

Ⅱ. 中学部・理科

中学部 理科

単元名「ものの温度と体積(空気、水)」

日時	2025年10月24日(金) 9:40~10:30
対象	中学部3班 (男子4名・女子2名)
場所	会議室
授業者	古江 陽子(MT) 宮林 一菜(ST)



〈中学部教育目標〉

- (1) お互いを認め合い、協同・協力し合いながら共に学校生活を送る力を育む。
- (2) 自らの願いや思いを表現する力を高め、自信をもって自主的・自律的に学習や活動に向かう力を育む。
- (3) 社会生活に必要な基本的な知識や技能を身に付け、様々な事に関心を持ち、問題を解決する力を育む。

1. 単元計画

学部・年/組	教科等	時数（想定）	実施時期	作成者
中学部 全学年（3班）	理科	7	10月	古江・宮林

(1) 単元名

ものの温度と体積（空気、水）

(2) 単元の構想

①	学習者の興味・関心 (児童・生徒観)	理科の授業は、昨年度より学習の基盤となる資質・能力（言語能力、情報活用能力、問題発見・活用能力）の段階に応じて3つのグループに分かれて行っている。観察や体験的な学習を通して、理科に対して興味や関心をもつ生徒が多く、「実験が楽しい」「次は何をするのだろうか」と学習を楽しみにする姿が見られる。 事前アンケートの結果から、生徒の多くは「熱い・冷たい」といった感覚的な違いを、実際に目に見える事象（風の様子、水・氷・水蒸気など）と結び付けて理解していることが分かった。一方で、それらの現象を「膨らむ・縮む」といった体積の変化として捉えている生徒は少なく、その背後にある目に見えない粒子の動きや体積変化の仕組みを想像することには難しさが見られた。また、加熱や冷却を伴う実験や、ガラスなどの壊れやすい器具を扱う経験が初めてに近い生徒も多い。
②	学習活動・教材 (単元・題材観)	本単元は、「金属・水・空気」を題材とした「粒子領域」を扱う単元であり、物質の性質を「質的・実体的な見方」で捉えることを中心に、温度による状態と体積の変化を「比較」「関係付け」をして考える活動を通して、それらの性質について理解を深めることをねらいとする。題材は、生徒の実態に応じた効果的な指導・支援を行なうため、「金属、水及び空気」の中から「空気と水」を重点的に取り扱うことにした。 学習にあたっては、歌を活用して、抽象的な粒子の概念を親しみやすくし、粒子を小さなボール、粒子の動きの範囲を透明ボールに見立てて操作して、粒子の動き方の違いによる体積の変化を理解できるようにする。なお、生徒がイメージしやすいように、粒子を「つぶ」、体積を「大きさ」と言い換えて学習を進める。また、理科の実験器具の安全な操作ができるよう実験時の注意点などを教師の演示や動画で確認しながら学習を行う。クイズ（Kahoot!）で既習内容を整理し、ペットボトル、風船、氷などの身近で安全に扱える具体物で実験して学習を進める。時間が長くなる実験は、タイムラプスや一時停止等で焦点化した動画を作成し活用する。ワークシートは実験前後の思考を可視化し、生徒が自分の考えの変化を実感できるように工夫する。
③	単元の意義・展望 (指導観)	中学部から高等部までの6年間の学習の中で、「粒子領域」の4つの柱の中の「粒子のもつエネルギー」を扱うのは本単元のみである。本単元は「保存性」を扱った前単元「物と重さ」と関連する内容であり、「温度変化によって粒子の動き方が変化し、物質の状態や体積が変化する」という新たな概念（粒子の存在）の理解に発展させていく。今後は、本単元で得た学びを踏まえ、「ものの温まり方（金属・水の温度の伝わり方）」の学習（今年度2月）へつなげる。また、高等部での「物の溶け方」などの学習にも接続し、粒子の性質や変化をより体系的に理解していくことを目指す。これらの学習を通して、例えば「ペットボトルを凍らせない」等の身近な生活を安全に送るために必要な知識を、温度変化による粒子の動きや体積の変化として捉え直すことで、日常生活で生かし、自ら考えて課題を解決する姿を育てていく。

(3) 単元目標（単元全体に関わる内容）

単元を通して目指す子どもの姿

金属、水及び空気の性質について、体積や状態の変化に着目して、比較や関係付けの考え方を働かせながら、温度の変化との関連を調べる活動を通して、それらについての理解を図り、観察、実験などに関する初歩的な技能を身に付け、主に質的・実体的な視点を働かせながら、疑問を見付けたり、見付けた疑問について、既習の内容や生活経験をもとに理由のある予想を発想し、表現したり、主体的に問題解決しようとしていたりして、学んだことを日常生活などに生かそうとする姿

知識及び技能	思考力・判断力・表現力等	学びに向かう力・人間性等
・金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、その体積が変わること。 ・水は、温度によって水蒸気や氷に変わること。 また、水が氷になると体積が増えること。	・金属、水及び空気の体積や状態の変化について調べる中で、見付けた疑問について、既習の内容や生活経験を基に理由のある予想を発想し、表現すること。	・金属、水及び空気の性質について興味をもち、すすんで調べたり、考えたりする中で学んだことを日常生活などに生かそうとする態度を養う。

(4) 指導計画

次	小単元名	時数	学習活動
一	空気の体積	2	10/6「空気を閉じ込めたペットボトルを温めたり冷やしたりすると？」 ・実験①「うちわで空気を体感しよう」 ・粒子の導入（粒子モデル） ・実験②「蓋付きペットボトルを湯・氷水へ入れるとどうなる」（へこみ・復元の観察） 10/8「空気を温めたり冷やしたりすると体積はどのように変わる？」 ・実験③「風船をつけたペットボトルを湯・氷水へ」（指標として風船のふくらみ方を示す）
二	水を温め続けたり、冷やし続けたりしたら？ (水の状態変化と体積の変化)	4	10/15「水は姿が変わるの?」「水を温め続けたら?」(状態変化・体積) ・予想(状態・体積) ・実験④「水は温め続ける、温度と水の様子を調べよう」(動画) 10/16・実験⑤「いなくなった水をつかまえて正体をつきとめよう」(湯気やあわをふくろに集める)

