

科学探究的アプローチによる理科授業デザイン開発（3）

—中学校理科「気象分野」での試行—

山田佳明（長崎大学教育学部附属中学校）

福嶋良彦（長崎大学教育学部附属中学校）

前田勝弘（長崎大学教育学部附属中学校）

坂本隆典（長崎大学教育学部附属中学校）

工藤哲洋（長崎大学教育学部）

山田真子（長崎大学大学院教育学研究科）

星野由雅（長崎大学大学院教育学研究科）

1 はじめに

わが国の小学校・中学校の理科教育においては、歴史的に問題解決的、探究的アプローチがその基盤となっており、平成29年改訂の小学校学習指導要領^{1a)}では問題解決の力を養うこと、中学校学習指導要領^{1b)}では探究する力を養うことがそれぞれの理科の目標に掲げられている。これまでの問題解決的、探究的アプローチによる理科学習は、科学者の科学的探究の論理的・認識論的再構成であり、本来の科学的探究とは言えないことが指摘されている²⁾。真に探究する力を養うには、理科学習を科学的探究の単純な論理的・認識論的再構成とするのではなく、本来の高度で複雑な科学的探究に近いものにすることが必要との考えのもと、私たちはこれまで「児童・生徒にとって未知の課題」を組み込んだ理科授業をいくつかデザインしてきた。授業には「課題発見・解決」の場面及び言語能力の育成に資する「根拠を明確にして議論する」場面が自然発生的に生じるよう設計してきた。例えば、小学校第6学年の「てこのはたらき」では明示的に示された課題（1gに満たないインゲン豆の質量を自作のミニシーソーの作製により求める）を子どもたちが解決していく途中に隠された問題（ミニシーソーの材料である板材の疎密により板の中心が必ずしもシーソーの支点にならない）に気づき、その解決に向けて他者と協働しながら思考していくことができるように図った³⁾。この他、小学校第6学年の「生物と地球環境」では田んぼとその周辺をフィールドとして、稲の生育に相応しい生き物の食う食われるの関係を、与えた生き物を用いて構築させる課題において、キーストーンとなるオタマジャクシーカエルを与えないことでスムーズな食物連鎖が構築できないように図り、キーストーンとしてのカエルの存在の重要性に気付かせる授業を行った⁴⁾。

これまでデザインしてきた科学探究的アプローチによる理科授業の実践の結果、一定程度自然発生的に「議論する場」が構築できることが明らかになった^{3,4)}。し

かしながら、第1分野である物理、化学に比べ、第2分野の生物、地学では検証を行うための観察・実験を行うことが困難な場合も多い。上記に挙げた「生物と地球環境」においてもシミュレーションによる探究活動であった。今回は、地学分野の比較的観察・実験を行いやすい気象分野において、科学探究的アプローチによる理科授業を試行したので報告する。

気象分野については、平成29年改訂の中学校学習指導要領^{1b)}の第2分野(4)気象とその変化の(ア)気象観測の⑦気象要素(第2学年)に、平成20年告示の中学校学習指導要領⁵⁾の第1分野2(1)のイ(イ)の「圧力についての実験」および「大気圧」(第1学年)が移行されてきた。また、平成20年の中学校学習指導要領の(7)イ(ア)自然の恵みと災害の「気象災害」が、平成29年度の要領では(エ)自然の恵みと気象災害の⑦自然の恵みと気象災害に移行されてきた。これらの移行は、自然の原理・法則を学ぶに際して日常生活や社会との関わりや科学の有用性を生徒がより実感して知識を獲得し、理解を深められるようにとの配慮からである(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⁶⁾)。今回の授業実践では、意図的な条件設定によって観察結果が異なってくることが予想される(4)気象とその変化の(イ)天気の変化の⑦霧や雲の発生を扱うこととした。

なお、附属中学校においては学校の研究主題として「豊かな人生を切り拓き、未来の作り手となる生徒の育成」を、副題として「メタ認知に働きかける学びの追究」を掲げ、本授業実践では「メタ認知的知識」に焦点を当てている。本授業実践の授業計画を行う中で、後述するように実験条件を意図的に設定することが、科学探究的アプローチによる理科授業に通じるものとなったことから、科学探究的アプローチの面から報告する。

