

小学校理科でのビジュアルプログラミングの利用 —温度測定を例に—

内田 祐貴

神戸松蔭女子学院大学教育学部

Author's E-mail Address: yuchida@shoin.ac.jp

Temperature Measurement with Scratch in Elementary School Science

UCHIDA Yuki

Faculty of Education, Kobe Shoin Women's University

Abstract

2020年4月より、小学校でプログラミング教育が始まった。理科の授業でプログラミングを扱うには、理科の理解をより深めるための手段として位置付けることが重要である。本研究では、小学校4年生理科の「天気の様子」の単元で利用できる、ビジュアルプログラミング Scratch で制御する気温測定教材の研究開発を行った。そして、本教材が、プログラミング的思考を身につけつつ、天気と気温の関係を理解するために有用な教材であることを示した。

From April 2020, “Programming Education” in elementary schools is being conducted. In a science class, “Programming Education” must be aimed at deepening the understanding of science. In this paper, we study a temperature measurement material programmed in scratch for this purpose. We show that this teaching material is useful for understanding the correlation between weather and temperature in the “Weather conditions”.

キーワード：科学教育、小学校理科、プログラミング教育、理科教材

Key Words: Science Education, Elementary school Science, Programming Education, Science Materials

1. はじめに

新しい小学校学習指導要領が、2020年度より実施されている。この学習指導要領では、いわゆる「プログラミング教育」が正式に小学校で扱われることになった。しかしながら、そ

の実施形態は特殊なものとなっている。まず、プログラミングの教科は新設されず、プログラミングを扱う専用の時数も規定されない。学習指導要領における「プログラミング教育」の位置付けは、「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」となっており、各教科等の特質に応じて行うと示され、理科、算数、総合的な学習での例があげられている [15]。理科では、第6学年の「電気の利用」の単元で「電気の性質や働きを利用した道具があることを捉える学習など、与えた条件に応じて動作していることを考察し、更に条件を変えることにより、動作が変化することについて考える場面を取り扱うものとする」となっているが、これは、理科でプログラミングを扱う場合の一例と明記されている [16]。さらに、文部科学省の「小学校プログラミング教育の手引（第三版）」では、「学習指導要領に例示された教科・学年・単元等に限定することなく、適切なカリキュラム・マネジメントの下で、各学校の創意工夫を生かしたプログラミング教育が展開されることが期待されます」と示されており、小学校でのプログラミング教育は、扱う時期、内容ともに非常に自由度が高くなっている [17]。これらのことは、今回の学習指導要領で正式な教科となった外国語（英語）が、前学習指導要領では、「外国語活動」という扱いではあったが、第5、6学年で年間35単位時間を割り当て、教科書に準じる独立した教材も用意されたこととは対照的である。

文部科学省は、プログラミングに関する学習活動を、教育課程外も含め6つに分類し、提示している（表1参照）[17]。この中には、授業内で行うだけでなく、クラブ活動（分類D）や、教育課程外で学校外との連携など（分類E, F）も提案されている。各小学校は、これらを参考に、状況に合わせ、カリキュラム・マネジメントを行いながら、各校の裁量で実施することになっているが、当面は授業内で行う分類A, Bが中心になると考えられている。中でも、学習指導要領に記載されており、教科書にも記載がある分類Aの理科や算数での実施が多いと予想されている。また、プログラミングの特性が理科や算数の学習内容と親和性からも、これは自然なことである。しかしながら、小学校でプログラミング教育を行うことに関しては、指導方法や教育（ICT）環境の整備など、様々な指摘がされている [2,6,7,10,13]。「プログラミング教育」は、2020年4月に初めて小学校に導入されたものであるが、これからの教育にとっ

表1. 小学校でのプログラミングに関する学習活動の分類 [17]

分類	内容
A	学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの
B	学習指導要領に例示されていないが、学習指導要領に示される各教科等の内容を指導する中で実施するもの
C	教育課程内で各教科等とは別に実施するもの
D	クラブ活動など、特定の児童を対象として、教育課程内で実施するもの
E	学校を会場とするが、教育課程外のもの
F	学校外でのプログラミングの学習機会

て重要なことは言うまでもない。その円滑な実施のために、教材や指導法などの様々な蓄積と公開、そして、それを小学校教員が、各クラスの現状に合わせて利用できるようになることが急がれる。