			10/22「水を冷やし続けたら？」(状態変化) ・実験⑥「水を冷やし続けて、温度と氷の様子を調べよう」 ・体積がどうなるか知るためには どうしたらよいか(検証方法の考察) 10/24【本時】「水を冷やし続けると、体積はどうなる？」(体積) ・実験⑦「水を冷やし続けて、温度と氷の体積の変化を調べよう」
三	まとめ (ものの温度と体積)	I	10/28「水を温めるとどうなる？」 ・実験⑧「氷の試験管を溶かしてみよう」 ・ペットボトルの破裂 ・ポップコーン ・本単元のまとめ

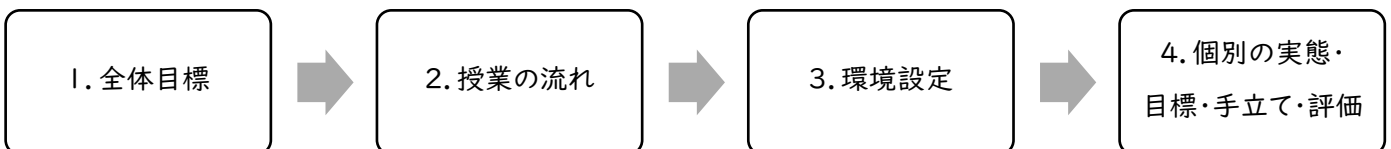
(5) 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
・金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、その体積が変わることを理解している。 ・水は、温度によって水蒸気や氷に変わることを理解している。	・金属、水及び空気の体積や状態の変化について調べる中で、見付けた疑問について、既習の内容や生活経験を基に理由のある予想を発想し、表現している。	・金属、水及び空気の性質について興味をもち、すすんで調べたり、考えたりする中で学んだことを日常生活などに生かそうとしている。

(6) 単元計画の評価(次年度に向けて) A 概ね妥当 B 要検討

時数：A 概ね妥当 B 要検討()	目標設定：A 概ね妥当 B 要検討()
題材：A 概ね妥当 B 要検討()	教材・環境設定：A 概ね妥当 B 要検討()

2. 授業の実際 (二次：4時間目)



(1) 全体目標

資質・能力	内容
知識及び技能	水を冷やし続けると、体積が大きくなることに気付く。
思考力、判断力、表現力等	実験の結果から、水の体積の変化と温度の変化を関係付けて、自分の考えをまとめる。
学びに向かう力、人間性等	

(2) 授業の流れ

	学習内容/【評価】	指導上の配慮事項	教材教具/学習の様子
導入 10分	1 始めの挨拶をする。 2 これまで学習した内容のクイズを行う。	・授業開始前に Kahoot!の画面を教室前方に提示しておき、タブレットの準備をするように促す。筆箱やファイル等は使用するまで机にしまうように言葉掛けをする。 ・MT はクイズの答えが分からない様子が見られたときには、学習した内容をもとに問題や解答を言い換える。	・Kahoot! ・タブレット端末 ・実験装置はあらかじめ、後方に設置し、万全に冷やしておく。 ・写真

	<p>・つぶ(粒子)のきまり ・空気の温度による体積 ・水の温度による状態変化 ・氷になったとき温度</p> <p>3 本単元(三次)の問いと本時の目標を確認する。</p> <p>問い:空気や水は、温度によって大きさは変わるのかな</p> <p>目標:水を冷やし続けると大きさはどのように変わるか調べよう</p> <p>4 本時の学習の流れを知る。</p> <p>【本時の流れ】</p> <p>① 前回は振り返ろう ② 実験をしよう ③ 水を冷やし続けた大きさ(体積)をまとめよう</p>	<p>・STはKahoot!終了後にタブレット端末を回収する。</p> <p>・生徒が立てた問いや予想を、写真などを用いて振り返りを促す。</p> <p>・前時に学習した「空気の温度による体積の変化」や「粒子のルール」、「水の温度による状態変化」、それらが日常生活で使われている場面について簡単に確認・説明し、既習の概念をもとに水の体積の変化を予想できるように支援する。</p> <p>・本時の目標とまとめシート(1)(2)を教室前方に掲示し、生徒が授業全体を通して随時確認できるように支援する。</p> <p>・「つぶつぶめがね」を歌って、粒子の視点で物を捉える姿勢づくりをする。</p> <p>・本時の活動全体の流れを説明し、見通しをもって取り組めるようにするとともに、活動の流れを前方に掲示しておく。</p>	<p>・目標 ・まとめシート(1) ・まとめシート(2)</p> <p>・つぶつぶめがね(歌) ・本時の流れカード</p>
<p>展開1 5分</p>	<p>5 水を冷やし続けたら大きさはどうなるか、前々回に立てた予想を振り返る。</p> <p>6 実験の方法を知る。</p>	<p>・MTが、前時の「水を冷やし続けて氷になると、体積はどうなるか」という問いにおける、各生徒の予想を紹介する。予想では「大きくなる」「小さくなる」「変わらない」の3つの選択肢と、その理由を記入する欄を設けておく。</p> <p>・STは、必要に応じて、「なぜそう考えたか」を聞いて、理由の表出を促したり掘り下げたりできるようにする。必要に応じて、前回のワークシートを見返すことを促す。</p> <p>・MTが、生徒の意見を全体でまとめ、仮説を立て、実験への意欲や目的意識を高める。</p> <p>・MTが、実験の方法を整理して示す。</p> <p>実験の方法</p> <p>① 黒線まで水を入れる。 ② 冷やす前の水温を記録する。 ③ 試験管を実験装置につけて冷やす。 (氷になったら、糸はツンツンと手ごたえ) ④ 氷になったときの温度と時間を記録する。</p>	<p>・前回のワークシート</p> <p>・実験装置 ・実験の方法シート</p>