2 授業実践

2.1 授業計画

実践授業の期間、学年、単元は次のように計画し、実践した。

(ア)期日:令和5年2月3日(金) 15:05-15:56

(イ)対象:中学校第2学年35名

(ウ)単元:中学校理科 第2学年「気象とその変化」のうち「気象要素」

授業実践研究では、露点の観察・測定と結果の共有及び考察を行うことを目指した。計画した授業内容を、図1の「露点と湿度」の理科学習指導案(略案)に示す。

2.2 実験条件の設定

授業を行った時期は、長崎でも平均気温が低く乾燥している日も多いことから、露点温度も低くなり、実験条件としては必ずしも適した時期とは言えない。実際、授業実践日(令和5年2月3日)の15時の気温、湿度、露点温度は、それぞれ11.8℃、42%、-0.7℃⁷⁾であり、予備実験時においても0℃以

1. 目 標

露点の測定の実験を通して、雲や霧ができたりなくなったりする現象を気温や湿度などの気象要素と関連付けようとしている。

2. 目指す生徒の姿

十分満足できる生徒の姿	おおむね満足できる生徒の姿
雲や霧ができたりなくなったりする現象を気温や湿度などの気象要素と関連付け、見通しをもって科学的に探究しようとしている。	雲や霧ができたりなくなったりする現象を気温や空気中の水蒸気と関連付けて、科学的に探究しようとしている。

3. 展 開

過程	生徒の活動	教師の手だて・評価	時間
出会う	① 1. 雲や霧の発生について考えることを通して、本時の課題を設定する。 ・空気中には、水が水蒸気として含まれているから雲や霧ができる。 ・上昇気流が起こるから雲ができる。 ・上空は温度が低いので、水蒸気が冷えて水滴への状態変化が起こるから雲ができる。	1. 雲が発生したり消滅したりする現象の動画を見せ、疑問点の共有をすることを通して、温度変化と空気中の水蒸気の状態変化の関係性に気づかせる。 ・水滴のでき方を調べる実験を演示し、状態変化が起こる瞬間があることに気づかせることで、本時の課題設定に導く。	12
	②	雲や霧は、どうして、できたりなくなったりするのか追究しよう	
見通しを持つ	2. 露点を測定する実験を計画し、見通しを持つ。 ・結露する窓ガラスのように熱が伝わりやすい道具を使用する必要があるな。 ・コップの中の水を冷やし、その温度を測定することで、結露時の温度が分かりそうだ。 ・複数の場所での測定結果を比較すると関係性が見えてきそうだ。	2. 凝結した瞬間を捉えやすくするために、熱伝導性の低いセラハンテープの利用を助言する。 ・2回目以降の測定の際には、コップの表面が乾いていることを確認するように促す。 ・結果や考察などの共有は、一人一台端末の利用を助言する。(スプレッドシート)	8
	3. 露点を測定し、その結果を基に考察する。 ・空気を冷やしていくと、理科室内の空気は約0℃になったときに水滴が発生したことから、雲や霧の発生は、空気中の水蒸気と気温の変化が関係することが分かった。 ・場所によって水滴になった温度が異なったことから、露点は何に関係しているのかな。	3. 各班の結果や考察を共有するときは、温度差や結果のばらつき、傾向などに着目させて、実験結果の数値の処理なども検討させながら、妥当性を吟味させる。 てお湯を入れ、出てきた水滴が変化することを示す。 ・実験結果から気温の変化と雲の発生を関連付けている生徒の意見を複数人発表させることで、収束に導く。	25
解決する	空気中の水蒸気は、温度を下げると露点を境に水滴に変化し、雲になる。温度を上げると、水滴は水蒸気になり雲はなくなる。	・雲や霧ができたりなくなったりする現象を気温や湿度と関連付けようとしているか。 〈行動観察・ノート〉	
つながる	④ 4. 本時の学びを振り返る。 ・実験結果の数値の処理の方法を再確認しながら、露点を見極めることができてよかった。 ・露点に達すると、どうして状態変化が起こるのかについてもっと追究したい。 ・空気が上昇した後の気圧の低下と温度の関係について明らかにしたい。 ・雲や霧の発生要因について、はっきり分からないので、今後学びを深めていきたい。	4. 振り返りを発表させ、生徒の発言をまとめるとともに、疑問に思ったことや更に追究してみたいことについて問うことで、次時以降の学習につなげる。	5
		・本時のめあてを振り返らせるとともに、実験結果を整理して提示する。	

