第４学年　理科　学習指導案

１　研究主題　　深い学びを促す理科指導を目指して
～？からはじまる対話的な学びを通して～

２　単元名　　「ものの体積と温度」

３　単元の目標

空気や水，金属の体積変化を，熱の働きと関係付けながら調べ，見いだした問題を興味・関心をもって追究したりものづくりをしたりする活動を通して，物の性質や働きについての見方や考え方を養う。

４　単元の評価基準

知識及び技能	思考力，判断力，表現力	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を理解している。 ・加熱器具などを安全に操作し，金属，水及び空気の体積変化や温まり方の特徴を調べる実験や調べるための器具を考えたり作ったりしている。 ・金属，水及び空気の体積変化の様子を調べ，その過程や結果を記録している。	・金属，水及び空気の体積変化と温度を関係付けて，それらについて予想や仮説をもち，表現している。 ・金属，水及び空気の体積変化と温度との関係や物質による違いを，実験結果から判断している。 ・金属，水及び空気の体積変化と温度を関係付けて考察し，自分の考えを表現している。	・金属，水及び空気を温めたり冷やしたりしたときの現象に興味・関心をもち，進んでそれらの性質を調べようとしている。 ・温度によるものの体積変化の特徴を適用し，身の回りの現象を見直そうとしている。 ・興味をもったことに対して，友達と対話したり，主体的に考えたり実験したりして，学びを深めている。

５　単元と指導の構想

（１）　単元と児童

①　単元について

本単元では，ものの体積変化と温度変化を関連付けて考えていく。始めに，空のフラスコを温め，口に付けた石けんの膜が膨らむ現象を見せることで，空気の体積変化と温度変化の関係に気付かせる。本単元は粒子領域の学習であるため，ここで働かせる理科の見方として，空気や水，金属の温度変化による体積変化を質的・実体的な視点で捉えることが大切である。そのために，実験を通して質的な変化を捉えさせたり，空気を粒の形で表したモデル図を使って表したりして，温度変化による体積変化を粒の動きや大きさの変化で考えさせる。石けんの膜で覆われると空気は出入りできないことを確認し，空気の粒は増えたり減ったりしないことを確認してからモデル図をかく。

また，空気が膨張するという考えだけでなく，温められたことによる空気の上昇による体積の

変化という考えも，児童から出てくることが予想される。様々な考えを引き出し，児童自身が「この実験をしたらこうなるはずだ。」というような仮説を立てさせたい。「実験結果を見ると，上下の石けんの膜が膨らむことは空気が上昇することでは説明ができないが，空気が膨張するなら説明できる。」というように，矛盾のない考察を導き出せるように予想の段階での話し合いを十分にさせたい。なお，本単元の学習は空気から水，最後に金属という順で進める。温度変化による体積変化が小さくなるので，より変化を視覚的に捉えやすい実験方法を工夫したい。

② 児童について

４学年の単元「空気と水」で，圧し縮められた空気の体積が変化することや水が圧し縮められず体積の変化がないことは学習している。その際は自分の力を加えることで起きる体積変化と手応えを関連付けて学習した。本単元では，空気の温度変化による体積変化の学習の段階で，実験結果を正しく捉えさせ，児童の素朴概念や誤概念を修正していくことが必要になる。児童から出てくるだろうと予想される概念の中でも，「温められた空気が上昇する」ということでは，説明できない結果が出る実験をすることで，矛盾のない筋道の通った考察へ導きたい。また，水や金属は空気よりも体積変化が小さく，児童によっては実験結果を正しく捉えられない場合もある。実験方法を工夫し，温度変化による状態の変化に気付くよう支援する。「この実験結果からはこういうことが考えられる。」という結果と矛盾しない考察ができるように，児童同士の対話を大切にしていきたい。