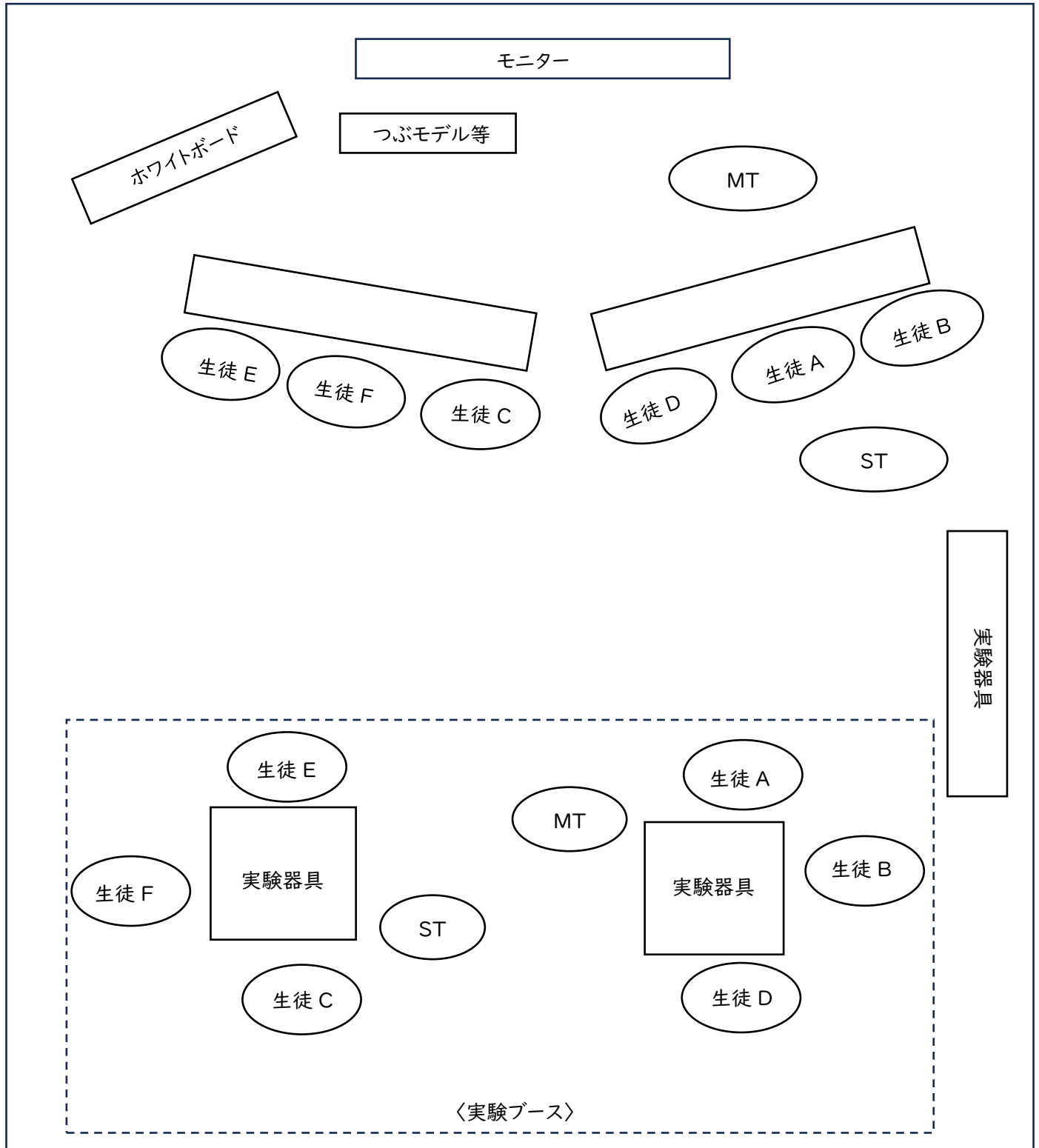
		<p>⑤ 氷の位置に赤線を引く。</p> <p>⑥ 結果をまとめる。</p> <p>・MTは、実験で分かることを全体で確認する。 「赤線が黒線より上がると体積が大きくなったということ、下がると小さくなったということが分かる」と説明し、観察の視点を明確にする。</p>	
展開2 25分	<p>7 実験をする。</p> <p>① 試験管の黒線まで水を入れる。</p> <p>② 冷やす前の水温を計測する。</p> <p>③ 試験管を実験装置につけて冷やす。</p>	<p>・実験ブースに移動するように伝える。</p> <p>・MT・STは、(ア)試験管(16.5mm)と(イ)試験管(15mm)を生徒に手渡す。生徒へ(イ)から(ア)に水を移すことを伝える。</p> <p>・MTは、水を黒線まで入れることができたか問いかける。MT・STは必要に応じて、生徒の目線と水面目の高さを合わせ、一緒に水の確認をし、量の調整をする。</p> <p>・ツンツン系が浮いてきたら、MT・STが割りばしで沈める。</p> <p>・準備ができた生徒は、試験管立てに立てておくことを伝える。</p> <p>・ガラス製品を扱うため、乱暴に扱っている生徒には安全な取り扱いを丁寧に指導する。</p> <p>・各グループの代表者1名は水温をデジタル温度計で計測し、グループのメンバーに伝える。MT・STは、全員が表に記録していることを確認する。</p> <p>・「よ～い、スタート!」で試験管を実験装置にセットする。刺しやすいように、予め試験管の穴をあけておく。十分に冷やせるように、実験を始める少なくとも20分前には大量の細かい氷に塩を入れてよくかき混ぜておく。(氷:塩=7:3)</p> <p>・セットしたら、十分に冷やせるように、氷の周りから手でギュッと押さえるように言葉をかける。MT・STは、各生徒の試験管の確認をし、不十分の場合は試験管の周りの氷をMT・STが圧迫する。</p> <p>・STは、前時の実験時の凍るまでのおおよその時間と今の時間の経過を伝え、見通しをもって実験を進められるよう支援する。</p> <p>・生徒は氷になった目安として、糸をツンツンひっぱって、手ごたえで凍りはじめていることを確認する。手ごたえを感じた生徒は、教師に申し出ることを促</p>	<p>・氷の実験装置</p> <p>・(ア)試験管(黒線のシールを貼り、ツンツン系を入れておく)</p> <p>・(イ)試験管(適量の水を入れておく)</p> <p>・ツンツン系(先端は玉結び、引っ張る方は札をつけておく)</p> <p>・試験管立て</p> <p>・デジタル温度計(小数点以下には覆いをしておく)</p>

