第４学年　理科学習指導案

展開場所　理科室

１　単元名　　ものの温度と体積

２　単元について

（１）単元観

本単元は学習指導要領 第４学年の目標（１）及び内容の「Ａ（２）金属、水、空気と温度」を受けて設定されている。系統としては、「粒子」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうち「粒子のもつエネルギー」にかかわるものであり、中学校第１分野「(２)ア(ウ)状態変化」の学習につながるものである。ここでは、児童が体積の変化に着目して、それと温度の変化とを関係付けて、金属、水及び空気の性質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、実験などに関する技能を身に付けるとともに、主に既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想する力や主体的に問題解決しようとする態度を養うことができるようにする。

（２）児童観

児童はこれまで、空気や水に力を加えて、体積変化を確かめる実験を行ってきた。実態調査をした結果、既習事項である閉じ込められた空気に力を加えると体積が変わることや元に戻ろうとする力が働くこと、また、水は力を加えてもほとんど体積変化しないことを多くの児童が理解していた。児童は生活の中で空気や水を温めたり冷やしたりする経験をしているが、それによって起こる体積変化にまで目を向けている児童は少なかった。単元を通して、ものの温度変化と体積変化を関係付けて考えて理解を深めてほしい。

（３）指導観

本単元では、児童が温めたり冷やしたりする前後のものの温度に着目して実験を行い、ものの温度変化による体積変化についての本質的な理解ができるようにしたい。

単元の導入では、ペットボトルの中の空気を温めたり冷やしたりすることでペットボトルが膨らんだりへこんだりする様子から、空気の温度変化による体積変化についての問題意識をもち、試験管と石鹸水の膜を使った実験を通してそれについて追究する。児童は空気は温めると体積が大きくなること、冷やすと体積が小さくなることを理解する過程で、実験を繰り返すうちに「お湯につけても石鹸水の膜が膨らまない」「氷水につけても石鹸水の膜が下がらない」という現象に出合う。この問題の解決に向けて、温めたり冷やしたりする前の空気の温度と温めた後の空気の温度の差に着目して実験を行うことで、児童は空気の体積変化には温度差が関わっていることに気付き、空気の温度変化と体積変化についてより関係付けて考え、理解を深めるだろう。

第１次の後半では、前時までに学んだことを生かしてペットボトルの栓を飛ばす活動を行う。児童はより遠くに栓を飛ばすためにはどうすればよいか考え、空気の温度差による体積変化の考え方を活用するだろう。体験活動を通して、温度差が大きければ大きいほど体積変化も大きくなることについて実感を伴った理解ができるようにしたい。

単元の後半では、水や金属についても空気と同様に温度差を意識しながら体積が変化するか調べる。実験を通して、温度によって体積が変化するが、体積変化の大きさは空気・水・金属によって異なるということを理解できるようにしたい。また、温度計や橋の継ぎ目などそれらの性質を利用することで生活が便利になっている場面を取り上げ、児童が理科を学ぶよさを味わえるようにしたい。

３　単元の目標

体積の変化と温度の変化を関係付けて、金属、水及び空気の性質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、実験などに関する技能を身に付けるとともに、主に既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想する力や主体的に問題解決しようとする態度を養うことができるようにする。

４　単元の観点別評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
①空気は、温めたり冷やしたりすると、体積が変わることを理解している。 ②水は、温めたり冷やしたりすると、体積が変わることを理解している。 ③金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、それらの体積が変わるが、その程度には違いがあることを理解している。 ④金属、水及び空気の性質について、器具を正しく扱いながら調べ、得られた結果をわかりやすく記録している。	①金属、水及び空気の性質について、既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想し、表現するなどして問題を解決しようとしている。 ②金属、水及び空気の性質について、観察・実験などを行い、得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題を解決している。	① 金属、水及び空気の性質についての事物・現象に進んで関わり、他者と関わりながら問題解決しようとしている。 ② 金属、水及び空気の温度と体積の変化について学んだことを学習や生活に生かそうとしている。

