が必要なことは追尾型の太陽光パネルをどのように模倣するかである。すぐに思いつくことは3Dプリンタで micro:bit を設置する架台を作成し、この架台をサーボモータで回転させるといったことである。ただし、本研究は学校で利用可能な教材の作成を目指しており、学校教員が3Dプリンタで架台を作製するのは大変であるし、できあがった可動式架台はこの学習にしか利用できず、準備のコストが高いと考えた。簡単に手に入り、他の学習にも利用できるもので代用することを考え、車型のロボットを利用することとした。micro:bit で制御でき、回転することができればどのような車型のロボットでも利用可能であるが、小型であることや設置した micro:bit が少し上向きに傾いており、上空に位置する太陽を捉えやすいことから、ELECTFREAKS製 Ring:bit カー（図4）を利用することとした。

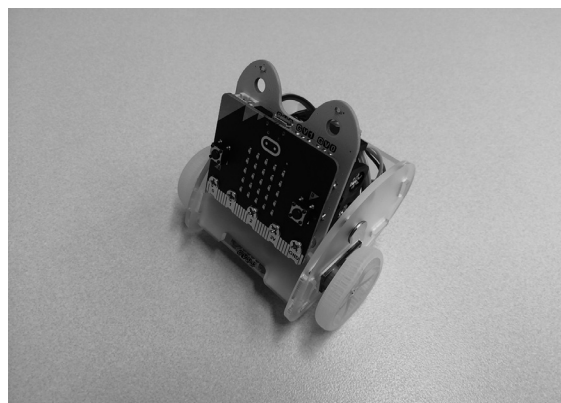


図4. ELECTFREAKS製 Ring:bit カー (販売元:ケニス社)

模倣した太陽光パネルが行う作業は、明るさセンサーのデータを送信することと太陽を追尾することである。データの送受信の方法は micro:bit の通信機能を用いる方法や Web Bluetooth を用いる方法があるが、ここでは児童・生徒がこの部分のプログラムも作成することも見越して、micro:bit の通信機能を用いる。太陽を追尾するプログラムはいくつかの方法が考えられる。ここでは、一定の速さで回転する方法を紹介する。模倣した太陽光パネル（ロボットカー）のプログラミング画面を図5に示す。

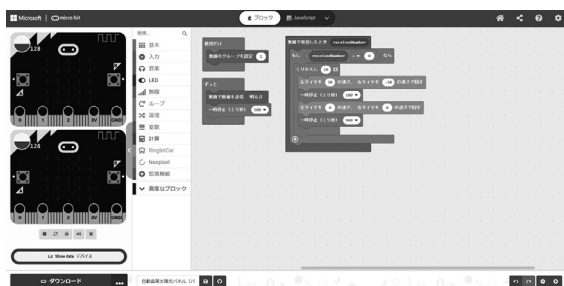


図5. ロボットカーのプログラム

プログラムは大きく分けて、データの送信を行う部分と太陽を追尾する部分に分けられる。まず前者について説明する。プログラムの該当する部分を図6に示す。micro:bit で通信を行うためには、無線のグループを設定する必要がある。これは最初に1度だけ設定すればよいので、「最初だけ」のブロックの中に入れる。なお無線グループは1から255の範囲で設定することができ、同じ教室内で複数の児童や生徒がこの実験を行う場合は、各児童や生徒で異なる数字を利用する必要がある。続いて、データを送信する部分のプログラムを説明する。データはずっと送り続ける必要があるので、「ずっと」のブロックの中に作成する。データの送信には、「無線で数値を送信」というブロックがあるので、それを利用することで簡単にデータを送信することができる。ここでは、明るさセンサーの値を送信するので、「明るさ」のブロックを「無線で数値を送信」のブロックに入れる。しかし、このままでは必要以上に高い頻度でデータが送信されてしまうので、「一時停止」のブロックで500ミリ秒停止することとする。