	<p>④ 氷になったときの温度を記録する。</p> <p>⑤ 氷の位置に赤線を引く。</p> <p>⑥ 結果をまとめる</p>	<p>す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・MT・ST は、冷やしていく過程で、試験管に入った水はどのような様子であるか注目できるよう、生徒へ問いかける。 ・MT・ST は、糸に手ごたえがあると申し出た生徒の試験管を、十分に凍ったかどうか確認をする。不十分の場合は、再び装置に戻して実験を継続するように伝える。 ・生徒が温度計を見えにくい様子であった場合、MT・ST は温度計を見やすい位置に調整する。 ・MT・ST は、生徒から試験管を受け取り、氷の位置に赤線を引く。 ・赤線を引いた試験管を生徒に手渡し、凍っている水の様子や、黒線と赤色の位置関係を問いかける。 ・生徒は、温度・黒線と赤線の位置・体積の変化をワークシートに記録する。 ・実験が終了しワークシートに記録ができたなら、MT・ST は生徒に教室前方への移動を促す。 ・MT・ST は、生徒が実験の結果から、水の体積の変化と温度の変化の関係付けてまとめる際、必要に応じてつぶモデルを渡したり、前方スライドにまとめシート(2)を提示したりし、生徒がイメージを持ちながら、自分なりに考えられるように促す。 ・予想と結果が異なっていた場合には、MT・ST が「予想をもてたことが大切だった」と肯定的に伝え、考える姿勢を称賛する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・油性ペン(赤) ・ワークシート ・つぶモデル ・まとめシート(2)
<p>まとめ 10分</p>	<p>8 本時のまとめ、次回の活動について知る。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・MT は実験を振り返り、生徒が「水を冷やし続けると体積が大きくなる」ことに気づき、考察できていたことを称賛する。 ・MT は、まとめシート(2)の水を冷やし続けた時の体積の変化の欄に「大きくなった」のシートを貼る。 ・MT は、凍った試験管をそのまま外に放置したら、状態や体積はどうなるか問いかける。MT は、次回の授業の学習内容の予告(凍った水が溶けたときの体積変化の観察と、本時の実験の氷になった際の体積変化を「つぶの動き方」で整理する)を、まとめシート(1)(2)を指し示しながら伝える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ワークシート ・まとめシート(2) ・まとめシート(1) ・まとめシート(2)


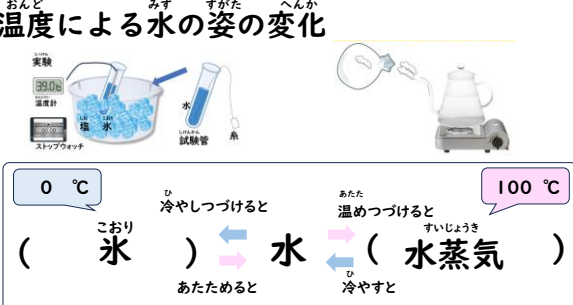
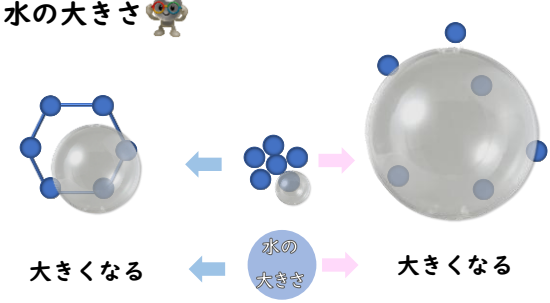
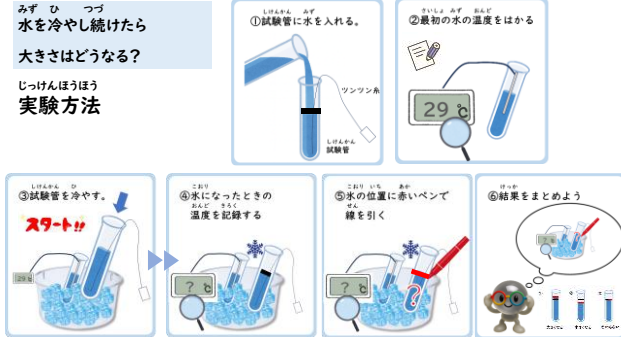
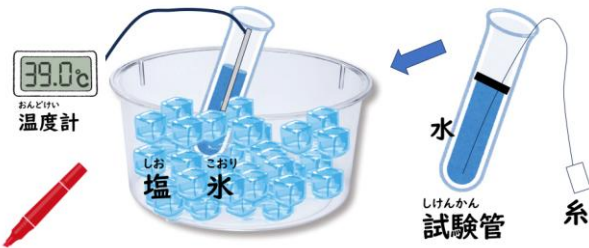
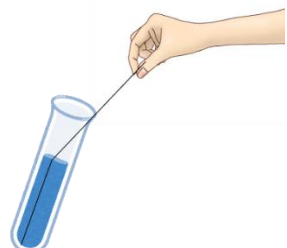
9 次時の学習内容を知り、終わりのあいさつをする。		
---------------------------	--	--

(3) 環境設定

①学習環境(会議室)



②提示資料(抜粋)