５　指導と評価の計画（８時間扱い）

次	主な学習活動	教師の指導・支援（○）評価（☆）
第一次 空気の温度と体積 1・2	○教師の演示実験を見て、力を加えていないのに蓋をした空のペットボトルがへこんだり、元に戻ったりすることに問題意識をもつ。 ・握ったり押しつぶしたりしてないのに、ペットボトルがつぶれた。 ・本当にペットボトルを湯や氷水につけるだけでへこんだり、元に戻ったりするのかな。 ○班ごとにペットボトルを水槽の湯や氷水につける実験を行い、へこんだり元に戻ったり（膨らんだり）することを確認する。 ・お湯につけたらペットボトルがパンパンに膨らんだよ。	○湯や氷水につけるところを隠してペットボトルがへこんだり、元に戻ったりしていることを提示して、児童が不思議さを感じられるようにする。 ○児童が問題意識をもてるようにするために、「閉じこめた空気や水」の学習での力を加えると空気の体積が小さくなる様子と提示した事象との違いを問う。 ○ペットボトルを湯や氷水につけていたことを明かし、児童が「自分も試してみたい」という気持ちをもてるようにする。 ○児童がペットボトルがへこんだことや膨らんだことを体感できるように、見た目の変化に加えてペットボトルを握ったときの手ごたえも確かめるように声をかける。 ○外的な力が働いていないことを実感できるよう

	・握りつぶそうとしたら空気の力で元に戻るけど、氷水につけたときは中々元に戻らなかったよ。 ○ペットボトルの中の空気にどのような変化が起きているか考え、空気の温度変化と体積変化についての問題を見いだす。 ・水の中で空気が漏れていなかったから、ペットボトルの中の空気は増えたり減ったりしていないと思う。 ・ペットボトルを湯で温めて膨らませた後に蓋を開けたら、中から温かい空気が出てきたよ。	にするために、ペットボトルを握ったときと氷水につけてへこんだときの手ごたえの違いを比べるように指示する。 ○ペットボトル内の空気の体積が変化したことによってペットボトルの形が変わったと捉えられるようにするために、空気の量は変化していないことを確認する。 ○空気の体積が変化したことの要因が空気の温度変化なのではないかという児童の考えを学級全体で共有して、学習問題を設定する。
	空気を温めたり冷やしたりすると、体積が変化するのだろうか。	
	○予想をイメージ図や言葉で表現して、全体で共有する。 ・空気は目に見えないから、考えを伝えるためにはイメージ図にしないといけないな。 ○空気がどのように変化しているか確かめるための実験方法を考える。 ・ペットボトルは形が変わりやすいから、形が変わらない固いものを使ったほうがよいと思う。 ・空気の大きさが変わったことが目で見てわかるように、風船やシャボン玉を使えばいいんじゃないかな。 ○試験管や三角フラスコに石鹸水で膜を張り、容器内の空気をお湯で温めたり氷水で冷やしたりする実験を行う。 ・お湯につけると石鹸水の膜が膨らんだ。 ・氷水につけると石鹸水の膜が下がった。 ・お湯の温度が下がってきたから、あまり膨らまなくなったのかな。もっと温度を上げて実験したい。 ・お湯を足してすぐはよく膨らむようになったけれど、何回も実験をしているとだんだん石鹸水の膜が膨らまなくなってきた。 ○実験の結果を全体で共有する。 ・温めると石鹸水の膜は膨らんだ。 ・冷やすと石鹸水の膜は下がった。 ・何度も実験を繰り返すとだんだん膜が膨らみにくくなった気がする。 ○結果を基に考察する。	○イメージ図のかき方を紹介し、目に見えない空気について考えたことを共有できるようにする。 ○試験管や三角フラスコなどのガラス器具を使う必要感をもてるようにするために、ペットボトルでは空気の変化によって形が変わってしまうため実験器具として不十分であることを確認する。 ○目に見えない空気の形を捉えるためにはどうすればよいか問い、シャボン玉や風船を想起させることで実験方法を考えられるようにする。 ○空気の温度変化と体積変化を関係付けて実験を行えるように助言する。 ○実験を通して「湯につけても空気の体積が大きくならない」「氷水につけても空気の体積が小さくならない」という新たな問題意識をもてるように、繰り返し実験を行うように助言する。 ○児童が「湯の温度を高めたい」という思いをもつことを想定して、教師が湯を継ぎ足して安全な範囲内で湯の温度を高められるように準備しておく。 ☆知④【発言分析・記録分析】 ○各班の結果を写真で共有して、複数の班の結果から客観的に事実を捉えられるようにする。 ○新たな問題意識をもった児童の考えを学級全体で共有して、次時の学習につなげる。 ○空気の温度変化と体積変化の関係性について捉