（２） 指導の構想

ねらい達成のための手立て

① ？をもたせる手立てとその意図と効果

本単元の始めで，ペットボトルと丸底フラスコの口に石けんの膜を作り，手で温めた時に石けんの膜が膨らむ現象を見せる。ペットボトルは手で圧し縮めた空気だと考えることもできるが，丸底フラスコはガラス製のため，圧し縮められない。そこから，二つの事象を比較し，硬いガラス容器の石けん膜が膨らむのはなぜだろうという「？」をもたせる。一度温めたフラスコやペットボトルを濡れ雑巾などで冷やすところも敢えて見せることで，石けんの膜が膨らむ現象と温度との関係に着目させることができると考える。温度変化による体積変化は空気の何が変わるから起きるのかを今までの経験や知識を基に話し合うことで，児童一人一人が予想・仮説をもち，主体的に学習することができると考える。

空気の膨張による体積変化ではなく，温められたことによる空気の上昇で石けんの膜が膨らんだと考える児童もいると考えられる。そこで，ペットボトルの底を切り取って繋げ，口の部分が２つあるペットボトルを用意する。口が２つあることから，向きを変えると，上下・左右の口に付けた石けんの膜の変化を同時に見ることが可能になる。「ペットボトルの中の空気を温めると，２つの口の膜はどうなるだろう？」という「？」から，「空気が上昇するなら」，「空気が大きくなるなら」に続く自分の仮説を基にした予想をさせたい。「空気が上昇するなら下の口の石けんの膜は膨らまないはずだ。」「空気が大きくなるなら，上下（左右）の石けんの膜がどちらも膨らむはずだ。」というように，自分の仮説を予想の根拠にする活動を取り入れることで，深い学びに繋がると考える。

水や金属の体積変化については，空気の実験結果から「体積変化があるはずだ。」と児童が予想

することは容易であると思われる。ただ，水や金属は空気よりも体積変化が小さいため，視覚的に体積変化を捉えにくい。そのため，「こんなはずではない」というように「仮説が外れる」ことで「？」が生まれると考える。そこで，ガラス管を細くして水の体積変化をより分かりやすく捉えられるようにしたり，金属を高温で熱したりして，ものによって温度変化による体積変化の様子には違いがあることを理解させたい。

② 対話的な学びの手立てとその意図と効果

本単元では，肉眼で捉えられない空気や水，金属の温度変化による体積変化の理由を粒子のモデル図を使って説明し，理解できるようにしていく。例えば空気を温めることで石けんの膜が膨らむ現象が起きるのはなぜかを自分の言葉で説明したり，それを基に実験結果を予想したりして，その段階での考え（仮説）を明確にする。自分の考え（仮説）を友達とモデル図を使って説明し合うことで，自分の考えの正当性や矛盾点などに気付くことができると考える。仮説を確かめる実験をし，その結果が仮説で説明できるかを考えたり友達と話し合ったりすることで，物質の温度変化による体積変化を理解できると考える。

前述の通り，実験に対して意欲的ではあるが，仮説と事象を結び付けて筋道を立てて考察することは苦手な児童もいる学級である。仮説の段階から，全員が自分で筋道立てて考えたり，説明したりすることは難しいと考える。個人で仮説を立てた後，グループ内で自分の考えを交流し，友達に言葉を補ってもらいながら自分の仮説を説明できる状態にしたい。「自分の考えからすると，空気（水，金属）を温める（冷やす）とこうなるはずだ。」とモデル図を用いて説明ができるように，実験器具などはあらかじめ児童に考えさせたり伝えたりしておく。

また，実験結果から考察をした後の段階でもグループ活動を行い，モデル図を使って意見交流する。実験結果を基にした矛盾のない考察ができない児童がいた場合，グループ内の話し合いで仮説の矛盾に気付き，友達からの説明を聞くことで考えを修正し，温度変化によって起きるのは体積変化であることを理解した上で，自分でも説明できることをねらいたい。学級全体で，いくつかの考察を共有し，矛盾なく説明できる説を対話の中から見つけていくことで理解を深めたい。