<p style="text-align: center;">クイズアプリ</p> 	<p style="text-align: center;">まとめシート(1)</p> <p style="text-align: center;">温度による水の姿の変化</p> 
<p>学習してきた知識について2択～4択で回答するクイズ。これまでの学習について振り返り、知識の定着を図るとともに、本時に予想する水の温度による体積の変化について聞き、イメージをもつことができるように促す。</p>	<p>温度による水の姿の変化についてまとめる掲示用のシート。単元を通してホワイトボードに貼っておき、分かったことを書き込んだり、シートを貼り付けたり、覆いを取り外しながら、学習内容をまとめていく。</p>
<p style="text-align: center;">まとめシート(2)</p> <p style="text-align: center;">水の大きさ</p> 	<p style="text-align: center;">実験の方法シート</p> 
<p>温度による水の体積の変化についてまとめる掲示用のシート。単元を通して、ホワイトボードに貼っておき、分かったことを書き込んだり、シートを貼り付けたりして、学習内容をまとめていく。</p>	<p>実験の方法と手順をまとめたシート。実験中は、前方のスライドで提示しをしておく。生徒が実験を行う際の、手順の拠り所にする。</p>
<p style="text-align: center;">水の実験器具</p> 	<p style="text-align: center;">試験管(ツンツン系)</p> 
<p>水を0℃以下まで冷やし続けて、温度による状態変化や体積の変化を検証するための実験器具。前時にも同様の実験装置を使って水を冷やす活動を行っており、本時ではその経験をもとに、体積の変化に焦点を当てて観察できるようにする。具体的には、実験前の試験管の水面の高さを黒い線で示し、実験後の氷の上部の赤線の差を視覚的に比較できるようにすることで、体積変化を実感的に捉えられるようにする。黒線は黒の細いシールを貼り、明確に変化を見やすくする。</p>	<p>試験管の中の水が凍ったかどうかを、手ごたえで確かめることができる実験の工夫。実験中は、試験管を冷却のために大量の氷の中へ埋めておくため、凍結の様子を視覚的に確認することが難しい。そのため、生徒は「凍っているか確かめたい」ときに、試験管に取り付けた糸を軽く引くことで触感を得る。水が凍っている場合には、糸を引く指先に手ごたえ(突っかかり)を感じ、凍結の目安として判断できるようにしている。水につけた糸の先は、凍った氷が絡みつきやすくするために、結び目を作って置く。</p>

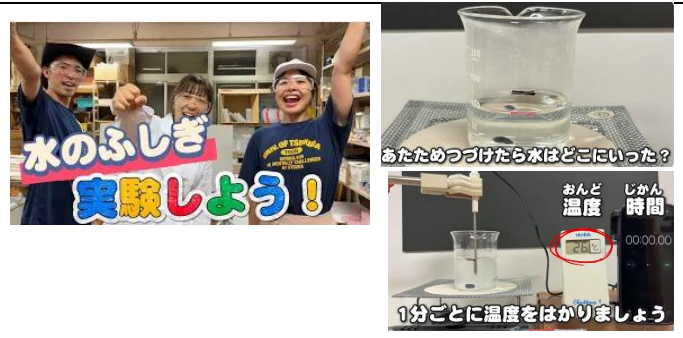
つぶのきまり(動画)



粒子の原則を分かりやすく示した動画教材。
「見えないけれども、世の中のものは小さな粒子でできている」「粒子の数は変わらない」「粒子の大きさは変わらない」「粒子の動き方が、ものの大きさになる」という内容を盛り込んでいる。



水を温め続けたら?(動画)



3 時間目に使用した動画教材。
前時に、水を温め続けたときの体積の変化に注目できるよう、実験前後で水面に黒線と赤線を引いて比較した場面を抜き出して提示することで、生徒が本時の実験における検証方法を考えられるようにした。



実験のルール



実験の基本的なルールを示した動画教材。
本時では火を使用しないため視聴は行わないが、安全指導が必要な場合には、補助教材として視聴できるように準備しておく。動画内では、実験前の準備、器具の扱い方、実験中の注意点など、安全に実験を行うためのポイントを整理して提示している。



生徒の予想

予想: 水の大きさは、あたためたり冷やしたりすると、大きくなる? 小さくなる?

ひや 冷やしつつげると?		あたた 温めつつげると?	
大きくなる	小さくなる	大きくなる	小さくなる
<p>ふ</p> <p>この世の寒さと暑さの境目ってどこにあるの? 冷えてくるから</p>	<p>ひ</p> <p>この世の寒さと暑さの境目ってどこにあるの? 冷えてくるから</p>	<p>あ</p> <p>温度によります</p>	<p>あ</p> <p>お湯になったらあたたかくなるから</p>
変わらない		変わらない	
<p>空気は変わったけど水は変わらない</p>		<p>空気は変わったけど水は変わらないと思う</p>	

水の温度による体積の変化の予想を3時間目に行った。
その際の予想を、学習内容に応じて各実験の前に紹介をする。

(4) 個別の実態・目標・手立て・評価 (A…「十分満足できる」状況、 B…「おおむね満足できる」状況、 C…「手立て/目標の検討を要する」状況)