	・空気は温めると大きくなると思うけれど、連続で温めると体積は変わらないのかな。	えられるようにするが、新たに見出だした児童の問題意識を大切にして、結論を断定しない。
	空気は温めると体積が大きくなり、冷やすと体積が小さくなるようだ。 （温めても体積が大きくならないことや、最初よりも体積が小さくなることがある。）	
3 ・ 4 本 時	○前時の実験を想起して、学習問題を立てる。 ・空気を温めると体積が大きくなると思うけれど、何回も連続で温めると体積があまり大きくならなくなった。 ・空気を冷やすときもだんだん体積が小さくなりにくくなった。	○児童の問題把握状況を判断して、必要であれば一度温めて体積が大きくなった空気をもう一度温めても膜があまり膨らまない様子を演示する。 ○体積変化が起こりにくくなった原因に目を向けて学習問題を立てられるように、湯や氷水につけても空気の体積が変化しないことがあることを確認する。
	空気を温めたり冷やしたりしても体積が変わりにくくなるのはなぜだろうか。	
	○予想する。 ・一度温まった空気は湯につけても温度が変わりにくくなるから、体積も変わりにくいのかな。 ・湯の温度が同じでも、空気の体積変化の大きさに違いがあったから、空気の温度で体積の大きさが決まるわけではなさそうだ。 ・一度冷やしてから温めた方が体積変化が大きかったから、始めと終わりの温度差が大きい方が体積変化も大きいのかな。	○予想が立てられない児童には、体積が大きくなった場合とそうでない場合の空気の始めの温度を比較して、温度変化の大きさの違いに着目できるようにする。
	○実験の計画を立てる。 ・目に見えない空気の体積を調べるから、前の時間と同じように石鹸水の膜を使うのがいいね。 ・試験管と三角フラスコでは、三角フラスコの方が空気がたくさん入るから空気の体積変化が大きくなって結果が見やすくなると思う。 ・温めたり冷やしたりする前の空気の温度を変えて実験すれば、温度差による体積変化の違いが調べられると思う。	○児童が根拠をもって実験器具を選択することができなかった場合は、前時で使用した三角フラスコの利点を振り返られるようにする。 ○児童は三角フラスコ内の空気の量に目を向けていないと予想されるため、石鹸水の膜をつけるタイミングへの意識が薄いことが考えられる。そこで、空気の温度を調整してから石鹸水の膜を張ること指示して、問題の解決に向けた実験結果を得られるようにする。 ☆思①【発言分析・記録分析】
	○実験をする。 ・三角フラスコを２本使って、片方は冷やしてから膜を張って湯につける。もう片方は冷やさずに膜を張って湯につける。 ※同様の手順で氷水につける実験も行う。 ・冷やした方が室温から温めた方よりも、膜が大きく膨らんだ。 ・氷水で冷やす実験も、温めた後に冷やした方が膜	○２つの三角フラスコの膜の膨らみ方や高さを比較しながら観察するように声をかける。 ○空気の温度が一定になり体積変化が落ち着いたときに写真を撮って結果を記録することを確認する。 ○再現性のある実験結果を得るために、複数回実験を行うように助言する。