6 単元の指導計画

次	時	学習のねらい（○）と主な学習活動（・）	評価規準 （ねらいを達成している児童の姿）
1	1	○空の容器の口に石けんの液をつけて膨らむことに興味をもち，膨らむわけを考えることができる。 ・ペットボトルや丸底フラスコを用いて実験し，温めた時の様子を話し合う。	・意欲的に実験をしている。 ・石けんの膜が膨らむわけを自分の経験や今まで得た知識から説明しようとしている。
	2	○前時の実験から，フラスコを温めた時にどうして石けんの膜が膨らむのかをモデル図で説明できる。 ・石けん液が膨らむわけをモデル図にかき，グループで話し合って，仮説を証明	・どうして石けんの膜が膨らむのか仮説を立て，モデル図にかいている。 ・友達に自分の仮説を説明している。

		する実験を考える。	
	3 本 時	○グループで実験し，空気は温めると体積が増えることを理解することができる。 ・グループで実験し，仮説が正しいかを確かめる。 ・結果から，自分の仮説の正否を科学的に説明したり修正したりする。	・自分の仮説から結果を予想し，モデル図に表している。 ・実験結果から，空気は温めると体積が増えることを理解している。（振り返りの記述より）
	4	○グループで実験し，空気は冷やすと体積が減ることを理解することができる。 ・グループで実験し，自分なりの仮説を確かめている。 ・結果から，自分の仮説の正否を科学的に説明したり修正したりする。	・仮説を立て，予想をモデル図に表している。 ・実験結果から，空気は冷やすと体積が減ることを理解している。（振り返りの記述より）
2	5	○水も空気と同じように温度によって体積が変化するか予想し，実験するとともに，小さな体積変化でもわかる方法を考えることができる。 ・水の体積変化について，予想を立てて実験する。 ・小さな体積変化を調べる方法を友達と話し合いながら考える。	・水の体積変化の様子を予想し，モデル図にかいている。 ・小さな体積変化を調べる方法を考え，その方法で確かめることができる理由を理解している。
	6	○小さな体積変化でもわかる方法を工夫して，水の体積変化を調べることができる。 ・ガラス管を使った実験方法を考える。 ・水の体積変化を実験して調べる。	・ガラス管を使った実験方法を使って，温度変化による水の体積変化を調べている。
	7	○実験結果から，水も温度変化によって体積が変わることがわかり，その変化は空気より小さいことがわかる。 ・結果から，水の体積変化について話し合い，空気との相違点を理解する。	・実験結果から，温度変化による水の体積変化は空気よりも小さいことを理解している。
3	8	○金属の温度変化による体積変化について，空気や水の実験から予想し，金属球を輪に通す方法で，湯につけた方法で調べることができる。 ・金属の体積変化について予想をたてる。 ・実験し，体積変化はもっと高温でないと起きないことを予想する。	・金属球の実験を安全に行っている。 ・金属の体積変化は，もっと高温でないと確認できないことを予想している。
	9	○金属球をアルコールランプで熱することで，体積変化が起きるかを実験で調べる	・アルコールランプを使って金属球を熱する実験を安全に行っている。

		ことができる。 ・実験で金属の体積変化について調べる。 ・金属は高温で体積変化が起きることを理解する。	・実験結果から，金属は高温で体積変化が起きることを理解している。
	10	○空気や水，金属の温度変化による体積変化についてまとめ，身の回りの現象を説明できる。 ・空気や水，金属の温度変化による体積変化は，物質によって体積の増え方は変わるが，温度が上がるほど体積が増え，下がるほど体積が減ることを説明する。 ・身の回りの現象について，学習で理解したことを基に説明する。	・温度による体積変化が，身の回りで起こっていることを理解し，説明している。

7　本時の計画（３時間目／全１０時間）

（１）　本時のねらい

温度変化による空気の体積変化について，自分の考えた仮説を確かめるための実験を通して，空気を温めると体積が増えることを理解することができる。

（２）　本時の構想

丸底フラスコやペットボトルを温めると，口についた石けん液が膨らむ現象から，空気を温めると何か変化が起きて石けんの膜が押されると考え，石けんの膜が膨らむ理由について一人一人が考え（仮説）をもっている。また，前時のうちに仮説を確かめる実験方法について話し合い，個人で実験の予想を立てておく。