4. 研究「メタ認知的知識」

① 課題を設定するときは、自然事象を比較し、何が問題で、自分は何を明らかにしたいのかを明確にする。
② 仮説を設定するときは、既習事項や実生活と関連付けて、考えるとよい。
③ 振り返るときは、学習前後の自分の考えを比較することで、自分の変容を明らかにし、次の学びにどうつなげるかを明確にするるとよい。

図1 「露点と湿度」の理科学習指導案

下にならないと露点の観察はできなかった。

そこで、実験室内では事前に室内の2か所で湯を沸かし、空調により室温

を上げておき、演示用のペットボトルには少量の水を入れておいた。なお、新型コロナウイルス感染症対策のため2方向の窓を開放した状態で授業を行っていたこと、及び空調の風が良く当たる場所とそうでない場所とが期せずして生じたことが科学的探究を複雑なものとした一つの要因である。

2.3 授業時の様子

授業は、具体的には次のように進められた。

- ① 教師から気象要素の中で関連付けたらよい要素は何かの問いかけがあり、生徒から「気圧、風、気温、湿度」の回答があった。これらを関連させて考えていくとある程度（気象の）説明がつくことを教師が発言し確認した。
- ② 教師から空を定点で数時間観測したら、どう変化するのだろうかと思議に思い撮影した、見てもらいたい動画があることの説明をした。雲が発生して流れ、消えていく動画を見せたのち、教師から「どうして？」と問いかけを行った。
- ④ 生徒Aから「前回の授業で、上昇気流を習い、雲は水蒸気で出来ているので、水蒸気が上昇気流にのって集まったから雲に見えるので、雲が動くのではないか？」と回答があった。教師からは「雲が動いたから？フェードアウトしたけど？」と再度問いかけがあった。
- ⑤ この後、数名の生徒と教師との間でやり取りがあったのちに教師から、「整理しようか。まず、雲は水の粒だと言ったのですが、これは間違いない？」
生徒たち：「はい」
教師：「水蒸気が、どこの水蒸気？」
生徒：「ここら辺にある大気中の水蒸気」
教師：「大気中のということは、空気中のということですよ。空気中の水蒸気が冷やされて、ばーと流れて行った時に冷やされていく？気温が下がった。そして、（雲が）なくなる時は温められて。」
生徒：「今はまだ寒かったらみたいな話があったんですけど、夏とか梅雨とかはジメジメするけどそういう時は気温は高いから、寒い時とかのくわしいこととかはあまり分からないかな。」
教師：「ジメジメに関わる場所ということと湿度が関係しているんだ。」
生徒：「天気が変わる時は、湿度と気圧が・・・と言っていませんでしたか？」
教師：「気圧も関係しているか？わからなくなってきたよ。広がってきたよ。」
- ⑥ 教師は、めあてと書いた紙を見せて黒板に貼り、「どうやって雲ができるのか？」「なぜ雲はできたり、消えたりするのか調べよう」でいいですか？と発言し、同じ文をめあてとして板書した。
- ⑦ 教師：「つまり温度の話をしていたようなので、これを見てもらおう。」
栓を開けてペットボトルをドライヤーで温めながら、「このペットボトルの中には何が入っていますか？」

生徒：「空気」

教師：「空気が入っていますね。空気には何が含まれているの？」といいながら、ペットボトルの栓をした。

生徒：「水蒸気、酸素」

- ⑧ 教師は、ペットボトルの半分を約 8 秒間氷水に浸し、すぐ取り出して曇った部分を指さした。「冷やしたところだけが・・・」と発言した後、ペットボトルの外側を乾いたタオルで拭き、再びドライヤーでペットボトルの曇った部分を加熱した。暫くするとペットボトルの曇りが解消し始めた。