	が下に下がった。 ○実験の結果を全体で共有する。 ・どの班も冷やした方が室温から温めた方よりも、膜が大きく膨らんでいたね。 ・氷水で冷やしたときも、温めた後に冷やした方が膜が下に下がっているね。 ○結果を基に考察する。 ・始めと終わりの温度差が大きければ大きいほど、空気の体積変化も大きいね。	○各班の実験結果の写真を大型モニタに提示し、複数の班の結果から客観的に事実を捉えられるようにする。 ○実験結果や考察から空気の体積変化は温度差によって起きることをおさえる。 ☆思②【発言分析・記録分析】
	空気の体積変化の大きさは温度変化の大きさで決まる。 始めと終わりの温度差が小さかったから体積変化も小さくなった。	
5	○教師の演示実験を見て、どのようなことが起きて栓が飛んだのか考える。 ・ペットボトルの中の空気が温められて体積が大きくなって、栓を押し出した。 ・今までに学習したことを使ったら、もっと遠くまで栓を飛ばすことができそうだな。	○空のペットボトルにスポンジの栓をして、湯で温めて栓が飛ぶ様子を演示する。 ○児童がペットボトル内の空気が温められて体積が大きくなり栓が飛んだことを理解できるように、既習の内容を確認する。 ○児童が学ぶことの有用感を感じられるように、これまでの学習を活用して取り組む活動であることを確認する。
	ペットボトルの中の空気を温めて、栓飛ばしをしよう。	
	○これまでに学んだことを生かして栓飛ばしをする。 ・大きなペットボトルを使ったら空気がたくさん入るから、空気の体積変化も大きくなって栓が遠くまで飛ぶようになりそうだ。 ・お湯の温度を高くしたら空気の体積の変化も大きくなるから、栓が遠くまで飛びそうだ。 ・始めと終わりの温度差を大きくしたら空気の体積変化も大きくなるから、遠くまで飛ぶようになりそうだ。 ○栓飛ばしをして気付いたことを共有して、空気の温度変化と体積変化の関係についてまとめる。	○栓が飛んだ距離を比較して、ペットボトルの容積や始めと終わりの温度差が空気の体積変化の大きさが変わることを捉えられるようにするために、条件制御して実験するように助言する。 ○栓が遠くまで飛ばせない児童には、これまでの学習を想起して空気の体積が大きくなるためにはどうすればよいか考えられるようにする。 ○気付いたこととこれまでの学習で学んだことを結び付けながら整理して、空気の温度変化と体積変化についての学習内容を定着できるようにする。 ☆主①【発言分析・記録分析】
	空気の量をふやしたり、始めと終わりの温度差を大きくしたりすると、 空気の体積変化が大きくなって栓が遠くまで飛ぶようになる。	

第二次 水の温度と体積 6・7	○水が入ったペットボトルに栓をしたものを見て、空気と同じように栓飛ばしができるか考える。 ・閉じ込めた空気や水の学習で、水は空気と違って体積が変わらなかったから栓は飛ばないと思う。 ・水は温度を変えたときは空気と同じように体積が変わると思うから、栓は飛ぶと思う。 ○水の入ったペットボトルで栓飛ばしができるかどうか試す。 ・温めても栓の位置は変化していない。 ・冷やしてから温めたら空気のように体積変化が大きくなると思ってやってみたけれど、栓の位置は変化していないな。 ○気付いたことを話し合って、問題を見いだす。 ・栓の位置が変化していないから、水は空気と違って温めても体積が変化しないと思う。 ・温めたペットボトルを押したら、温めていないものを押したときよりも手応えがあったから、水の体積が大きくなっていると思う。	○空気と同じように水で満たしたペットボトルでの栓飛ばしを提示して、水の温度変化による体積変化について問題意識をもてるようにする。 ○「閉じこめた水や空気」の学習内容や空気の温度変化による体積変化の実験結果を基にして、予想を立てられるようにする。 ○水は空気と比べて温度変化による体積変化が小さく、児童が「水は温度変化によって体積変化しない」と考えることが予想される。そのため、ペットボトルの手ごたえの変化を確かめるように助言して、児童が「体積変化が起きているかもしれない」と感じることができるようにする。 ○体積変化が起きると考える児童とそうでない児童の両方が混在すると考えられるため、両者の意見を共有して、実験をする必要感を高める。
	水も空気と同じように温めたり、冷やしたりすると体積が変わるのだろうか。	
	○予想する。 ・水の体積は温度が変わっても変化しないと思う。 ・温度が変わると水も体積が変化すると思うけれど、空気のときより変化が小さいと思う。 ○実験の計画を立てる。 ・温度変化によって体積が変わるか知りたいから、空気のときと同じようにガラス器具に入れてお湯や氷水につければいいと思う。 ○試験管や三角フラスコに水を入れ、湯で温めたり氷水で冷やしたりする実験を行う。 ・お湯で温めると、水面が盛り上がった。 ・氷水で冷やすと、水面がへこんだ。 ○実験の結果を全体で共有して、結果を基に考察する。 ・水も空気と同じように、温めると体積が大きくなって、冷やすと体積が小さくなるんだね。 ・水の体積変化は、空気に比べて小さかった。	○水の温度による体積変化の共通したイメージをもつために、イメージ図をかくように声をかける。 ○前時までの実験を想起して、水の温度変化による体積変化を調べる方法を考えられるように助言する。 ☆思①【発言分析・記録分析】 ○水面の位置のわずかな変化を正確に捉えられるようにするために、試験管や三角フラスコの口にぴったりと水面の位置を合わせるように助言する。 ○各班の実験結果の写真を大型モニタに提示し、複数の班の結果から客観的に事実を捉えられるようにする ○水の体積変化と空気の体積変化の共通点や差異点に着目して、それぞれを比較しながら考察できるように声をかける。 ☆知②【発言分析・記録分析】