図6. データの送信のプログラム

続いて、太陽を追尾するプログラムについて説明する。準備として Ring:bit カーを動かすために必要なブロックを呼び出す必要がある。Ring:bit カー用のブロックを表示するには設定メニューを表示するギアマークを押し、表示されたメニューの中から「拡張機能」を選び、「ring:bit car」を検索し選択することで表示できる。太陽を追尾するプログラムはいろいろな方法が考えられるが、太陽は等速度で移動するので、パネル側も等速で回転する方法を考える。のちに説明する疑似的な太陽の動きに合わせて作成したプログラムの一例を図7に示す。このプログラムでは、無線で信号（ここでは0）が送られてきたことを契機に、100ミリ秒間回転して、900ミリ秒待つという動作を繰り返すことで太陽を追尾する。この他に、明るさセンサーの値が小さくなったら回転するといったプログラムや磁気センサーの値をもとに回転するといったプログラムが考えられる。



図7. 太陽を追尾する部分のプログラム例

データの受信

本研究ではデータの受信にも micro:bit を利用する。micro:bit はリアルタイムにグラフを表示する機能や CSV 形式でデータを出力する機能があり、本研究で利用するのに適している。

データの受信側のプログラムを図8に示す。データの受信側も送信時と同様に無線グループを設定する必要があるので、「最初だけ」のブロックの中で無線のグループを設定する。先ほど、送信側で指定したグループと同じ番号にする必要がある。



図8. 受信側のプログラム

続いて、無線でデータを受信した時のプログラムを説明する。受信したデータをグラフに表示する場合、micro:bit に標準で用意されている MakeCode コンソールにシリアルデータを出力する機能を使うことができる (micro:bit Help & Support, 2022)。MakeCode コンソールにデータを出力するには「高度なブロック」の中にある「シリアル通信」のブロックを使う。しかし、ここでは MakeCode コンソールに出力するだけでなく、同時に micro:bit の前面に設置されている LED にグラフを表示することにする。この場合は「棒グラフを表示する」というブロックを使うことで LED にグラフが表示されるとともに MakeCode コンソールにも数値が出力される (なお、何種類ものデータを出力したい場合には、「シリアル通信」にある「シリアル通信 名前と数値を書き出す」というブロックを利用するとよい)。「無線で受信したとき」のブロックの中に、「棒グラフを表示する」のブロックを使い、最大値を255として、「receivedNumber」の値のグラフを表示するようにプログラムする。太陽光パネル側のプログラムもシンプルであったが、受信側のプログラムも非常にシンプルであることが確認できる。

前節で説明した通り、ロボットカーは無線で信号 (ここでは0の値) を受信したことを契機に太陽の追尾を始める。そこで、データ受信側の micro:bit の A ボタンを押すと0を送信するようにプログラムする。このプログラムは「ボタン A が押されたとき」と「無線で数値を送信」のブロックを用いて簡単に作成することができる。

次に、グラフを表示する方法を説明する。パソコンにグラフを表示するためには micro:bit を USB ケーブルでパソコンに接続する必要がある。ケーブルで接続した後はソフト面での設定が必要であり、設定メニューを表示するギアマークを押し、表示されたメニューの中から「Connect device」を選び、必要な設定を行う必要がある。以上の設定の後、プログラミング画面の左側に「Show data デバイス」のボタンが表示され、このボタンを押すとグラフが表示される (図9)。図9をみると右上にダウンロードボタンがあることがわかる。このボタンより CSV 形式のファイルをダウンロードできる。ダウンロードしたデータは Google スプレッドシートや Microsoft Excel で開くことができ、データを分析することができる。

