

micro:bitを使用した気象教材

—小学校理科第4学年「天気による1日の気温変化」での試み—

今枝 聖人¹ 片岡 弘² 鼎 裕憲³

A Weather Teaching Material using micro:bit

—An attempt at using micro:bit in the fourth grade of elementary school science course "Daily Temperature Change by Weather"—

Masato IMAEDA,¹ Hiroshi KATAOKA,² and Hironori KANAE³

Email:kataokah@edu.u-toyama.ac.jp

[摘要]

学習指導要領の改訂やGIGAスクール構想の実施により、ICT活用やプログラミング教育、教科横断、小中連携等を支援するカリキュラムや教材が必要とされている。本研究では、小学校理科第4学年「天気による1日の気温変化」および中学校理科第2学年「気象観測」で継続的に使用可能な実験ツールとして、マイコンボードの一種であるmicro:bitの活用を検討した。micro:bitに外付けセンサを接続することで、屋外で24時間継続して気温・湿度・気圧を計測する簡易気象計を容易に作成できた。小学校4年生を対象とした実践から、天気の授業にも利用可能であることが確認された一方で、PCの安定性等に依存する課題も判明した。小中の理科教員を対象とする研修会では、気象教材として概ね肯定的な評価を得ることができた。

キーワード：マイクロビット，センサ，気温，気象，理科

Keywords：micro:bit, Sensor, Temperature, Weather, Science

1. 緒言

学習指導要領の改訂 [1] や GIGA スクール構想 [2] の実施により、ICT 教育、プログラミング教育をはじめとする多様な能力の育成が求められている。そこでは、異なる校種間での連携や継続性が重要な課題であり、それをサポートするカリキュラムや教材の開発が必要である。例えば、理科教育では、小学校学習指導要領解説理科編 [3] および中学校学習指導要領解説理科編 [4] において、小中での各科目の単元間の位置づけが一覧表として整理され、小学校3年生から中学3年生までの継続性と系統性が明

示されている。そのなかで児童は、小学校3年生からビーカー、試験管、アルコールランプ（最近はガスバーナーやカセットコンロ）、棒気温計等の実験器具の使用方法を段階的に習得し、中学校や高校以降でも継続的に使用している。ICT やプログラミングを目的ではなくツール、すなわち理科の実験器具の一つとしてみると、初等教育から使用を開始して慣れ親しむことは、中等教育への接続を考える上でも重要である。

そこで本研究では、異校種間での連携を図る一つの教材案として、理科における天気・気象を取り上げ、市販のマイコンボードを活用し、小学校での学習と中学校での学習に連続性を取り入れる可能性を検討した。

今回、天気・気象を選択した理由は、小学校では気温を、中学校では気温に加えて湿度と気圧を扱うため、継続性がある教材の開発が可能と考えたためである。小学校理科第4学年「天気による一日の気

¹ 富山大学大学院人間発達科学研究科（現：一宮市立北部中学校）

² 富山大学学術研究部教育学系

³ 富山大学人間発達科学部附属小学校（現：富山市立新庄北小学校）

温変化」(以下、小4「天気」)では、「1日の気温の変化の様子を調べてグラフに表すと、太陽が出ている晴れた穏やかな日には日中に気温が上がる山型のグラフになり、太陽が雲などで遮られている曇りや雨の日には高低差の小さいグラフになることから、1日の気温の変化の仕方は天気によって違いがあること」を学ぶ[3]。また、中学校第2学年「気象観測」(以下、中2「気象」)では、「校庭などで気象観測を継続的に行い、その観測記録などに基づいて、気温、湿度、気圧、風向などの変化と天気との関係を見だして理解するとともに、観測方法や記録の仕方を身に付けること」とされている[4]。したがって、教材の条件として、屋外で使用できること、1日継続して気温・湿度・気圧を計測できること、計測データのグラフ化により気温・湿度・気圧の変化が読み取れること、が必要となる。

これらの単元に関連したICTの活用実践がすでに報告されている。例えば「学校气象台」[5]は気象観測装置を大学や小中学校に設置して気象データを収集する事業として知られており、小学校第4学年「天気の様子」[6]や小学校第5学年「台風」[7]、中学校第2学年「気象」[8]での実践が報告されている。これらは継続的な小学校や中学校などの校種間の連携が可能であることを示しているが、地域連携ネットワークの範囲内のデータしか扱えないことや、サーバー等の維持管理等の専門知識が必要と考えられる。それぞれの地域で、特に理科や情報を専門としない教員が手軽に扱うことのできる教材があれば、地域や児童の特性に応じた授業実践が可能になると考えられる。