生徒たち：「ウォー」

- ⑨ 教師：曇りが解消すると、再びペットボトルを 8 秒間氷水に浸して取り出し、「やっぱり、何が関係してそうですか？」と問うた。

生徒：「気温」

教師：「そうだね。気温、温度だね。」「何で？」

生徒：「水の沸点は 100℃だけど、それ以下でも水蒸気になれるという気がする。」

教師：「何度くらいかな？」

生徒：「70℃」

- ⑩ 教師：再びペットボトルをドライヤーで加熱した後、氷水に浸し、数秒後に取り出して、「水蒸気が水滴に変わった温度は、70℃？」

生徒 E：「水蒸気が水滴ですよ。それは 0℃」。

生徒たち：「えっ」

生徒 E：「あー、それは沸点。」

教師：「何度なんだろう。どう調べますか？何度で？ 70℃かな、10℃かな？これが気体から液体になろうとした瞬間があるはずよね。その温度なわけ。冷やせば冷やすほど変わりそうだよ。ピンポイントの温度を見つける。この実験、教科書に同じような実験がある。それを使おう。257 ページ」

- ⑪ 教師：「だいたい今のこの理科室の気温は、何度だと思う。」

生徒たち：「16, 17℃、12℃」

教師：「そこから測る必要があるね。ここにある気温とアクリル板の温度とここにあるものの温度は違いますか？」

生徒：「違う」

教師：「これ実は同じ空間にずっとあったら同じような温度になっているんですね。後ろに金属製のコップを用意しています。そして、水を何日間も置いていました。この水もこの空気の温度と同じようになっていますね。半分ぐらい入れましょう。3分の1ぐらいでもいいかもしれません。」と言って、金属製のコップに水を入れた。

教師：「温度を測ります。」と言って、金属製のコップに温度計を挿入した。

「何の温度を測っていることになりますか？」

生徒：「水温」

教師：「水温を測るといことは？」

生徒：「室温？」

教師：「そっ、室温、まわりの気温を測ることになります。今の現時点での気温というのがわかることになります。このコップは熱を？」と言って、ステンレス製のコップを指でたたいた。

生徒：「通しやすい」

教師：「通しやすいですね。そこにセロハンテープを貼っています。このセロハンテープは？熱は？」

生徒：「熱は通さない」

教師：「通さないですね。熱を通しにくい。ですから、ここに境目がありますから」と言って、セロハンテープが張ってある境目を指した。「このポイントをめがけて見てもらったらよいかと思います。金属の部分とふれあう空気は、この中に例えば氷を入れていったら、どんどんどんどん冷やされていきますよね。そして、ここにふわーと教科書の四角2の拡大図を見てごらん。我々の予想が本当ならば、ふわーと出てくる瞬間がわかるはずです。その温度を測れば。測れそうじゃないですか？OK？」

生徒：「はい」

教師：「何か皆さん質問ありません？氷は、これから準備します。3, 4 個配るから。一気に入れたらどうだろう？」

生徒：「一気に変わる」

教師：「多分、ブワーって出ちゃうので、1 個入れてかき混ぜて、かき混ぜたら温度変化とここ（セロハンテープの境目を指して）を注目する。かなり繊細な実験ですね。だから、しっかり協力してやってもらいたい。1 個融けて融けだしたら 2 個目を投入しましょう。」

生徒：「融けだしたら？融け終わったら？」

教師：「そう、融け終わったら。」

生徒：「混ぜたほうがいいのですか？混ぜるときはガラス棒で混ぜるのですか？」

教師：「おーいい質問。温度計で混ぜたらね。割れちゃうかもしれないですからね。ガラス棒で。混ぜるときは、よく混ぜたほうがいいですか？あんまり混ぜないほうがいいですか？」

生徒：「よく混ぜる」

教師：「どうして？」

生徒：「均等になるから」

教師：「そうよね。もしかしたら、ちゃんと空気の温度を測れないといけな

いので、均一にする必要があるよね。そのあたり考えながらやってください。時間はね、おそらく10分ぐらいあれば十分にできると思います。ただ、大事なものは、なんですか？」

生徒：「考察、結果」

教師：「何のためにやっているのか。考察の部分が大事ね。で、今回、共有しやすいように、理科のclassroomにスプレッドシートを挙げています。そこに入力して、共有しやすいようにしましょう。OK?では。始めましょう」

生徒たちは、実験に必要な器具類を揃え始めた。準備ができた班から室温と同じ温度の水をステンレスコップに半分くらい注ぎ、温度計で水温を測り始めた。測り終えたら、カップに氷を1個入れ、ガラス棒でかき混ぜながら水温の変化を温度計で確認しつつ、カップの表面に注目していた。

教室内のあちこちから、「今、今」という声や「あー出てたんだ。出てたんだ。」「いや、まだまだ」「来た、来た、来た、来た」などの声が発せられていた。露点が観測され始めたようであった。