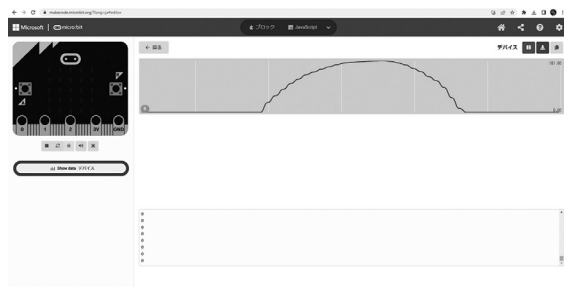


図9. micro:bit により表示されるグラフの例

太陽の模倣

前節までで作成したシステムを活用して、実際にデータを取得することを考える。屋外で晴れた日にこのシステムを利用すれば、非常に明るいため明るさセンサーの値はどちらを向いても最大値となり、観測の意味をなさない。また、太陽の動きは非常に遅く、ゆっくり移動するものを追尾するのはとても難しい (実際、天体写真を撮影するような場合には赤道儀といわれる特殊な装置が利用される)。さらに、日の出から日の入りまで追尾するならば実験時間が非常

に長くなり、それも問題となる。そこで、太陽の動きを模倣するシステムを作製し利用することとした。

太陽の動きを模倣するには球面上を光源が移動するシステムを作製すればよい。そこで、市販されている透明半球（大和科学教材研究所製透明半球、直径200mm、販売元：ケニス社）とLEDテープを利用して太陽の動きを模倣することとした（図10）。透明半球の上に太陽の軌道に合わせて、LEDテープを貼りつける。この状態でLEDテープのLEDを順次点灯させていけば太陽の動きを再現できる。LEDテープの制御にはArduinoを利用することとした（なお、micro:bitで制御することも可能である）。また、はんだ付けの手間を省くため、GROVE端子で接続することとして、GROVEベースとGROVE用のケーブル、GROVE端子で接続可能なLEDテープを利用している。Arduinoに対するプログラムはArduino IDEと呼ばれる統合環境でC言語を用いて作成することができる。LEDテープの制御にはFastLED（Garcia、2010）を用いると非常に簡単にプログラムを作成することができる。なお、FastLEDの利用法はDevice Plus編集部（n.d.）が参考になる。LEDテープを制御するプログラムをプログラムリスト1に示す。このプログラムを簡単に説明すると、まず、LEDテープにはたくさんのLEDが配置されているがここでは50個だけ利用することとして、プログラムの3行目でマクロ numberOfLEDs を50に設定している。またコントロールピンはGROVEベースの1番ピンに差し込むこととして、4行目でマクロ controlPin を1に設定している。メインのループでは、16行目のforループで、ナンバー0のLEDから順番に点灯させていく。LEDの明るさが1つでは足りない可能性があるため、ここでは3つつつ点灯させることとして、17から25行目で隣接する3つのLEDを点灯させている。なお、このLEDはフルカラーのため、RGBのそれぞれに対する明るさを与える必要がある。20行目は赤色に対する明るさ、21行目は緑色に対する明るさ、22行目は青色に対する明るさを表し、それぞれの強さは0から255の値で設定することができ

る。なお、赤、緑、青のすべてが255の時は白色に点灯する。フルカラーLEDを用いているので、朝夕の明かりの弱い赤い太陽も再現することができるが、本研究では取り扱わないこととした。この点は本教材を用いた探究的学習のテーマとして残しておく。LEDを点灯させた後はプログラムの27行目で500ミリ秒間待つようにプログラムしており、0.5秒ずつ点灯し、点灯箇所をずらしてまた点灯するというプログラムとなっている。テキスト型言語であるC言語のプログラムではあるが、非常に簡単なプログラムで、理解も難しくない。なお、この部分のプログラムは児童・生徒に作らせる必要はなく、教員が事前に作成しておけばよい。工業や情報系の専門高校であれば、この部分のプログラムも学習内容となりうる。

