

第4学年「温度をかえて、かさの変化を調べよう」単元構想案

研究主題 自分の考えを表現する力をはぐくむ理科学習指導
 一 小学校第4学年「温度をかえて、かさの変化を調べよう」におけるイメージ画を用いた話し合い活動を通して 一

坂東市立七郷小学校 教諭 飯田 毅

1 単元名 温度をかえて、かさの変化を調べよう

2 目標

- (1) 温度によって、空気、水及び金属の体積がどのように変わるか、興味をもって意欲的に考えようとしたり、調べようとしたりする。 (自然事象への関心・意欲・態度)
- (2) 空気、水及び金属を温めたり、冷やしたりして、体積の変化と温度を関係づけて考えたり、説明したりすることができる。 (科学的な思考)
- (3) 空気、水及び金属を温めたり、冷やしたりして、体積の変化を調べ、記録することができる。 (観察・実験の技能・表現)
- (4) 空気、水（液体としての水）及び金属の体積は、温度が高くなると大きくなり、温度が低くなると小さくなることを理解している。また、温度による体積の変化は、空気が最も大きく、次に水で、金属が最も小さいことを理解している。 (自然事象についての知識・理解)

3 単元について

(1) 単元観

本単元においては、空気、水及び金属を温めたり、冷やしたりして、それらの体積の変化を調べる活動を通して、空気、水及び金属の性質についての考えをもつことができるようにすることをねらいとしている。空気、水及び金属を温めると、それらの体積は膨張し、冷やすと収縮すること、その体積の変化の様子は、空気、水及び金属によって違いがあり、これらの中では、温度による体積の変化は空気が最も大きいことを実験結果に基づいて捉えていく。

(2) 児童の実態

本校第4学年1組の児童26人に対して行った理科の学習における自分の考えを表現することに関する意識調査（図1）から、学習したことや自分の考えなどを、図を用いて、ノートにまとめることについては、学級の約5分の4の児童が、発表することについては、約半数の児童が楽しいと感じていることがわかった。それに比べ、そのような学習活動を得意と感じている児童は少なく、表現することを苦手としていることが明らかになった。実際に、授業中の児童の様子を見ても、「学習の記録や発表が断片的な表現にしかない」「筋道立てて考えを説明することができない」といった児童が多く見受けられる。そのため、児童間での意見交換や考えの学び合いも難しくなっている。よって、本学級の児童においては、体験したことを基に、自分の考えをもち、それをノートにまとめたり、皆に説明したりするといった表現する力をつけていく必要があると考えた。

(3) 指導観

以上のような児童の実態をふまえ、本単元では以下のア～ウにより、単元の目標に迫るととも

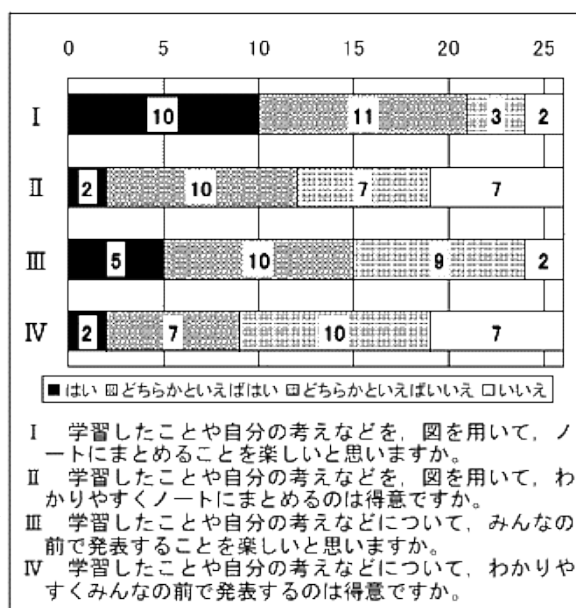


図1 理科の学習における自分の考えを表現することに関する意識調査

(平成21.10.16実施 第4学年1組26人)