そこで本研究では、マイコンボード micro:bit [9]に着目した。マイコンボードとは、一枚の基板上にマイクロコンピュータと入出力装置等を搭載した小型回路で、micro:bitのほかにも Raspberry Pi [10]や Arduino [11]などが知られている。micro:bitにはLEDや各種センサ(気温、光、加速度、磁力)、ボタンスイッチ、Bluetooth通信などの機能が標準搭載されている。小学校や中学校の理科に関してはこれまでのところマイコンボードを用いた実践は限られているが、例えば林・三崎・村松(2019)は小学校第3学年「日なたと日かげ」において micro:bit を使用したプログラミング教育を報告している [12,13]。

本研究で micro:bit を選択した主な理由は、上記

の先行研究 [12,13]に加えて、(1) 比較的安価であり、相対的に多くの台数の導入が可能であること、(2) ブロックプログラミングの環境が整っていること、(3) 拡張ボードにより様々なセンサの接続が容易なこと、の3点が挙げられる。(1)については市販価格で比較すると、micro:bitは他のマイコンボードよりも相対的に安価であるといえる。(2)については、マイクロソフト社が開発したプログラム作成アプリ(MakeCode for micro:bit)を使用した直感的なプログラミングが可能であり、プログラミング初心者への導入も比較的容易と考えられる。(3)については micro:bit 用のセンサや拡張ボードが多数市販されており、児童でも簡単に接続することができる。

今回は、micro:bit を使用して、小学校と中学校で継続的に活用できる簡易気象計を試作し、小学校で実践を行うとともに、現職の理科教員の評価も加えて、教材としての課題を検討することを目的とした。

2. micro:bit 気象計

micro:bit の教材化に当たり、小4「天気」および中2「気象」の単元で共通して使用可能な気象計の条件を、24時間継続した気温・湿度・気圧の計測が可能なこと、児童・生徒が屋外でも使用可能なこと、および計測データのグラフ化による気温・湿度・気圧の経時変化が読み取り可能であること、の3点とした[3,4]。

屋外での使用、すなわち携帯性を条件とする理由は、児童・生徒が興味関心をもつ場所において気象データを自由に計測できるようにするためである。今回は、micro:bit の Bluetooth 機能を使い、計測データを遠隔転送するシステムを構成した。システム一つ当たり2台の micro:bit を使用し、気象計測と送信を行う micro:bit (以下、計測機)から気象データを Bluetooth 機能により、受信用 micro:bit (以下、受信機)へ転送した。さらに受信機は USB 接続した PC にデータを転送して、MakeCode for micro:bit 上でリアルタイムにグラフ化した。したがって、計測機と受信側それぞれに異なるプログラムのインストールが必要となる。このシステムは、今回使用したタブレット PC に Bluetooth 機能が搭載されていないための措置であり、PC に Bluetooth 機能があれば、計測・送信用の micro:bit

一台でシステムを構成できる。

気温・湿度・気圧の計測には、温湿度気圧センサ (GROVE BME280) を micro:bit に外付けして使用した。気温に関しては、micro:bit にも気温センサが標準搭載されているが、基板上に設置されているため、周囲の気温よりも系統的に高い温度を示すことが知られている。また、中2「気象」単位との接続を考慮すると、気温に加えて気圧と湿度を測定可能な外付けセンサの使用が望ましいと判断した。計測機と温湿度気圧センサとの接続には GROVE シールド v2.0(seeed) を使い、電源は電池ボックスから供給した。受信機の概観を図1に示す。

プログラムは MakeCode for micro:bit にて作成した。気温・湿度・気圧を計測するための計測機用のプログラムを図2に示す。プログラムは3つのパートから構成されており、上からそれぞれ次の意味をもつ。(1) 送信側と受信側で同じグループ ID (この場合は「1」) を設定し、気温・湿度・気圧の計測を開始する。(2) 計測した気温、湿度、気圧のデータをそれぞれ℃、%、hPa で表示できるように変換する。(3) 600,000 ミリ秒 (= 10 分) 毎に計測した気温、湿度、気圧のデータを送信し、その度に LED は点灯または消灯する。

次に、受信機用のプログラムを図3に示す。プログラムは2つのパートから構成されており、それぞれ次の意味をもつ。(1) 送信側と受信側で同じグループ ID を設定する (この場合は「1」)。(2) データ受信時に、受信したデータの数値と名称を PC に転送し、LED は点灯または消灯する。