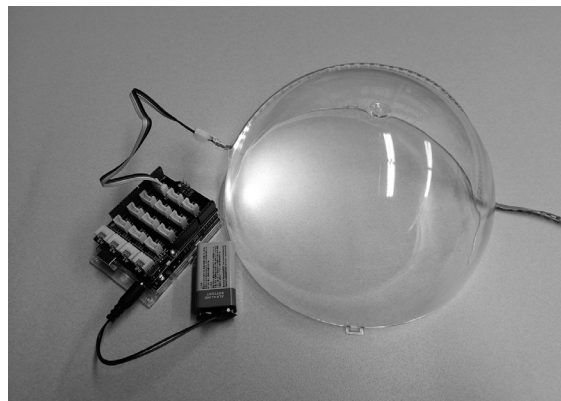


図10. 太陽の動きを模倣したシステム

プログラムリスト1

FastLEDを用いてLEDテープを制御するプログラム

```
01 #include<FastLED.h>
02
03 #define numberOfLEDs 50
04 #define controlPin 1
05
06 CRGB leds[numberOfLEDs];
07
08 void setup() {
09     // put your setup code here, to run once:
10     FastLED.addLeds<WS2812B, controlPin, GRB>(leds, numberOfLEDs);
11 }
12
13 void loop() {
14     FastLED.delay(10000);
15     // put your main code here, to run repeatedly:
16     for(int thisLED=1;thisLED<=numberOfLEDs;thisLED++){
17         leds[thisLED-1].r=255;
18         leds[thisLED-1].g=255;
19         leds[thisLED-1].b=255;
20         leds[thisLED].r=255;
21         leds[thisLED].g=255;
22         leds[thisLED].b=255;
23         leds[thisLED+1].r=255;
24         leds[thisLED+1].g=255;
25         leds[thisLED+1].b=255;
26         FastLED.show();
27         FastLED.delay(500);
28         leds[thisLED-1].r=0;
29         leds[thisLED-1].g=0;
30         leds[thisLED-1].b=0;
31     }
32 }
```

以上のように作製したシステムを用いて、実験を行う。太陽を追尾せずに南側にロボットカーを向け続ける場合を「追尾なし」、最初はロボッ

トカーを東側に向け、太陽の動きに合わせてロボットカーを回転させて追尾していく場合を「追尾あり」と記す。それぞれの場合の発電量（明るさセンサーの値）は図11となる。なお、時刻はほぼ南中時刻が重なるように著者が調整して重ねて描いたグラフである。図11から追尾した場合の方が、発電量が大きく増えることがわかる。発電量の時系列データはCSV形式のファイルとして出力でき、出力されたデータを表計算ソフトで分析することができる。発電量を比較するには図11のそれぞれのグラフの面積を調べればよい。台形公式で計算すると、追尾なしは約1785、追尾ありが約2528となる。追尾ありの2528という数は追尾なしの1785の142%の値となっている。

ここで、実際に可動式架台を用いた太陽光発電の発電量を調べてみる。スマエネ（2019）では、固定架台より1.2倍から1.5倍の高い発電量があると示している。また、株式会社ファインテック（n.d.）でも、発電量が30%から50%と向上すると示している。本研究で実施した実験は142%であったので、どちらの結果とも合致する結果となっている。

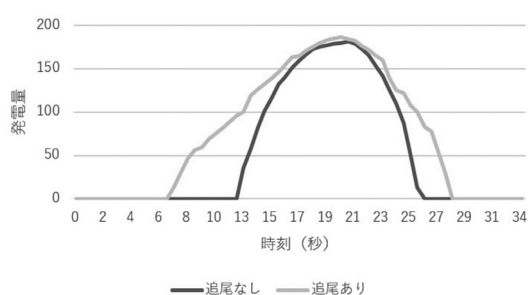


図11. 発電量の比較

授業の実施に向けて

本節では、前節で作成した太陽光発電のシステムを小中高等学校の授業や部活動などの学習で活用することについて検討する。

小学校での活用

小学校でのプログラミング教育はプログラミング体験が主となっており、ビジュアルプログラミング言語を用いて簡単なプログラミングを行うことが期待されている。前節で説明した教