に、自分の考えを表現する力をはぐくんでいきたいと考える。

ア 児童が温度の変化による金属、水及び空気の体積の変化について自分の考えをもち、それを表現できるよう、実験から得られた結果を基に、現象のしくみをイメージ画として表現する学習活動を取り入れる。

イ 児童が互いに各々の表現を学び合えるよう、各自が描いたイメージ画を用いて、考えを説明したり、意見交換したりする場を設定する。

ウ 「イメージ画を描く学習活動」「説明・意見交換をする学習活動」を繰り返し行い、児童に表現することを習慣づけていく。

なお、本単元の学習内容は、「粒子」についての基本的な見方や概念を柱としたものである。温度変化による空気、水及び金属の体積変化について、そのしくみをイメージとして捉え、図で表現したり、説明したりすることは、将来、モデルを用いて考えたり、解釈したりすることにつながる貴重な活動であると考えられる。

(4) 「自分の考えを表現する力」をはぐくむための手だて (M1～4は学習計画中の手だてに対応)

自分の考えを表現する力をはぐくむために、この単元では、「学習において表現することを繰り返す。」「児童の考えや表現のよさを認め、生かしていく。」「お互いに考えや表現の仕方を紹介しながら力を高め合っていく。」の3点を基本方針として授業を展開していく。

そこで、具体的な手だてとして、以下のア～エを講ずる

ア イメージ画の導入 (M1)

実験の結果を基に、現象のしくみをイメージ画で表し、それを基に話し合い活動を進めていきたいと考える。イメージ画を描くということは、将来、科学モデルを考えたり、捉えたりすることにつながる貴重な活動であり、広い意味では、考え方を養うものと考えられる。その一方で、図2のように、児童一人一人が自然に対する見方・考え方を表現するとともに、友達と考えを伝え合う、すなわち、全員が同じ論点で話し合うための共通の土俵に乗せてくれる道具であるとも考えられる。今回の研究では、イメージ画をこのような表現力を養うための道具として捉える。児童が現象のしくみについてイメージすることは自然なことである。自由に表現させることで、意欲を喚起し、それを基にした話し合い活動も活性化させたいと考える。なお、児童にイメージ画を描かせる際には、「大きさの変化、動きなどの様子がわかるように描くこと」「目に見えないものを何かにたとえて描くこと」などを助言するようにしたい。