	水も空気と同じように、温めると体積が大きくなり、冷やすと体積が小さくなる。 水の体積の変化は、空気に比べて小さい。	
第三次 金属の温度と体積 8・9	○気体の「空気」、液体の「水」に対して、固体の「金属」は温度変化によって体積が変化するか考える。	○物質は気体、液体、固体の３つの状態があることや空気は気体、水は液体であることを示し、児童が固体の温度変化による体積変化について問題意識をもてるようにする。
	金属も空気や水と同じように温めたり、冷やしたりすると体積が変わるのだろうか。	
	○予想する。 ・温度によってフライパンや鍋の体積が変化していたら生活しにくくなってしまうから、金属は温度を変えても体積が変わらないと思う。 ・水は体積が変化していないと思ったけれど、実験したら体積が変わっていたから、金属も実験をして詳しく調べれば体積が変わっていると思う。	○生活経験やこれまでに学習した空気や水についての知識を基に、根拠をもって予想できるようにする。
	○実験の計画を立てる。 ・金属の球を熱したり冷やしたりしたときに輪を通り抜けるかどうかを調べれば、体積が変化したかどうかわかるのか。	○金属膨張試験器を提示し、実験方法を確認して、安全に実験ができるようにする。
	○金属膨張試験器を使って、金属を熱したり冷やしたりしたときの体積変化について調べる。 ・初めは輪を通り抜けた金属球を熱すると、輪を通らなくなった。 ・熱して輪を通らなくなった金属球を冷やすと、輪を通り抜けるようになった。	○前時までの実験を想起して、温度変化や体積変化を体感的に理解できるようにする。
	○実験の結果を全体で共有して、結果を基に考察する。 ・金属も熱したら体積が大きくなるし、冷やしたら体積が小さくなるんだね。 ・空気や水に比べてとても高い温度にしたのに、体積の変化はすごく小さかった。	○各班の実験結果の写真を大型モニタに提示し、複数の班の結果から客観的に事実を捉えられるようにする。 ○空気や水の温度変化や体積変化との共通点や差異点に着目して、それぞれを比較しながら考察できるように声をかける。 ☆知③【発言分析・記録分析】 ☆主②【発言分析・記録分析】
	金属も空気や水と同じように、あたためられると体積が大きくなり、冷やされると体積が小さくなる。金ぞくの体積の変化は空気や水に比べてとても小さい。	

６　研究の視点

視点１　児童の心を動かし、主体的に問題解決しようとする指導・支援の工夫

【児童が自ら問題を見いだせるようにするための導入での事象提示の工夫】

児童はこれまでの学習や生活経験などを通して得た知識では説明できない現象に出合って、不思議さを感じることで自然と問題意識をもつ。そして、問題意識を感じたことをノートにまとめたり友達と話し合ったりすることで言語化し、問題を見いだしていく。本単元の導入でも、それらを意識して指導を進めて、児童が自ら問題を見いだし、主体的に解決しようとする姿が見られるようにする。