材で小学生が可能なプログラミングは、ロボットカーで太陽を追尾する部分である。事前にロボットカーの動かし方を学習し、それを前提として、どのようにプログラミングすることで、太陽を追尾することができるか考えさせることができる。事前のロボットカーの学習は、コース通りに進ませることや直角のコーナーをどのようにプログラミングすれば回すことができるかを学習させると太陽を追尾するプログラムにつながる。

一方、データの取り扱いについては、時系列データやそのグラフは小学校4年生の算数で扱われる。グラフを作成し視覚的に発電量の比較ができ、さらに合計や平均を計算することにより数値により発電量の比較ができる。

中学校での活用

中学校でのプログラミング教育は、技術・家庭科の技術分野の「情報の技術」に「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題の解決」や「計測・制御のプログラミングによる問題の解決」という項目があり、これらの項目で主に扱われる。「ネットワークを利用した」という部分から、micro:bit 同士の明るさセンサーのデータの送受信のプログラムを対象とすることが可能であるし、データ受信側の micro:bit の A ボタンを押したことを契機に、太陽光パネルを模したロボットカーが太陽の追尾を開始するという応答をする部分は「双方向性のあるコンテンツ」に該当する。また、明るさセンサーの値を計測することも中学校の学習内容となる。なお、太陽の日周運動は中学校理科第2分野(6)地球と宇宙で扱われる。理科と技術の教科横断の学習になっていることが確認できる。

高等学校での活用

発電量はグラフの面積となる。ただし、被積分関数が関数ではなく数表で与えられている場合となる。数学Ⅲの(4)積分法で「Ⅰ 積分の応用」があり、区分求積法が取り扱われており、区分求積法の考え方で定積分値の近似値を計算することができる。このような場合によりよい近似値を求めるためには、台形公式やシンプソ

ンの公式などの数値積分公式を用いることが考えられるが、この点は探究的学習のテーマとなりうる。

また、上下の運動を無視して、左右の動きのみを考えると、理論的に発電量の差を比較することが可能である。太陽光パネルは赤道にあり、太陽は真東から真西まで進むとする、太陽と太陽光パネルは十分に離れており、少しの距離の差で光量に差は生じないことも仮定する。この状況を図12に示す。図12の通り、太陽光パネルから見て、真東を0度とし、そこから太陽までの角度を θ とする。太陽光パネルの幅を定数 L とすると、真南に向けた太陽光パネルに当たる太陽光は $L \sin \theta$ となる。パネルの単位長さあたり、単位時間に C だけ発電できるとする。一方、太陽は12時間で π 回転するとすれば、 $\theta = \pi t / 12$ として、時刻 t が0から12まで積分すればよいので、

$$\int_0^{12} LC \sin \frac{\pi t}{12} dt = \frac{12LC}{\pi} \int_0^{\pi} \sin \theta d\theta = \frac{12LC}{\pi} \left[-\cos \theta \right]_0^{\pi} = \frac{24LC}{\pi}$$

と計算される。一方、太陽を追尾するパネルは常に太陽の方向を向いているので、パネルに当たる太陽光は L となる。したがって、

$$\int_0^{12} LC dt = 12LC$$

と計算できる。この結果、追尾した場合の発電量は追尾していない場合の発電量の $\pi/2 \approx 1.57$ 倍となることが予測できる。数学ⅡやⅢで学習した積分の活用を通して、積分の計算の意味を知ることができる。なお、工業や情報の専門高校では、ArduinoやLEDテープの取り扱いも学習内容に組み込むことができ、この部分での探究学習も可能である。