生徒	本時に関わる実態	目標	手立て	評価
生徒 A (2年)	<ul style="list-style-type: none"> 水や空気の変化について、生活経験に基づく自分なりのイメージをもっている。前時までの学習から、空気の温度による体積の変化は、粒子の動きと結び付けて自分なりの言葉で表現できる。(知・技) 水の温度による体積の変化は、温め続けると「フライパンで温めるとなくなったから小さくなる」冷やし続けると「冷蔵庫に入れてもいつも一緒から変わらない」と経験をもとに予想をし、蒸発と気化を混同して考えている。(思・判・表) 教師が比較の視点(「前と後でどうなった?」など)を示したり、注目すべき部分を具体的に指示したりすると、2つ以上の事象の違いに気づき、自分なりの言葉で表現しようとする姿が見られる。(思・判・表) 周囲の動きや音に注意が向くこともあるが、実験を通して自分で変化を確かめる活動には意欲的に取り組む。(人間性等) 	水を冷やし続けると、体積が大きくなることを、ワークシートに正しく記録する。	<ul style="list-style-type: none"> 黒線と氷の上部との差に注目したり、赤線を引いて差異を再度比較したりする活動を設定する。線の位置を見比べることを促し、体積の変化を視覚的に捉えられるように支援する。 正確に実験ができるように、机上の物の整理や必要に応じて実験の手順への注目を促し、今の活動に見通しをもって取り組めるように支援する。 	A
		冷やし続けたときの水の体積の変化を、温度と関係付けて、自分の考えをワークシートに書く。	<ul style="list-style-type: none"> 実験の結果から自分の考えをまとめる際には、なぜそのように考えたのか理由を聞き、「黒線より氷の位置が高いから、～」など本人なりの考えをもつことができるように支援する。 水の温度による体積の変化を、必要に応じて、つぶモデルを操作しながらまとめられるように促す。まとめが終わり時間に余裕があるときには、「空気の時はどうだった?」のように、空気の温度による体積の変化と関連させる発展的な問いかけをする。 思考に時間がかかるとの様子が見られたら、回答まで少し待つようにする。 	A
生徒 B (2年)	<ul style="list-style-type: none"> 本単元の2～5時間目まで欠席。特定の音や環境が苦手である。(自立活動) 空気や水蒸気など目に見えない状態を捉えるのが難しい。空気や水は、温度を変えると、体積が大きくなるというイメージを持っている。(知・技) 左手のみで感触を調べるため、微妙な差に関しては気づきにくいことがあるが、実験器具を扱って、温めたり冷やしたりすることができる。注目すべきところや表現してほしいことを具体的に伝えることで、2つ以上の事象について比較して差異点に気付いたり、考えて表現したりすることができる。(思・判・表) 間違えることに苦手意識があり、自分の考えを表出するのをためらうことがあるが、実験などの具体物を使った学習では、友達と一緒に取り組むことができる。(人間性等) 	水を冷やし続けると、体積が大きくなることをワークシートに記録する。	<ul style="list-style-type: none"> 試験管をスタンドで固定し、滑り止めマットを敷くなどして、左手でも安定して操作できる環境を整える。 水を移したり、氷を寄せたりとした実験の操作が難しい場面は、教師が必要に応じて補助をする。 	—
		水を冷やし続けたときの体積の変化の様子について、自分の考えを伝える。	<ul style="list-style-type: none"> 事前に、「水を温め続けた時の体積変化(3時間目)」と「水を冷やし続けた時の状態変化(5時間目)」の実験の動画で見る機会を設ける。動画にはテロップで補足を出しておき、それぞれの体積や状態の変化に注目しやすくする。 生徒 B が考えを表出するだけでなく、友達の見解にも触れられるようにする。「Aはどう思ったかな。」と友達の見解に注目できるよう問いかけ、Bの意見を引き出す。まとめ方が友達と異なる場合も「違っても大丈夫だよ」と言葉掛けをし、黒線と赤線の関係性を再度図示する等、焦らず事実と向き合えるように支援する。 	—
生徒 C (3年)	<ul style="list-style-type: none"> 水や空気の存在について、自分なりのイメージをもっている。生活経験から、水を冷やすと氷になることを知っている。また、昨年度の蒸発の学習から、水蒸気について知っているが、熱によって水蒸気になることは知らなかった。(知・技) 空気の体積が変わることについて、イメージをもつことが難しい様子だったが、空気の結果をもとに、水の体積について、温めると大きくなり冷やすと小 	水を冷やし続けると、体積が大きくなることを、ワークシートに正しく記録する。	<ul style="list-style-type: none"> 試験管や温度計が見やすくなるよう、必要に応じて位置や向きを調整する。 試験管の黒線と氷の上部との差に注目したり、赤線を引いて差異を再度比較したりする活動を設ける。 	A
		冷やし続けたときの水の体積の変化	<ul style="list-style-type: none"> 実験の結果から自分の考えをまとめる際には、なぜそのように考えたのか理由を聞き、「黒線より氷の位置が高いから、～」など本人なりの考えを 	