2. 理科でのプログラミング教育

学習指導要領における小学校理科でのプログラミングの扱いは、第6学年の「電気の利用」に、一例という形で記載されているのみである。これをうけ、2020年度からの学習指導要領に対応した小学校理科のすべての教科書では、プログラミング教育は、「電気の利用」の単元で扱われている。扱いは、アンブラグドに対応したもの、専用ソフトを用意するなど、各社様々である[4]。また、理科教材会社からは、専用教材も販売されている。このように、理科におけるプログラミング教育は、「電気の利用」が中心となると考えられる。これまでの教育実践報告も、これを見据えたものが多い[8,9,14,18]。

その一方、文部科学省は、学習指導要領の記載例以外でも、各校が工夫をし、教育課程の内外も含め様々な場面で、プログラミング教育の実施を奨励している[17]。また、体系的なカリキュラムの視点や、様々な教材、指導法を各教員が自由に利用できることなどの必要性が指摘されている[5]。これらは、プログラミング教育が成果を上げるには、当然のことであり、「電気の利用」以外の単元での教材などの研究も重要である[12]。本研究では、この視点から、第4学年「天気の様子」の単元において、理科の授業において利用できるプログラミング教材の研究を行うものである。

理科の授業において、プログラミング教育は、まず、「理科の学びをより確実なものとする」ために行わなければならない。理科の学習目標を達成するために、プログラミングを手段として利用することになる。その典型として、実験観察において、センサーなどの機器を用いて測定観測をプログラムで制御していくことがあげられる[11]。この、プログラミングに使うソフトウェアだけでなく、ハードウェアも必要になることが、小学校理科でのプログラミング教育の大きな特徴であり、機器を含めた教材の入手性、使いやすさなどが重要となってくる。さらには、測定観測に使用する機器と制御するためのコンピュータなどの接続の問題もある。

さらに、理科の授業の中で、手段としてプログラミングを行うには、児童のPC操作やプログラミングに対する基本的技能の習熟も肝要である。このためには、授業ごとに違った専用の教材を使うのではなく、できる限り共通のプラットフォームを利用することが望ましい。さらに、授業内でプログラミング教育を円滑に実施するには、新たにプログラミングを足すのではなく、授業で行う実験観察の一部にプログラミングを利用することが重要だと考える。そこで、本研究ではRaspberry Piを利用する。Raspberry Piは安価で教育目的に開発されたシングルボードコンピュータであり、センサーなど外部機器との接続を可能にするGPIOなど様々な入出力インターフェイスを備える。さらに、無償で利用可能な標準OSのRaspberry Pi OSに、あらかじめ用意されている命令が書かれたブロックを組み合わせるだけでプログラミングができるScratchをはじめとした複数のプログラミング環境が用意されている。

3. ビジュアルプログラミングによる温度測定の制御

プログラミングに、どの言語を使うかは本質的な問題である。「小学校プログラミング教育の手引（第三版）」では、指導例は基本的に、Scratch を念頭に置いたビジュアルプログラミングを用いている。また、これまでの実践報告では、Scratch が最も多かった [1]。「電気の利用」の単元における教科書でも、ビジュアルプログラミングで記載されている [17]。このように小学校でのプログラミング教育は、ビジュアルプログラミング言語を用いることが標準だと言える。ビジュアルプログラミングを利用するメリットは複数あるが、その1つに、命令の組み合わせが容易であることがあげられる。一方、ビジュアルプログラミング言語は、基本的に、決まったブロックしか使えないという制限がある。しかしながら、Scratch 3.0 では、自分でブロックを作れ、それをアップロードし共有可能となったため、徐々にこの制限も緩和されつつある。

本研究では、温度センサーとして、マキシム社の温度センサー（型番「DS18B20+」）を用い、第4学年「天気の様子」の単元での気温測定を、Scratch により制御するプログラミング教材の研究を行う。温度センサー「DS センサー 20+」は、防水タイプが安価に入手できる。筆者は、いままでにセンサーを Raspberry Pi と 1-wire 接続し、モバイルバッテリーを用いて、室外で測定記録可能な自記型温度測定教材を研究した [3]。Raspberry Pi 用にカスタマイズされた Scratch は、標準で GPIO 制御が可能であり、さらに、Scratch 1.4 では、「DS18B20+」の計測ブロックも用意されており、本研究ではこれを利用した。