本時では，自分のもつ仮説が正しいかを検証するための実験を行う。「この実験結果からはこういうことが言えるはずだ。」という説得力のある考察に繋げるため，グループで予想を交流し，対話から考えを深めていく。本時の実験は底を切り落としたペットボトル２つを切り口同士で付けたものを使用する。２つある口に石けんの液を付け，温度変化による体積変化を可視化する。透明なペットボトルの中には空気以外は何もないことを確認し，温度変化により空気が変化して石けんの膜に影響を及ぼすことを確認する。両方の膜が膨らむ現象から，「石けんの膜が膨らむのは温度変化によって空気の体積が増えたからだ。」と温度と体積変化を関連づけて考えさせたい。

また，実験は生活班で行う。違う仮説をもつ児童が同じグループにいることも考えられるが，違う仮説をお互いに伝える機会をもつことで，幅広い考えを知る機会としたい。仮説が違う児童がいれば，実験はペットボトルの向きを様々に変えて行われることが考えられる。実験をしながら，自分の考えを話したり友達の考えを聞いたりして，自然な流れで対話をもたせる。

ペットボトルの向きを変えた実験を行うよう教師からも声をかけ，実際に体験させる。また，班ごとの結果を図で表したものを表にまとめ，結果を共有する。様々な実験結果を見ることで，どの向きでも膜が膨らむことを全体で共有し，考察に繋げたい。モデル図や言葉で振り返りをかくことで，考えが変わったり強化されたりしたことを自分でも認識できるようにし，空気の温度変化による体積変化の理解を深められるようにする。

（３）本時の展開

時間	学習活動	教師の働き掛けと予想される児童の反応	■評価 ○留意点
5	１.前時の活動を振り返り，仮説を全体で共有する。	T1.前回は，ペットボトルや丸底フラスコを温めると，口につけた石けんの膜が膨らむことから，空気を温めると中の空気に何か変化が起きているのではないかと考え，どんな変化が起きているかを図に表しました。 T2.どんな変化が起きていると考えますか。 C1.空気を温めると，空気が膨らんで，石けんの膜が膨らむのではないかと思います。 C2.空気を温めると，空気が上に上がって，それで石けんの膜が押されると思います。 C3.空気が活発になって動き回るから石けんの膜が押されるのだと思います。 T3. 今回は，どちらも口が開いているペットボトルを使います。予想も立てましたので，２つの口に石けんの膜を作ってから温めて，空気が温めるとどうなるかを調べましょう。 課題 空気は温めるとどうなるのだろうか。	○前時でグループ共有した仮説の丸底フラスコのモデル図を使って説明をさせる。 ○モデル図の空気の粒は１０個とする。
10	２．実験結果の予想を話し合う。	T4. もし，空気が上に上がり，石けんの膜を押したとすると，２つの膜はどうなるでしょう。ペットボトルの口を上下にして温めたら２つの膜はどのようになるでしょうか。また，空気の粒が大きくなったとすると，２つの膜はどのようになるでしょうか。自分の予想をグループの人に説明したり，疑問は質問したりして話し合いましょう。 C4.空気は上に行くと思う。だから，上の膜は膨らむし，下の膜は上に動くんじゃないかな。 C5.空気の体積が増えると思うから，上の膜も下の膜も膨らむと思う。 C6.温めた空気は上に行くと思うけど，下は膨らまずそのままだと思う。だって，部屋の空気が温まっても床は平らだから。 C7.床は形が変わらないものだからじゃないかな。その図だと，上が膨らんだ分だけ体積が増えていると思うよ。 C8.斜めにしたり，横にしたりすると上に行かないから，膜	○ペットボトルの図に，自分の予想をモデル図で表現させておき，それを基に話し合いをさせる。 ○グループでの話し合いで，友達の意見を聞いて，考えを修正してもよいことにする。