	<p>さくになると予想した。(思・判・表)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 本単元で学習することで、粒子の存在についての知識は得たが、温度の変化による体積の変化と、粒子の動きの関係を結び付けることは難しかった。(思・判・表) ● 体験に集中してしまい、自身の感情の表出が多くなってしまっていることもあるが、実験などの具体物を使った学習に対して意欲的に取り組むことができる。学習を進めていく中で、学習した知識をもとに、徐々に自分の考えを伝えることができるようになってきている。(人間性等) ● 斜視があり、細かい目盛りを読み取ることに難しさがある。(自立活動) 	<p>を、温度と関係付けて、自分の考えをワークシートに書く。</p>	<p>もつことができるように支援する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 水の温度による体積の変化を、必要に応じて、つぶモデルを操作しながらまとめられるように促す。まとめが終わって時間に余裕があるときには、「空気の時はどうだった？」のように、空気の温度による体積の変化と関連させる発展的な問いかけをする。 	A
生徒 D (3年)	<ul style="list-style-type: none"> ● 水や空気の存在について具体的なイメージをもっている。生活経験から、水を冷やすと氷になることや、温めると沸騰することを知っているが、水蒸気について知らなかった。(知・技) ● 本単元で学習することで、粒子の存在についての知識は得たが、温度の変化による体積の変化と、粒子の動きの関係を結び付けることは難しかった。(思・判・表) ● 本単元で学習することで、粒子の存在についての知識は得たが、具体的なイメージをもつことは難しかった。(思・判・表) ● 見るべきポイントを絞って伝えることで、教師の問いかけに対して理由を考えることができる。書字に苦手意識があり、教師とやりとりすることで考えを深めたり、考えの理由を説明したりすることができる。(思・判・表) ● 日常生活において、様々なことに興味や疑問を持ち、教師に「なんで？」と問いかける姿が多く見られる。体験的な活動を好み、活動の視点を教師と一緒に確認しながら学習を進めることで、意欲的に取り組むことができる。(人間性等) 	<p>水を冷やし続けると、体積が大きくなることを、ワークシートに正しく記録する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 黒線と氷の上部との差に注目したり、赤線を引いて差異を再度比較したりする活動を設定する。教師と一緒に線の位置を見比べながら、体積が増えたか減ったか問いかけることで、体積の変化を視覚的に捉えられるように支援する。 ● 正確に実験ができるように、机上の物の整理や必要に応じて実験の手順への注目を促し、今の活動に見通しをもって取り組めるように支援する。 	A
		<p>冷やし続けたときの水の体積の変化を、温度と関係付けて、自分の考えを教師に伝える。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 実験の結果から自分の考えをまとめる際には、なぜそのように考えたのか理由を聞き、「黒線より氷の位置が高いから、～。」など本人なりの考えをもつことができるように支援する。難しい様子が見られたら、大きさの変化に焦点を当てて考えることができるよう、選択肢を提示する。 ● 水の温度による体積の変化を、必要に応じて、つぶモデルを操作しながらまとめられるように促す。まとめが終わって時間に余裕がある時は、「空気の時はどうだった？」のように、空気の温度による体積の変化と関連させる発展的な問いかけをする。思考に時間がかかる様子であれば、回答まで少し待ったり、考えを引き出すような問いかけをしたりする。 	A
生徒 E (3年)	<ul style="list-style-type: none"> ● 空気の存在について、自分なりのイメージを、水については具体的なイメージをもっている。生活経験から、水を冷やすと氷になること、温めると沸騰することを知っている。また、昨年度の蒸発の学習から、空気中の水の存在について知っているが、沸騰した後の水が水蒸気になることは知らなかった。(知・技) ● 空気の体積が変わることについて、イメージをもつことが難しい様子だったが、空気の結果をもとに、水の体積について、温めると大きくなり冷やすと小さくになると予想した。(思・判・表) ● 本単元で学習することで、粒子の存在についての知識は得て、ものの体積 	<p>水を冷やし続けると、体積が大きくなることを、ワークシートに正しく記録する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 黒線と氷の上部との差に注目したり、赤線を引いて差異を再度比較したりする活動を設定する。線の位置を見比べるように促し、体積の変化を視覚的に捉えられるように支援する。 ● 正確に実験ができるように、机上の物を整理し、必要に応じて実験の手順に注目できるように今の、見通しをもって取り組めるようにする。 	A
		<p>冷やし続けたときの水の体積の変化を、つぶの動き方と温度を関係付けて、</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 実験の結果から自分の考えをまとめる際には、なぜそのように考えたのか理由を聞き、「黒線より氷の位置が高いから、～。」など本人なりの考えをもつことができるように支援する。 ● 水の温度による体積の変化を、必要に応じて、つぶモデルを操作しながら 	A

	<p>の変化を粒子の動きの変化の関係に少しずつ気付いている。(思・判・表)</p> <ul style="list-style-type: none"> 見るべき資料の情報量を少なくし、注目すべきところや表現してほしいことを具体的に伝えることで、2つ以上の事象について比較して差異点に気付いたり、教師の問いかけに対して理由を考えたりすることができる。(人間性等) 	<p>教師や友達に自分の考えを伝える。</p>	<p>まとめられるように促す。大きさの異なるつぶモデルを提示し、水の時と氷になった時の粒子の動き方の違いについて考えるように促す。その際、前方のスライドで水蒸気と水のおつぶの動き方を提示し、考えられるようにする。まとめが終わって時間に余裕があるときには、「空気の場合はどうだった？」のように、空気の温度による体積の変化と関連させる発展的な問いかけをする。</p> <p>思考に時間がかかる様子であれば、回答まで少し待つようにする。</p>	
<p>生徒 F (3年)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 空気や水の存在について、自分なりのイメージをもっている。生活経験から、水を冷やすと氷になること、温めると沸騰することを知っている。また、昨年度の蒸発の学習から、水蒸気について知っているが、沸騰した後の水が水蒸気になることは知らなかった。(知・技) 空気の体積が変わることについて、イメージをもつことが難しい様子だったが、空気の結果をもとに、水の体積について、温めると大きくなり冷やすと小さくなると予想した。(思・判・表) 	<p>水を冷やし続けると、体積が大きくなることを、ワークシートに正しく記録する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 黒線と氷の上部との差に注目したり、赤線を引いて差異を再度比較したりする活動を設定する。教員と一緒に線の位置を見比べながら、体積が増えたか減ったか問いかける体積の変化を視覚的に捉えられるように支援する。 正確に実験ができるように、机上の物の整理や必要に応じて実験の手順への注目を促し、今の活動に見通しをもって取り組めるように支援する。 	<p>A</p>
	<ul style="list-style-type: none"> 本単元で学習することで、粒子の存在についての知識は得たが、温度の変化による体積の変化と、粒子の動きの関係を結び付けることは難しかった。(思・判・表) 見るべき資料の情報量を少なくし、注目すべきところや表現してほしいことを具体的に伝えることで、2つ以上の事象について比較して変化に気付いたり、教師の問いかけに対して理由を考えたりすることができるが、言葉で表現することが難しいことがある。きっかけとなる単語を伝えたり、考えを促す言葉を掛けたりすることで意見を伝えることができる。(人間性等) 	<p>冷やし続けたときの水の体積の変化を、つぶの動き方と温度を関係付けて、教師や友達に自分の考えを伝える。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 実験の結果から自分の考えをまとめる際には、なぜそのように考えたのか理由を聞き、「黒線より氷の位置が高いから、～。」など本人なりの考えをもつことができるように支援する。 水の温度による体積の変化を、必要に応じて、つぶモデルを操作しながらまとめられるように促す。大きさの異なるつぶモデルを提示し、水の時と氷になった時の粒子の動き方の違いについて考えるように促す。その際、前方のスライドで水蒸気と水のおつぶの動き方を提示し、考えられるようにする。まとめが終わって時間に余裕があるときには、「空気の場合はどうだった？」のように、空気の温度による体積の変化と関連させる発展的な問いかけをする。 <p>思考に時間がかかる様子であれば、回答まで少し待つようにする。</p>	<p>A</p>