本単元の導入では、児童が空気の温度変化による体積変化について問題意識をもてるように教材を提示する。ここでは、児童がペットボトルの形が変わったことの原因を追究する過程を通して問題を見いだせるようにする。（図１）

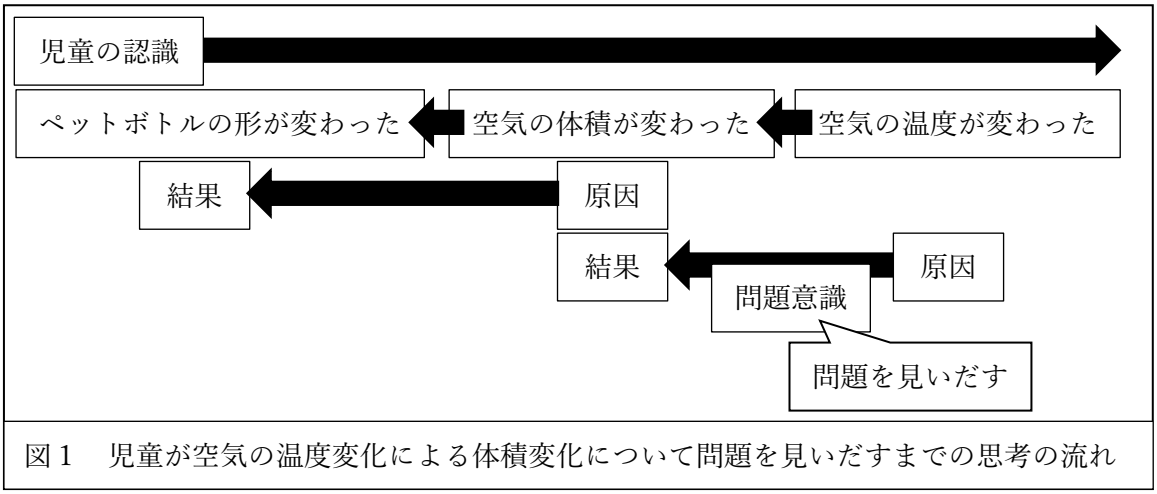

図１　児童が空気の温度変化による体積変化について問題を見いだすまでの思考の流れ

最初に、教師が手を触れずにペットボトルをへこませたり元に戻したり（膨らませたり）する様子を演示する。ここでは、ペットボトル内の温度変化の原因である湯や氷水は提示せず、空気の体積が変化したことでペットボトルの形が変わったことを確認する。児童はこれまでに「閉じこめた空気や水」の単元で学習したように、力を加えると空気の体積が変化することを理解しているが、これまでに身に付けた知識だけでは説明できない状況に出合い、不思議さを感じるだろう。ペットボトルの形が変化したのは、空気の量は増減していないことを確認して、中の空気の体積が変化したことに気付かせることで、児童はこれまでに学習した「力」（圧し縮めること）以外にも空気の体積を変化させる方法があると考えるだろう。

次に、ペットボトルを氷水や湯につけていたことを児童に提示する。空気の体積が変化した原因に目を向けていた児童は、「氷水や湯につけたことによって、空気の温度が変化したため空気の体積が変化したのではないか」と考えるだろう。この過程を通して、空気の温度変化と体積変化の関係について問題意識をもたせることができると考える。

さらに、教師が演示した実験を児童が自らの手で行う時間を設定する。ペットボトルを湯や氷水につけることでへこんだり膨らんだりする様子を体験することで、温度変化による空気の体積変化を体感して問題意識をさらに強めることができるだろう。また、演示実験を見ているだけではわからない空気の体積が変化したペットボトルの手ごたえを感じることで、空気の温度変化による体積変化を体感的にも理解できるようにしたい。