「天気の様子」の単元では、学校図書、教育出版、啓林館、大日本図書、東京図書の5社の教科書すべてで、昼間の天気と気温を1時間ごとに測定記録し、測定した温度のデータを折れ線グラフにプロットして、天気と気温の関係を考察するものとなっている。そこで、「1時間ごとに気温を測定し、記録（表示）」をプログラミング教材で行い、その結果を折れ線グラフに表し考察することで、本単元の学習目標の達成を目指す。そのために、このプログラミングの過程を、「温度を記録し表示する」、「1時間ごと（n回）命令を繰り返す」などの要素に分解する。これは、1つには児童の習熟状況に合わせ、特定の部分だけをプログラミングするなど、授業に柔軟に導入できる効果と、もう1つは「プログラミング的思考」の育成がある。理科の授業におけるプログラミングは、理科の理解をより深めるための手段でなければならないが、同時にプログラミングを体験することにより、「プログラミング的思考」も身につくようにしなければならない。「小学校プログラミング教育の手引き（第三版）」によれば、そのためには、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組み合わせが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組み合わせをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく」とされている [17]。このように、測定に必要な「命令」を組み合わせることにより、この目標も達成できるようにする。

・Scratch による気温測定の制御

最初に、Raspberry Pi 用 Scratch 1.4 による「DS18B20+」での気温測定ブロックの作成を行う。

まず、「GPIO サーバーを開始」をし、制御ブロックの「を送る」ブロックで、新規から「gettemp を送る」ブロックを作成する。この「gettemp を送る」ブロックを実行することで、調べるブロックの「センサーの値」ブロックの選択欄に「DS18B20+」のデバイス ID が表示される。これを使って気温測定ブロックを作成する。また、「GPIO サーバーを開始」もブロック化することができ、制御ブロックの「を送る」ブロックで、新規から「gpioserveron を送る」ブロックを作成できる。この「gpioserveron を送る」ブロックをプログラムの最初に組み込むことで、プログラム実行時に自動で、「DS18B20+」を利用できるようになる。

次に、これらをもとに、気温を測定し、その結果を「リスト」に追加するブロックを作成する。さらに、測定した気温はスプライトに1時間表示させている（図1、2参照）。また、Raspberry Pi 用にカスタマイズされた Scratch 1.4 では、「時」、「分」、「秒」のブロックが用意されている。「時」の場合は、調べるブロックの「hours センサーの値」ブロックから、その時刻の「時」を取得できる。これを、繰り返しブロックで7回繰り返すことにより、9時の測定を開始すれば、1時間ごとに15時まで、気温を測定し、リストに表示することが可能になる。なお、測定結果は1つのリストに表示するために、「count」ブロックを使い、1つずつ順番をずらしているが、次の例で示すように、「hours センサーの値」ブロックで1つずつ表示していくことも可能である（こちらの方が、シンプルで慣れていない児童もプログラミングしやすい）。