⑫ 教師：「実験が終わっているところ。結果が出たところは、こちらを見てごらん。ここに温かいお湯を入れたらどうなる？」と発言し、表面に曇りが出たステンレス製カップにお湯を注いだ。注ぐにつれて曇りが消えていく様子を見て、生徒は口々に「おー」と発言していた。「実験を終えて、結論が出たところは、お湯を入れますから教えて。」

⑬ 露点の測定を終えた班は、曇ったステンレス製カップに熱いお湯を入れてもらい、曇りが消える様子を観察した。すべての班が実験を終えて、スプレッドシート（表1の測定値の部分）に結果を入力した。

教師：「これ、どう見ます？」とスクリーンに表示したスプレッドシートを指して生徒に問うた。

生徒A：「2班は、最初20℃と高かったのは暖房があたっていたから。水滴がついたのは6℃だったが、0℃くらいの班もあって、すごい差がある。触ってみる、というのが正確な温度でないかもしれない。それが定かではなかったもので、ずれたのではないかと思う。」

教師：「ばらばらですね。」

生徒B：「先ほどは、ペットボトルをドライヤーで温めて、急に氷水に付けた時、たくさん曇ったが、今回は温めてはないし、氷を少しずつ入れてゆっくり冷やしたので出る量も少なかったのではないか。ドライヤーで温めた時と比べると冷やすスピードがゆっくりだったので、水滴が出にくかったのではないか。ドライヤーで温めた時の気温も測っておくべきだった。」

生徒C：「元の温度と結果の温度の差が、だいたい14度くらいになっているので、元の温度が20℃でも6℃で水滴がでていたので、温度差が

関係しているのではないかと思った。」

教師：「温度差が関係しているのではないか？」

生徒 Y：「今回僕らが使ったのは、室温で、ドライヤーで温めた空気より低い温度の空気を使っているんで、温度の違いによって、水が含まれる量が違うのではないかな？つまり、温かかったから水がたくさん含まれていて、始めドライヤーで温めていて、それを冷やしているから。温かい時は水蒸気が含まれやすくて、で冷やすと中に水蒸気があるからたくさん（水滴が）現れる。」

生徒 X：「ペットボトルが温かくなって、水蒸気が入ってきた、ということ？中へ。」

生徒 Y：「ということなんじゃないかな。」

生徒 X：「でも、気体の動きが大きくなって、それだったら普通出るのでは？気体の動きが活発になったら、入らなくなって出ていくのではないかな？空気と一緒に。そしたら、減るのでは？割合じゃなくて量？水蒸気の入っている割合は変わらないかもしれないが、含まれている量的には減るのではないかな？」

生徒 Y：「空気と水蒸気の割合が 3 対 1 だったのが、1 対 1 とかになるということ？」

生徒 X：「違う、違う、空気も水もどっちも出る。」

生徒 Y：「あ、どっちも出る？！入ってくるかもしれないのでは？」

教師：「論点がずれて来たね。」

生徒 Z：「そもそも僕たちの班では、曇りがわかったのは先生たちに教えてもらったからで、気づかなくて、コップがわかりづらくて、よく見ていたんですけど、触っていなかったんで、わからなかったんで、低すぎる場所も、もしかしたらそういうのがあるかもしれないと思いました。」

教師：「最後の皆さんの議論の中で、うんうんと多くの皆さんが頷いていたのが、気温差でした。元の温度からどれだけ差ができたかで、もしかしたら、水蒸気が水滴になる温度というのが、決まってくるんじゃないか、という話でしたね。そのあたりを本当なのか、というのを次の時間確認をしていきたい、そこを考えていきたいと思います。」