導入で「原因と結果」の見方を働かせながらペットボトルの形の変化について考えることで、問題を見いだし、単元を通して主体的に問題解決しようとする児童を育成していきたい。

【結果が見やすくなる実験器具の工夫】

第１次の実験では空気の温度変化による体積変化を明らかにする。空気は目に見えないため、そのままの状態で体積変化を視覚的に認識することは難しい。そのため、石鹸水の膜を用いて、空気の形を認識できるようにする。石鹸水の膜は空気の体積変化に合わせて、大きくなったときには膨らんだり、小さくなったときには膜の位置が下がったりするため、視覚的に捉えることが難しい空気の体積の変化を見やすくすることができるだろう。また、実験には、ガラス器具（試験管や三角フラスコ）を扱う。ガラス器具はペットボトルの容器に比べて、外側や内側から力を受けても形が変形しにくいため、空気が温度変化によって大きさを変えても容器自体が変形することはない。ガラス器具を使うことで、児童が空気の体積変化が起こった原因について考えるときに、「握ったことによって力が加わり、空気の体積が小さくなった」という考えをもちにくくなり、空気の温度変化と体積変化の関係に着目しやすくなるだろう。

本単元内で児童は、試験管と三角フラスコの２種類のガラス器具を扱う。三角フラスコは試験管と比較して底面積が広く、自立するため安全を確保しやすいよさがある。また、三角フラスコの方が試験管に比べて容積が大きいため、空気の量が多くなり、空気の温度変化による体積変化も大きくなるので、空気の体積変化をはっきりと見ることができる。一方で、湯や氷水につけたとき、より大きな浮力が働くため、安全面での注意が必要になる。児童には、両方の器具を使って同じように実験をすることで、容積が大きい（空気の量が多い）方が体積変化も大きくなることを気付かせたい。

児童が主体的に問題解決をするためには、どの実験器具を使用するか選択し、どのような実験をするか考えることが大切であると考える。試験管や三角フラスコを初めて目にする児童も多いため、単元の初めには教師が器具を提示するが、児童がそれぞれの器具のよさや使う意義を体験しながら実験を行うことで、単元の学習を進めるにつれて目的をもって器具を選択し、見通しをもって実験に臨めるようにしていきたい。

視点２　学びを通して、新たな価値を創造していく手立ての工夫

【習得した知識を深める場面の設定】

本単元の導入で、児童は「空気の体積変化の原因は温度変化なのではないか」と問題意識をもち、実験を通して「空気の温度が変化することで体積も変化する」という考えをもつ。しかし、実験を繰り返すうちに空気を温めたのに体積が大きくならない場面や冷やしたのに体積が小さくならない場面にも出合い、新しい問題意識が芽生える。これは、児童の「温める」「冷やす」という認識がペットボトルを湯や氷水につけることにとどまっているためだと考えられる。本時の学習では、空気は温めると体積が大きくなり冷やすと体積が小さくなるという知識を活用ながら、温度変化させる前後の空気の温度に着目して実験することで、温めたり冷やしたりすることが容器を湯や氷水につける操作を指し示すわけではなく、温度差を作るためのものであったことに気付かせたい。連続した問題を解決していく中で、空気の温度と体積の関係についてより深く理解することができるだろう。

空気の始めと終わりの温度差によって体積変化が起きることを学んだ後、栓飛ばしをする場面を設ける。栓飛ばしは、空のペットボトルにスポンジの栓をして、容器内の空気を温めることで空気の体積が大きくなり、栓を飛ばすことができるおもちゃである。これまでに単元の学習で学んだことを生かしながら活動することで、知識を確実に身に付けると共に課題を解決できた達成感や学ぶことの有用感を味わえるように指導していく。

単元の最初に学んだ「空気が始めと終わりの温度差によって体積変化が起きること」また、「温度差が

大きいほど体積変化も大きいこと」は、単元後半の水や金属の温度変化による体積変化について調べる学習でも児童が解決方法を発想するための一助となるだろう。水や金属は空気に比べて体積変化が小さいため、児童は「体積の変化をもっと大きくしたい」という思いをもつだろう。水や金属を氷水につけた後に湯につけて温めたり、湯につけた後に氷水につけて冷やしたりすることで、温度差を大きくして体積変化を確かめようとするなど単元の前半で身に付けた知識を活用することを期待したい。児童が学んだことを生かしながら学習を進めることで、問題を解決できたことへの自信をもち、自らの成長に気付けるような機会としたい。