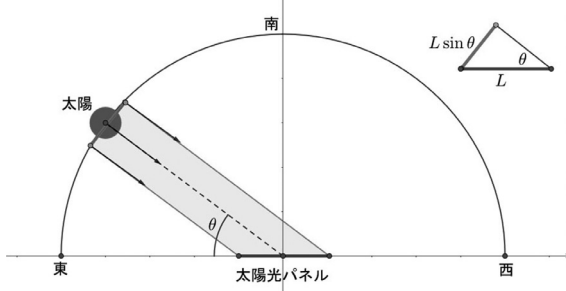


図12. パネルに当たる太陽光の量

探究学習に向けて

本研究で作製した追尾型太陽光発電を模倣したシステムは、様々な探究的学習につなげることができる。いくつか例を挙げる。季節によってどれくらい発電量が変化するかという問いを立てた場合には、透明半球に貼ったLEDテープの位置を移動させることにより変化を調べることができる。次に、曇りの日は発電量がどう変化するか、またそういう日は追尾をしたら得なのかといった問いを立てた場合には、透明半球の内側にトレーシングペーパーのような薄い紙を貼ることにより調べることができる。シミュレーションをもっと精密に行うにはどうするとよいのかということに興味がある場合は、Arduinoのプログラムを改良することでより精密なシミュレーションを行うことができる。太陽光に含まれる青色の光は朝や夕方は大気に含まれる水蒸気やほこりに散乱され地上に届かない。そのため、赤色に輝いて見えることとなる。また、光量も昼間に比べて少ない。明るさや色をArduinoのプログラムで調整することにより、実際と近い状況を再現することができる。

このような探究を行うことで、理科や算数・数学、プログラミングの知識・技能が活用される。探究と既存教科との往還が発生することにより、探究学習と教科の学びの双方が深まっていくことが期待できる。

おわりに

自動追尾型の太陽光発電をテーマとしたプログラミング教材を開発し、小中高等学校の各段階でどのようにこの教材を活用できるのか検討した。今後は実際にこの教材を利用して授業を実施し、その授業の効果を測定したい。

付記

本研究はJSPS 科研費 JP22K02526の助成を受けたものである。

参考文献

Device Plus 編集部 (n.d.), 「Arduino+LEDテープでRGBフルカラーの自宅イルミネー

- ションを始めよう！」.
<https://deviceplus.jp/arduino/how-to-add-rgb-led-strip-to-home-lighting/>
株式会社ファインテック (n.d.). 「太陽光発電自動追尾システム」.
<https://finetech.co.jp/製品案内/太陽光パネル追尾式架台/>
- D. Garcia (2010). 「FastLED Animation Library」. <http://fastled.io/>
- 廣田千明, 寺田裕樹, 橋浦康一郎, 伊東嗣功, 渡邊貫治, 小西一幸, 鎌田信, 白山雅彦 (2019). 秋田県におけるプログラミング教育に対する支援体制の構築: 『秋田県子どもプログラミング教育研究会』の活動内容, 『秋田県立大学ウェブジャーナル A』 6 1-11.
- 廣田千明, 橋浦康一郎, 寺田裕樹, 小西一幸, 伊藤桂一, 林良雄 (2021a). 「小学校の学習内容に即したプログラミング教材の開発」, 『秋田県立大学ウェブジャーナル A』 9 106-119.
- 廣田千明, 橋浦康一郎, 寺田裕樹, 白山雅彦, 伊藤大輔 (2021b). 「自動改札機を題材としたプログラミング教材」, 『秋田県立大学総合科学研究彙報』 22 121-126.
- 廣田千明 (2022). 「計算機シミュレーションを利用した小学生向けプログラミング教育」, 『秋田県立大学総合科学研究彙報』 23 75-81.
- micro:bit Help & Support (2022), 「Displaying live serial data from the micro:bit in the MakeCode console」. <https://support.microbit.org/support/solutions/articles/19000095729-displaying-live-serial-data-from-the-micro-bit-in-the-makecode-console->
- 文部科学省 (n.d.). 「小学校プログラミング教育の手引き (第三版)」.
https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf
- 文部科学省 (2017). 「小学校学習指導要領解説 (理科編)」.
https://www.mext.go.jp/content/20211020-mxt_kyoiku02-00002607_05.pdf
- スマエネ (2019). 「追尾式架台を利用した太陽光発電は得か? 損か? 徹底解説!」.
<https://sma-ene.jp/column/9102/>