測定の際、計測機は、通気性を高めるために穴を多数開けたプラスチック製保存容器に収納し、屋外の日陰で高さ 80 cm の風通しのよい場所に設置し

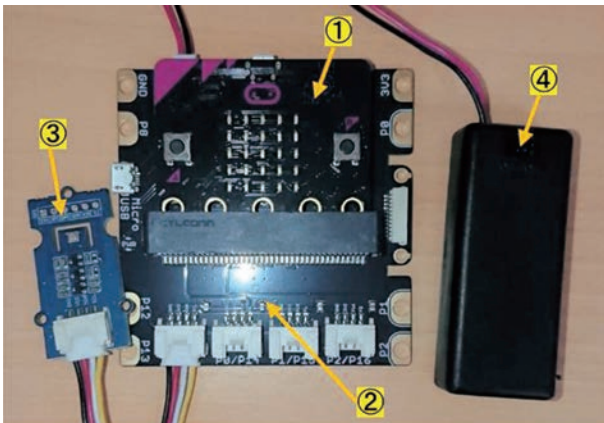


図1: micro:bit 気象計 (計測機) の概観。①micro:bit 本体 ②シールド ③センサ(BME280) ④電池ボックス



図2: 計測機用プログラム



図3: 受信機用プログラム

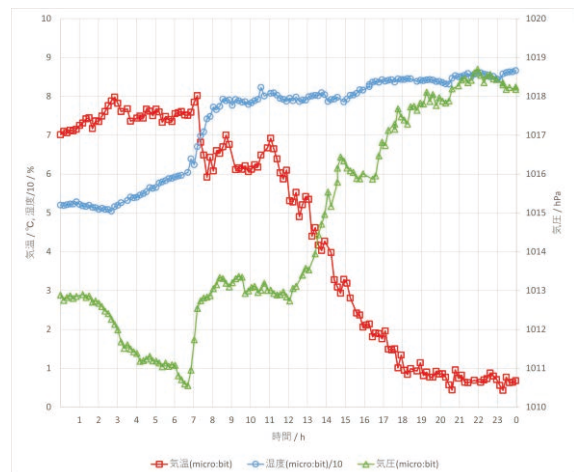


図4: 気温 (□)・湿度 (○)・気圧 (△) の24時間変化 (富山県富山市内、2021年1月16日)

た。これは百葉箱等による従来の気象計測と同様の環境である。受信機と PC は屋内に設置した。

結果の一例として、2021 年 1 月 16 日 0 時から 24 時までの気温・湿度・気圧（富山市内）を図 4 に示す。この日の天候は、0 時から 6 時は曇り、7 時から 13 時は雨、14 時以降はみぞれであり、その変化を見て取れる。この結果から、屋外で 24 時間の気温・湿度・気圧の計測が可能なこと、計測データのグラフ化による気温（最高気温、最低気温）、湿度、気圧の経時変化を読み取り、関係性について考察可能なことが分かった。したがって、小 4「天気」と中 2「気象観測」で共通して使用可能と判断した。

3. 小学校での実践

前節で作成した micro:bit 気象計の教材としての利点及び課題を調べるために、小学校 4 年生の授業実践を行った。授業実践は、富山県富山市内の小学校第 4 学年一クラス（児童数 35）を対象とし、2020 年 7 月下旬から 8 月上旬にかけて 7 回実施した。このクラスの児童は授業でタブレット PC を日常的に使用しており、micro:bit も小学校 3 年生理科「光と音の性質」において使用経験があることが特徴である。

単元構成の概要を表 1 に示す。全 7 回のうち、第 1 回から第 4 回までは通常の授業内容とした。児童は棒温度計を使用して気温を測定した後に、その経時変化を自力でグラフにした。第 4 回の時点で児童は夜間の気温変化への疑問が高まった状態にあり、それを確かめる手段として教師から micro:bit の活用を提案した。micro:bit 気象計は第 5 回で導入し、第 7 回まで使用した。クラスを九つの班（各班 3～4 名）に分け、各班 2 セットの micro:bit 気象計を使用した。計測する物理量は気温のみとした。

受信機とタブレット PC は窓際に設置した(図 5)。授業を実施した教室は 2 階にあり、Bluetooth の送受信可能な最大距離がおよそ 10 m であったため、児童は主として教室のベランダや直下にある中庭に計測機を設置して気温を計測した。計測機はプラスチック容器に入れ、直射日光を遮るため、段ボールで覆いをした。計測機の設置後、児童はタブレット PC でリアルタイムに変化する気温を班毎に確認していた。棒温度計と比較して気温の変化がリアルタイムでグラフにより確認できるため、児童は自分たちで選択した場所の気温に興味関心を持ちながら授