図1. 気温を測定しリストに記録し、スプライトに表示するブロック例

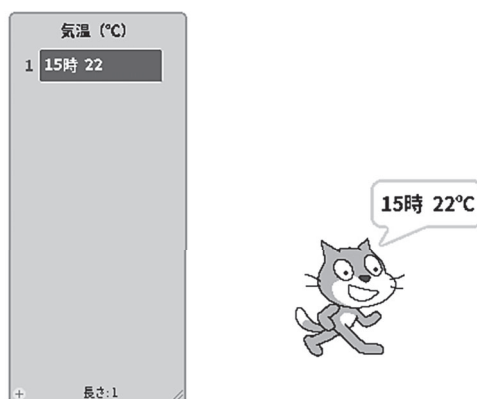


図2. リストに記録された気温とスプライトによる表示

他にも、シンプルに、時刻を設定し、その時刻になったら温度を測定するというブロック

も考えられる。図3は、9時0分になったら、自動で測定するブロックである。同様のブロックを15時まで作り組み合わせることで、1時間ごと気温の測定が可能となる。



図3. 時刻ごとの気温測定ブロックの例

今回は、図4のプログラムで、Raspberry Pi 3 Model B+ を用いて実際に外の気温の変化を測定した結果が図5である。

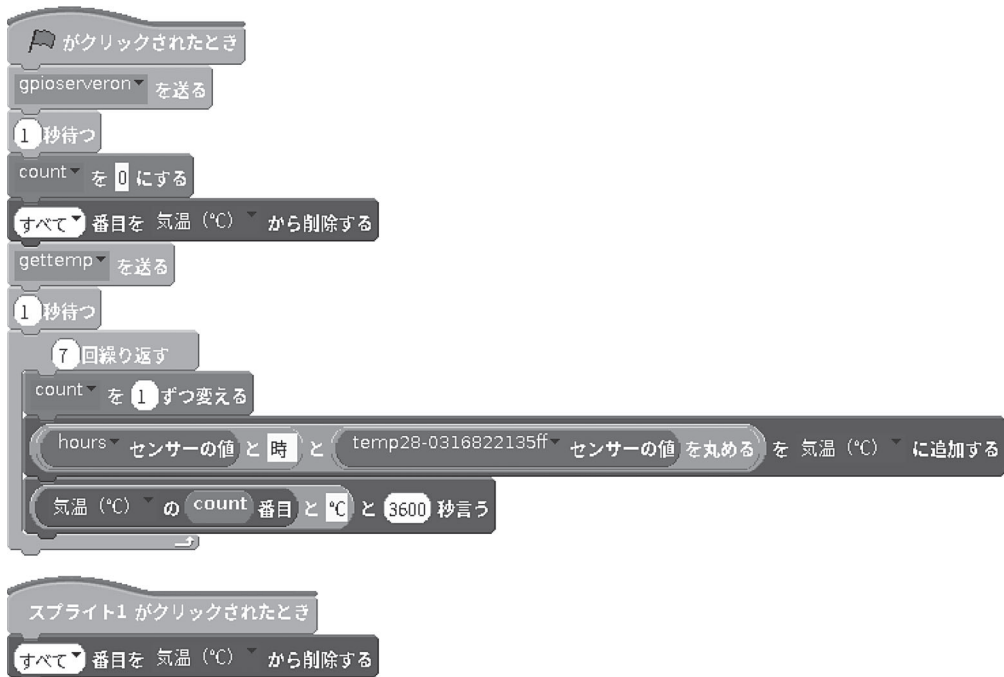


図4. Scratch による気温測定を制御するプログラミング例

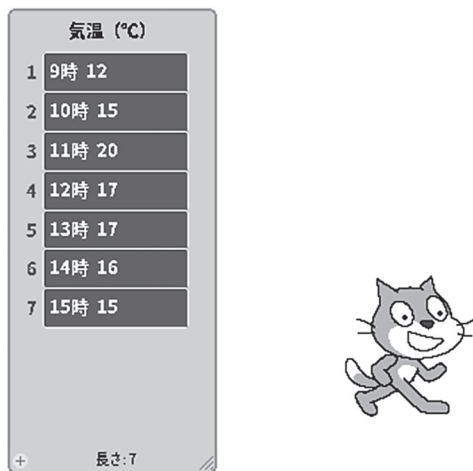


図 5. 1日の気温の測定結果

Raspberry Pi は省電力かつ小型であるため、防水ケースにモバイルバッテリーとともに入れ、測定を行った（図 6 参照）。測定日の天気は晴れであり、気温と天気の関係を表す結果を得られている。この結果を基に、グラフを作成すれば、児童は天気と気温の関係を考察できる。



図 6. 気温測定教材、黒いコードの先端が温度センサーである

また、Raspberry Pi OS は標準で VNC がインストールされており、他の PC などリモート接続可能である。これを利用し、教室内で測定の様子をモニタリングすることも可能である。一番簡単なプログラムとしては、これを利用し、1 時間ごとにスプライトに測定温度を表示し、それを教室で記録するという使い方も考えられる。このように、本教材には児童や教室環境などにあわせ、様々に利用可能である。今後は、この教材を教員、児童の双方の視点から、