7　本時の指導

（1）目標

空気の温度差に着目して観察・実験などを行い、得られた結果を基に考察することで、温度差による空気の体積変化について問題解決することができる。　　【思考力、判断力、表現力等】

（2）展開（本時3・4／8）

主な学習活動	教師の指導・支援（○）評価（☆）
1　前時の実験を想起して、学習問題を立てる。 ・空気を温めると体積が大きくなると思うけれど、何回も連続で温めると体積があまり大きくならなくなった。 ・空気を冷やすときもだんだん体積が小さくなりにくくなった。	○児童の問題把握状況を判断して、必要であれば一度温めて体積が大きくなった空気をもう一度温めても膜があまり膨らまない様子を演示する。 ○体積変化が起こりにくくなった原因に目を向けて学習問題を立てられるように、湯や氷水につけても空気の体積が変化しないことがあることを確認する。
空気を温めたり冷やしたりしても体積が変わりにくくなるのはなぜだろうか。	
2　予想する。 ・一度温まった空気は湯につけても温度が変わりにくくなるから、体積も変わりにくいのかな。 ・湯の温度が同じでも、空気の体積変化の大きさに違いがあったから、空気の温度で体積の大きさが決まるわけではなさそうだ。 ・一度冷やしてから温めた方が体積変化が大きかったから、始めと終わりの温度差が大きい方が体積変化も大きいのかな。	○予想が立てられない児童には、体積が大きくなった場合とそうでない場合の空気の始めの温度を比較して、温度変化の大きさの違いに着目できるようにする。
3　実験の計画を立てる。 ・目に見えない空気の体積を調べるから、前の時間と同じように石鹸水の膜を使うのがよいね。 ・試験管と三角フラスコでは、三角フラスコの方が空気がたくさん入るから空気の体積変化が大きくなって結果が見やすくなると思う。 ・温めたり冷やしたりする前の空気の温度を変え	○児童が根拠をもって実験器具を選択することができなかった場合は、前時で使用した三角フラスコの利点を振り返らせる。 ○児童は三角フラスコ内の空気の量に目を向けていないと予想されるため、石鹸水の膜をつけるタイミングへの意識が薄いことが考えられる。そこで、空気の温度を調整してから石鹸水の膜

て実験すれば、温度差による体積変化の違いが調べられると思う。	を張ること指示して、問題の解決に向けた実験結果を得られるようにする。
ここより本時	
4　実験をする。 ・三角フラスコを２本使って、片方は冷やしてから膜を張って湯につける。もう片方は冷やさずに膜を張って湯につける。 ※同様の手順で氷水につける実験も行う。 ・冷やした方が室温から温めた方よりも、膜が大きく膨らんだ。 ・氷水で冷やす実験も、温めた後に冷やした方が膜が下に下がった。	○２つの三角フラスコの膜の膨らみ方や高さを比較しながら観察するように声をかける。 ○空気の温度が一定になり体積変化が落ち着いたときに写真を撮って結果を記録することを確認する。 ○再現性のある実験結果を得るために、複数回実験を行うように助言する。
5　実験の結果を全体で共有する。 ・どの班も冷やした方が室温から温めた方よりも、膜が大きく膨らんでいたね。 ・氷水で冷やしたときも、温めた後に冷やした方が膜が下に下がっているね。	○各班の実験結果の写真を大型モニタに提示し、複数の班の結果から客観的に事実を捉えられるようにする。
6　結果を基に考察する。 ・始めと終わりの温度差が大きければ大きいほど、空気の体積変化も大きいね。	○実験結果や考察から空気の体積変化は温度差によって起きることをおさえる。 ☆思①【発言分析・記録分析】
空気の体積変化の大きさは温度変化の大きさで決まる。 始めと終わりの温度差が小さかったから体積変化も小さくなった。	