表 1: 単元の流れ

回	学習内容の概要
1	晴れの日と雨の日の気温の変化の特徴を予想する
2	棒気温計で 1 日の気温を計測する
3	計測したデータをグラフにする
4	グラフから晴れの日と雨の日の特徴を考える
5	教室内で micro:bit 気象計を使って気温を計測する
6	micro:bit 気象計で 24 時間の気温を計測する
7	micro:bit 気象計で計測した結果から 1 日の気温変化の特徴について考える

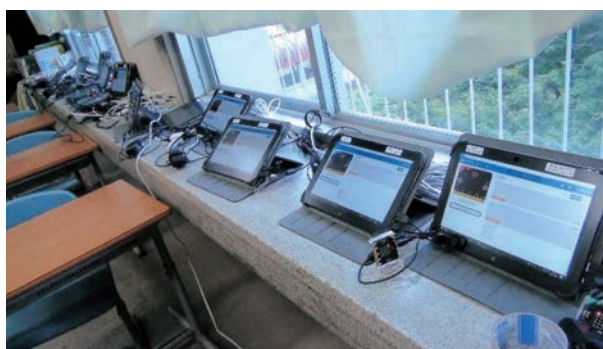


図 5: 受信機とタブレット PC の外観

業に取り組む様子が見られた。

児童の micro:bit 気象計の使用感を調べるために、第 7 回の授業終了後にアンケートを実施した。設問は「micro:bit の気温計を使ってみた感想を書いてください。良かった点、よくなかった点など、気が付いたことも書いてください。」とした。

感想を分類した結果、児童が良かったと肯定的に考えた点として次の 3 点があることがわかった。

- ・自動で 24 時間計測できること（13 件）
- ・数値的に正確なデータが得られること（9 件）
- ・時間的に細かいデータが得られること（7 件）

一方、問題点として、micro:bit 気象計のトラブルによりデータ計測ができない状況も発生した（11 件）。その直接の原因は、タブレット PC の強制的な再起動やフリーズが生じたことにある。別途準備した校内 LAN からは独立したノート PC で検証した範囲では上記の現象は発生しなかったこと等から、これらはタブレット PC のサーバーによる集中管理上の問題と考えられる。また、フリーズに関しては、タブレット PC のスペックや MakeCode for micro:bit との相性も関係していると考えられる。いずれにおいても、予備実験による安定的な動作確認が大切である。

また、気温の細かな変動も検出するため、それを

煩わしく感じる児童の感想も見られた。これは温度表示の桁数を減らすことや、計測の時間間隔を長くすればよいが、リアルタイムで測定環境の違いによる機敏な温度変化を観察し辛くなる面もある。児童の反応や疑問への丁寧な対応が欠かせない。

4. 小中学校の教員を対象とした研修会

小学校、中学校の理科教員から micro:bit 気象計の教材としての評価を調べるため、研修会を実施した。研修会は、2020年11月28日に、小中学校の理科に関心をもつ教員20名を対象として実施した。研修会では、2名一組で気象計のセットアップと、MakeCode for micro:bit によるプログラミングおよび気温計測を行い、終了後に自由記述によるアンケートの回答を得た。

まず、micro:bit を使用した気象計の良い点を尋ねたところ、概ね肯定的な評価を得た。肯定的な意見は主に次のようなものであった。

- ・連続した計測 (4件)
- ・リアルタイムでの温度確認・グラフ化 (4件)
- ・プログラミングの理解 (4件)
- ・安価 (2件)

また、micro:bit 気象計の問題点や改善案について尋ねたところ、主な意見として

- ・プログラミングの困難さ (6件)
- ・気温測定ブラックボックス化 (3件)

が得られた。

理科の授業において、児童にプログラミングを学習させることは、その可能性を評価する意見が得られた一方で、難しいという意見も多かった。林ら(2018)の小学校3年生「日なたと日かげ」の実践[12,13]では、理科の学習に入る前段階に、総合の学習の時間として、予め児童が micro:bit の操作とプログラミングに慣れ親しむ時間を確保していた。また、我々の実践で対象となった4年生児童は既に micro:bit の使用経験があった。micro:bit 気象計は、理科の授業において児童の主體的な学習活動を支援するためのツールという今回の目的を活かすならば、小学校段階においては気温測定用の実験器具として扱うことが望ましく、プログラミングの要素を取り入れるためには、総合の学習として位置付ける等の発展的な位置づけとすればよいと考える。