授業で使えるかを検証することが重要になってくる。

4. まとめ

本教材は、理科の理解をより深めることを目的としたプログラミング教材であり、具体的には、第4学年「天気の様子」において、気温の測定をビジュアルプログラミングで制御したものである。しかし、「天気の様子」における気温の測定には、児童の温度計による測定技術の修得、向上も学習目標の1つであり、この教材だけで、測定のすべてを代替することは、理科教材として相応しくない。一方、この単元の気温の測定は、1日の気温を1時間ごとに行うが、小学校の時間割を考えた時、これまでも、毎時授業中に外に出て、測定することの負担は大きかった。そこで、この教材を併用し、実際に外で測定する時間が取れる時間帯では児童が温度計で測定し、それ以外の時間帯では本教材を活用するなどの使い方が、理科のためのプログラミング教材として望ましいと考える。

2020年度より小学校教育に初めてプログラミング教育が導入された。プログラミング教育の必要性は、広く認識されているところであるが、小学校教育にどのように組み込むかは課題が多い。ここで重要なのは、教員、児童両方の視点から、現場に導入しやすいことである。そのためには、各教員がクラスに合わせ様々な教材、指導法から選べ、さらにそれらが授業、児童に合わせ修正しやすく使いやすくなければならない。これらの研究と、現場での実践による検証は、今後の重要テーマの1つとなる。

本研究は JSPS 科研費 JP20K02750 の助成を受けたものである。

文献

- [1] 礒川祐地他、「小学校プログラミング教育における実践研究の動向に関する調査研究」、日本デジタル教科書学会 発表予稿集 Vol.8、pp.13-14 (2019)
- [2] 板橋夏樹「小学校教員養成課程（理科）におけるプログラミング教育に関する一考察」、日本科学教育学会研究会研究報告 Vol. 32 No. 3、pp.13-16 (2017)
- [3] 内田祐貴、久保田益未、「小型コンピュータを用いた温度測定教材の研究開発」、神戸松蔭女子学院大学研究紀要人間科学部篇 (6)、pp.149-158 (2017)
- [4] 内田祐貴、「小学校理科の授業でのプログラミングの扱い」、神戸松蔭女子学院大学研究紀要 (1)、pp.179-188 (2020)
- [5] 加東直樹他、「小学校理科におけるワンボードマイコンを用いるプログラミング教育の提案」、AI時代の教育論文誌 第1巻、pp.37-42 (2020)
- [6] 金子大輔、「小学校におけるプログラミング教育の必修化とその実施上の課題」、北星学園大学経済学部北星論集 59 (1)、pp.23-33

- [7] 叶 雅之、「小学校理科におけるプログラミング教育に関する一考察」、武蔵野教育學論集 5、pp.77-86 (2018)
- [8] 木月美里、「小学校理科におけるプログラミング教育の実践—第 6 学年「電気の利用」MESH を活用して—」、理科の教育 67 (787)、pp.21-23 (2018)
- [9] 窪田美紀、「自分の思ったとおりに電気を制御してみよう」、日本理科教育学会全国大会論文集 69、p.93 (2019)
- [10] 黒田 昌克、森山 潤、「小学校段階におけるプログラミング教育の実践に向けた教員の課題意識と研修ニーズとの関連性」、日本教育工学会論文誌 41、pp.169-172 (2017)
- [11] 高橋純、「理科における小学校プログラミング教育の実施」、日本理科教育学会全国大会論文集 69、p.89 (2019)
- [12] 田口瑞、村上宙思、「小学校第 3・4 学年理科におけるプログラミング教育の検討」、日本科学教育学会研究会研究報告 34 (1)、pp.71-74 (2019)
- [13] 立田ルミ、「小学校におけるプログラミング教育の導入と問題点」、情報学研究 6、pp.89-82 (2017)
- [14] 堀田雄大、加藤聡、「「電気の利用」における実生活とつなぐ micro:bit の活用」、日本デジタル教科書学会発表予稿集 Vol.8、pp.99-100 (2019)
- [15] 文部科学省、「小学校学習指導要領解説—平成 29 年 3 月」、大日本図書 (2018)
- [16] 文部科学省、「小学校学習指導要領解説 理科編—平成 29 年 7 月」、大日本図書 (2018)
- [17] 文部科学省、「小学校プログラミング教育の手引き (第三版)」
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm、
2020 年 12 月 1 日引用
- [18] 山本朋弘、堀田龍也、「小学校理科での IoT 教材のセンサーを活用したプログラミング体験に関する考察」、日本科学教育学会年会論文集 43、pp.441-444 (2019)

(受付日 : 2020. 12. 10)