教師：黒板を指しながら、「今日は、なぜ雲ができたり消えたりするのか調べよう。ということで気温に着目してやってみました。次の時間確認をしていきましょう。」

生徒たち：「はい」

以上で授業は終了した。

表 1 授業実践時の班ごとに測定した気温、水滴がでた温度

班	気温 (°C)	水滴がでた温度 (°C)	発表あるいは考察
1	15.1	1.0	
2	20.0	6.0	スタートが 20°C で、暖房があたっていて温かかった。コップの表面を触りながら変化を見ていた。6°C 前後で触った時にテープとまわりの色が変わったので、そこが水滴になり始めた温度ではないかと思った。
3	15.0	5.0	水滴はわかりにくかったので、触ってみて跡がついたので、この温度にしたが、「水滴ができたかも」と気が付いたのはもう少し高い温度、7°C くらい。
4	10.5	2.5	室温が他の班よりも低かった。沸点の 100°C よりも全然低い温度で水蒸気から液体の水に変化しているため、なにか違う要因があるのではないか。水滴が出た温度は正確に測れたと思う。
5	15.0	3.0	指の指紋が白くて、結露しているのかわかりにくかった。
6	16.0	5.5	変化の瞬間を見ることができず、値にずれがある可能性がある。 しかし、0°C になる前に変化が見られたため、融点は関係ないと思われる。
7	14.0	0.0	
8	15.0	1.0	
9	14.5	1.3	結果が割と高い班があった。その班と自分たちが違うところは元の温度が高かいたということだったため、雲ができるのは温度差によってできるのではないかと考えた。

3. 結果と考察

表 1 に示すように気温と水滴がでた温度（露点）は、同じ実験室内でありながら気温は 10.5~20.0°C、露点は 0.0~6.0°C と幅のある結果となった。これは、露点を観測しやすくするための条件設定として、空調による暖房と意図的に湿度を上げるために実験室内の 2 箇所で事前に湯を沸かしていたこと、外気が入ってくるようになっていたこと、及び水滴が現れる見極め方が確立できていなかったことによって露点がばらついたと考えられる。ただ、統一した結果を示さなかつ

たことで生徒たちは、様々な考えを持ったようであるが、“気温差”という共通点を見いだしたことは、この授業の成果の一つであろう。

一方、生徒 X と生徒 Y とのやり取りは、ペットボトルの時は曇りを明確に判断できたが、自分たちが行った実験では曇りが見えにくかった原因についての考えを自然に述べ合っていたものである。この観測に大きな差が生じたのは、教師が予めペットボトルに少量の水を入れていたことによるが、生徒はそのことを知らないために、ドライヤーで温めたことによる気温の違いに着目して議論を展開していた。気温による水蒸気の含有量についての発言もあり、教師の誘導によっては自分たちの実験結果の解釈について有益な議論が展開されたかもしれない。ただ、授業時間がほぼ無くなった段階であったため、打ち切りとなってしまったのは残念である。

4. まとめ

同じ実験室内でも場所によって異なる実験条件を設定したことにより、生徒が行う実験結果が異なり、それによって生徒間で議論が発生し、他の生徒もその議論の中で各々考えている様子が見られたことから、生徒にはわからないように異なる実験条件を設定して実験を行わせることは、真に科学的探究を体験させる一つの有力な方略になる可能性がある。

本研究の一部は、科学研究費補助金 基盤研究 C (21K02952)「科学探究的アプローチによる理科授業デザイン開発」の支援を受けて行われました。

5. 参考文献

- 1) a) 文部科学省(2018):「小学校学習指導要領(平成29年告示)」東洋館出版社, b) 文部科学省(2018):「中学校学習指導要領(平成29年告示)」東山書房.
- 2) 進藤公夫(1995):「理科教育の主張とその原理」寺川智祐編著『理科教育 そのダイナミクス』大学教育出版, pp.191-222.
- 3) 星野由雅・山田真子・福山隆雄・大庭伸也・隅田祥光・工藤哲洋・林幹大・前田勝弘・山田仁子・和泉栄二・才木崇史・松本拓(2020):「問題解決的アプローチから科学探究的アプローチへの転換を目指した理科授業デザインの開発」『令和元年度日本理科教育学会九州支部大会発表論文集』第46巻, 34-37.
- 4) 星野由雅・山田真子・福山隆雄・大庭伸也・隅田祥光・工藤哲洋・林幹大・才木崇史・松本拓・前田勝弘・山田仁子・和泉栄二(2021):「理科授業の科学探究的アプローチによる言語活動の活性化と主体性の育成」『長崎大学教育学部実践研究紀要』第20号, 217-226.
- 5) 文部科学省(2008):「中学校学習指導要領(平成20年3月告示)」東山書房.
- 6) 文部科学省(2018):「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編」学校図書株式会社.
- 7) 気象庁ホームページ過去の気象データ検索
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=84&block_no=47817&year=&month=&day=&view= (最終閲覧日 2023年3月31日).