実験器具のブラックボックス化については、これ

までも問題提起されてきた。例えば小西(1995)は、技術の進歩と教育の関連の中で、使用者に対するブラックボックス化の影響として、「論理の欠落(専門分化)、質感の欠落(シミュレーション)、大きさの欠落(デジタル化)、対話の欠落(瞬時応答)」を挙げ、これらが使用者の社会性の欠落につながるとしている[14]。

今回の micro:bit 気象計(小学生にとっては micro:bit 温度計)でのデジタル化についても、指導者である教員は、複数の場所で計測した気温を瞬時にグラフ化して考察できるメリットとともに、自らグラフを作成することで習得できる思考力や判断力の育成に関するマイナス面を認識しておくことは重要である。その対策としては、両者を併用することが望ましいと考える。今回の授業実践では、児童はまず棒温度計で測定した気温を自力でグラフ化する学習を経た後に、micro:bit 気象計での自動計測・自動グラフ化を体験する構成とした。

なお、ブラックボックス化へ対応として、デジタル機器の自作化の提案がある。温度計では、浅井・森本(2012)が、温度センサとデジタル電圧計によるシンプルな自作デジタル温度計の教材化を報告している[15]。しかし、指導案は中学3年生向けであり、実際の実践は高校2年生を対象としているため、小学生への応用の可能性は今後の検討課題である。

また、「明るさセンサも同時に使用すれば、天気の変化と気温を同時に比較しながら考察できるのでは?」という意見もあった。照度の測定は、micro:bit に標準搭載されている光センサを使う方法[12,13]や、照度センサを外付けで追加すれば容易である。今回の教員対象のアンケートから、micro:bit の機能拡張によって、多様な気象データを系統的に計測することの重要性も示された。

5. 結論

本研究では、マイコンボード micro:bit と外付けセンサを使用して、小4「天気」と中2「気象」で共通して使用可能な簡易気象計を作成した。小学校4年生理科授業での試行や小中理科教員向けの研修では、教材として概ね肯定的な評価が得られたが、PCのスペック等の注意点も明らかとなった。今後は中学校2年生での授業実践を行い、更に検討を進めることが課題である。

文献

- [1] 文部科学省, 改訂学習指導要領, https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm (2021年10月20日閲覧).
- [2] 文部科学省, GIGAスクール構想について, https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_0001111.htm (2021年10月20日閲覧)
- [3] 文部科学省, 小学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編, https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_005_1.pdf (2021年10月20日閲覧)
- [4] 文部科学省, 中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編, https://www.mext.go.jp/content/20210830-mxt_kyoiku01-100002608_05.pdf (2021年10月20日閲覧)
- [5] 学校气象台(岩手大学), <http://meteo.iwate-u.ac.jp/main.php> (2021年10月20日閲覧)
- [6] 熊谷 詩子, 名越 利幸, 黄川田 泰幸, 高橋 長兵, 日本理科教育学会全国大会要項 2009, 59, 333.
- [7] 名越 利幸, 高室 敬, 尾崎 尚子, 野田 賢, 那須川 徳博, 中西 貴裕, 岩手大学教育学部プロジェクト推進支援事業教育実践研究論文集 2016, 3, 74-79.
- [8] 川村 拓久, 名越 利幸, 岩手大学教育学部プロジェクト推進支援事業教育実践研究論文集 2018, 5, 50-55.
- [9] Micro:bit Educational Foundation, <https://microbit.org/> (2021年10月20日閲覧)
- [10] Raspberry Pi Foundation, <https://www.raspberrypi.org/> (2021年10月20日閲覧)
- [11] Arduino, <https://www.arduino.cc/> (2021年10月20日閲覧)
- [12] 林 康成, 三崎 隆, 村松 浩幸, 日本科学教育学会年論文集 2018, 42, 283-286.
- [13] 林 康成, 村松 浩幸, 小・中・高等学校でのプログラミング教育実践, 日本産業技術教育学会 編, 九州大学出版会, 2019, 第6章, pp. 96-103.
- [14] 小西義昭, 日本機械学会誌 1995, 98, 850-852.
- [15] 浅井尚輝, 森本弘一, 理科教育学研究 2012, 53, 155-162.

(2021年10月20日受付)