		は膨らまないってこと？ C9.横にしたら脇から上に行くから，両方の膜が膨らむと思う。 T5. 予想を教えてください。 （上記 C４～C９のような発表をモデル図と共に発表する。）	○児童から出た予想をモデル図に表し，黒板にはる。
10	３．実験をする。	T6.では，実験をしましょう。ペットボトルの向きを変えたい場合は，変えても構いません。もし，石けんの液の膜が破れたら，ペットボトルが元の温度に戻ってから付け直してください。 ＜グループごとに実験＞ C10.まずは縦にしてやってみようよ。 C11.温めたら上も下もどちらも膨らんだね。 C12.温められて上に行くのなら，下の膜が膨らむのはおかしいね。空気が大きくなったってことかな。 C14.横にしてもどちらも膨らんだぞ。斜めにしても石けんの膜は上も下もどちらも膨らむね。	○手で温める。 ○温度を戻すための濡れタオルを用意する。
9	４．実験結果を全体共有し，考察をグループで話し合う。	T7.実験の結果をまとめます。班で１枚，実験結果を紙にかいて黒板にはってください。 T8.どのような結果になりましたか。 C15.全部の向きで両方の膜が膨らみました。 T9.実験結果から言えることをグループで話し合ってノートに書きましょう。 C16.温めたら上も下も石けんの膜が膨らんだから，空気は温めると大きくなることが言えるね。 C17.温めた空気が上に行って膜を押すのなら，下へは膨らまないから，結果から，空気が大きくなったことが言えそうだ。 C18.つまり空気は温めると大きくなると言えるね。	○グループで１枚，実験結果の図を黒板に貼り，それを基に考えを共有する。
3	５．考察を全体共有する。	T10.実験結果からどのようなことが言えますか。 C19. 空気は温めると大きくなるということが言えます。 T11.そうですね。空気の粒が大きくなったかもしれないし，動きが活発になったかもしれないけれど，空気は温めると，大きくなりました。	
3	６．まとめをする。	T12.では，今日の学習をまとめましょう。 まとめ 空気は温めると大きくなる。	○まとめを板書する。
5	７．学習を振り返る。	T13.今日の学習を振り返りましょう。	■自分の考えをモデル図や言葉で

			説明している。

（４）　本時の評価

・空気を温めると体積が大きくなることについて理解し，モデル図や言葉で説明することができる。

8　参考文献

・文部科学省　「小学校学習指導要領（平成二十九年告示）」

・一般財団法人　総合初等教育研究所（編）　「小学校学習指導要領改訂の要点」（文溪堂）

・「みんなと学ぶ　小学校理科４年　教師用指導書朱書き編・教科書用指導書詳説編」（学校図書）

9　板書計画

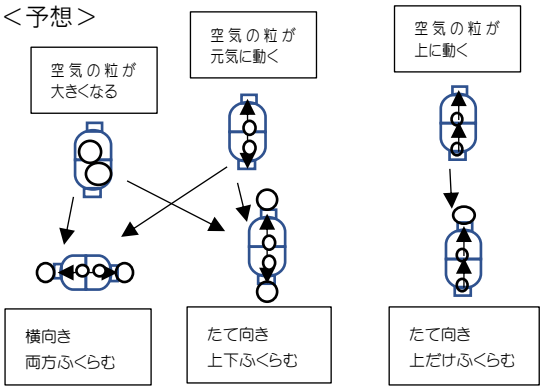
12／5

課題
空気は温めると，どうなるのだろうか。

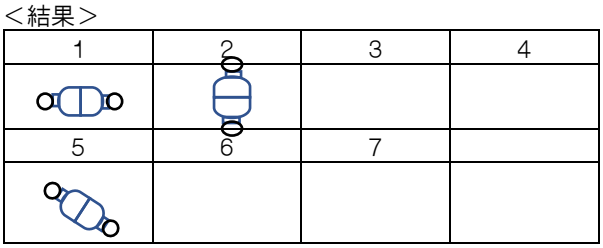
＜実験＞

両方が開いているペットボトルの両方の口に石けん水を付け，温めると石けんのまくがどうなるかを調べる。

＜予想＞



＜結果＞



横向きにしても
たて向きにしても
りょう方の石けんのまくがふくらんだ。

⇩

＜考察＞

・横にどちらもふくらむということは大きくなっている。

・上にも下にもふくらむということは，空気は上にも下にも行くので，大きくなっている。

まとめ
空気は温めると，大きくなる。

＜ふりかえり＞