3. 考察

(1) 指導方法及び教材・教具の工夫

①「粒子(つぶ)概念」の早期導入とモデル化

「粒子(つぶ)概念」(初歩的粒子概念)の学習を、単元の後半ではなく導入(第1時)に位置付けた。歌(つぶつぶめがね)や、透明ボールを用いたモデル操作、つぶの話(モデルと連動したまとめ動画)等を取り入れることで、抽象的な概念への心理的ハードルを下げ、「つぶ」という集団内での共通言語をもとに問題解決していく素地を作ることができた。当初、粒子領域は「見えないものを捉える学習」ということで、知的障害がある生徒にとって難易度が高いと考えていたが、粒子の概念を早期導入することによって、生徒が学びを進める上での有効な足場掛けとなるということが分かった。

②「比較」と「関係付け」を働かせる単元構成






「空気」の学習直後に「水」を単元構成したことで、生徒は「空気のときはこうだったから、水も~だと思う。」と既習概念を比較したり関係付けたりしながら活用することができた。

③教材・教具の工夫

試験管にテープを貼り、実験前の水位と実験後の位置を視覚的に示すことで、水の体積の変化を客観的に比較・考察することを可能にした。また、沸騰実験や長時間の観察をタイムラプス動画に置き換えることで効率化を図り、安全を確保しつつ、50分授業内で効率的に学びの核心に迫ることができた。前時の学習内容をクイズ形式(Kahoot!:教育用クイズプラットフォーム)で復習することは学習への動機付けや知識の定着度を高め、言語活動の充実を図る上で有効であった。

(2) 生徒の学びの姿

表Ⅱ-1 水から氷になったときの「体積変化」と「粒子」に関する生徒の予想と概念の推移

生徒	最初の予想と その理由(1回目) (第4時 10/15)	実験直前の予想と その理由(2回目) (第6時 10/24 実験前)	実験後の氷の体積変化と 氷の「粒子」のイメージ図と考察 (第6時 10/24 実験後)
A	「変わらない」 理由:冷蔵庫に入れてもいつも変わらないから。	「小さくなる」 理由:前回の水を凍らせる実験のとき、氷は小さくなったように見えたから。	 「大きくなった」 水蒸気のように、つぶは激しく動くのかな。
C	「小さくなる」 理由:冷えて、硬く凍るから。	「小さくなる」 理由:つぶがいっぱい動かないから。	 「大きくなった」 めっちゃ動いて、ギュツとなって、つぶの数も増えると思う。
D	「変わらない」 理由:空気は変わったけど水は変わらない。	「小さくなる」 理由:つぶの動きが小さくなるから。	 「大きくなった」 つぶは激しく動いていると思う。
E	「小さくなる」 理由:風船と同じ結果になるのでは?	「小さくなる」 理由:水も空気と同じように、冷やしたら小さくなるのでは?	 「大きくなった」 つぶは動かないと思う。 つぶの周りに氷ができて大きくなったのでは?
F	「小さくなる」 理由:凍るとギュツと真ん中に集まるから。	「小さくなる」 理由:アイスみたいに凍るから。	 「大きくなった」 氷のつぶが、ギュツとなっている。

(Bは欠席、下線は前時の学習経験と比較した発言、二重下線は粒子に着目した発言)

表Ⅱ-1は、「水から氷への状態変化に伴う体積変化」について、生徒がどのような予想をもち、実験を通してどのように概念を推移させたかを示すために、ワークシートの記述を抜き出したものである。最初に予想した場面(第4時)では、多くの生徒が「空気の学習」や「日常生活での経験」を根拠に思考を展開した。水が氷になると体積が増加するという事実は、一般的な熱膨張・収縮のパターンとは異なる現象であるため、生徒の予想(小さくなる)と実験結果(大きくなった)の間に「ズレ」が生じた。2回目の予想においても「ズレ」は変わらなかったが、生徒たちは4・5時間目の学習を通じて「温度変化によって物質の体積が変わる」という現象を、より粒子の動きに注目して捉えようとしていた。「つぶの数が変わる」「氷になると粒子の動きが激しくなる」といった科学的には誤りを含む予想であっても、生徒自身が既有知識を総動員して問題解決を行おうとしていた結果の表れと言える。さらに、水の学習においても空気の学習で得た知識や「比較・関係付け」の見方・考え方を生かし、予想を立て、結果から「ズレ」を修正し、考えを再構築しようとする学びの姿を捉えることができた。

(3) 成果と課題

①成果

成果は、生徒が「見えないつぶ」を意識し、水や空気の温度による体積変化を問題解決することに加え、日常生活の現象(ペットボトルの破裂やポップコーンの様態)も科学的な視点で捉え直そうとする姿が見られたことである。これは生徒が「生活をより豊かにする」ために必要な「問題を解決する力」を身に付けようとしていることを意味する。また、小学校4年では通常26時間分の内容を7時間に凝縮し、身近な素材で実施可能な「教材パッケージ」としたことは、専門的な実験器具や理科室、理科を専門とする教員が少ない特別支援学校において、他校への汎化を可能にするものである。

②課題

加熱・冷却実験における安全管理は依然としてハードルがある。実験経験の少ない教員でも安心して実施するためには、パッケージの提供だけでなく、予備実験の時間や場所のサポート体制、複数教員の配置が不可欠である。また、時間を短縮した分、生徒が考察したり深めたりする時間の確保における工夫が求められる。生徒自身の「問い」から出発し、試行錯誤する探究のプロセスを保障する題材や単元構成については、動画等で効率化しつつも、生徒の実態に合わせ、継続的な工夫や改善に向けた検討が必要である。

(文責:古江 陽子)