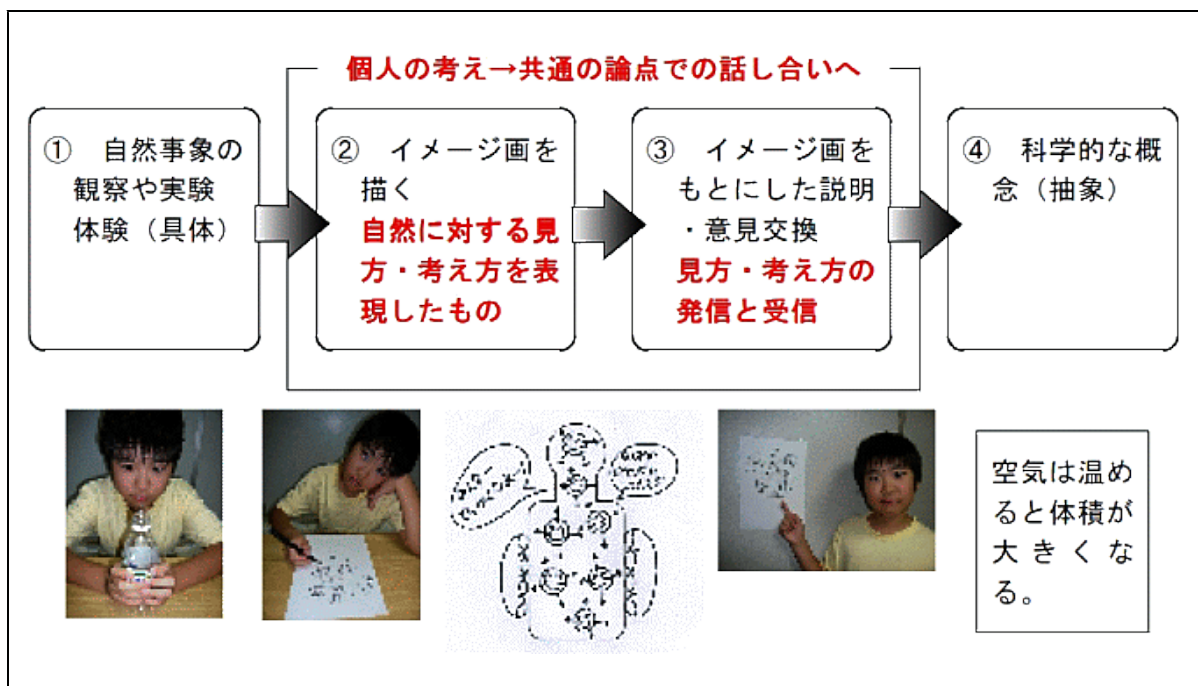


図2 表現力を養うためのイメージ画

イ 言葉の使い方、発表の仕方への支援 (M2)

児童が筋道立てて、学習したことや考えたことを説明できるように、図3のような言葉の使い方カード、発表の仕方カードを作成し、教室掲示したり、ノートに貼付させたりするなどして、児童が常時使用できるようにする。そして、発表する際には、これらの言葉の使い方、発表の仕方を習慣づけるようにする。

<p>言葉の使い方 (ノート・発表)</p> <p><説明> <u>〇〇が(は)……</u> <u>△△です(ます)。</u> (主語・述語をはっきりと)</p> <p><順番> まず、次に、最後に</p> <p><つけたし> また、さらに、そして</p> <p><まとめ> だから、つまり</p> <p><たとえ> もし～ならば、たとえば</p> <p><理由> その理由は、なぜならば</p> <p>※ つなぎ言葉を使うと、わかりやすく説明できるよ。</p>	<p>発表のしかた</p> <p>① わかったことを先に言おう。</p> <p>② 理由を必ず言おう。 「ぼくは(ぼくたちは、わたしは、わたしたちは) 〇〇〇〇と考えます。 その理由は、△△△△だからです。</p> <p>③ みんなに聞こえるように、大きな声で言おう。</p> <p>※ 失敗をおそれるな。 ※ 何度もくりかえすことで、じょうずに発表できるようになるよ。</p>
--	--

図3 言葉の使い方カード及び発表の仕方カード

ウ 話し合い(説明・意見交換)の場の設定 (M3)

児童の学習意欲を高め、話し合いが活性化するように、「科学者になった気持ちで考えよう」を合言葉に、また、話し合いに減り張りをつけるために、以下に示した①～⑤の流れで、活動を進める。また、児童がどの段階の活動をしているかわかるように、①～⑤の札を掲示するようにする。

「研究会議(伝えて・聞いて・考えて)」

- ① 見て見てタイム
ホワイトボードを用いたイメージ画の紹介
- ② 集まれタイム
意思表示カードによる同じ考えの児童同士のグルーピング
- ③ わいわいタイム
各自の説明とグループ内での練り上げ
- ④ 聞いてね・教えてねタイム
グループによる説明・質問・意見交換
- ⑤ じっくりタイム
各自の再考

エ 学習の成果を発表する場の設定 (M4)

この単元での学習の成果を発揮する場として、『ぼくらは豆科学者「実験ショー」』と題して、温度変化によるものの体積の変化を利用した簡単な実験を紹介・解説する発表会を実施する。

(5) 本単元における「自分の考えを表現することができる」児童の姿と検証方法

温度変化による空気、水及び金属の体積変化についての学習において、「自分の考えを表現することができる」という観点で、目指す児童の姿を表1のように3段階に分けてとらえた。

そして、目指す児童の姿に迫ることができたかどうか、以下のア～ウにより、児童の変容を考察し、検証していきたいと考える。


表1 温度変化による空気、水及び金属の体積変化についての学習における「自分の考えを表現することができる」児童の姿

STEP1	得られた結果を基に、現象が起こるしくみをイメージとして捉え、図で表現することができる。
STEP2	自分が描いたイメージ画を基に、現象が起こるしくみについて説明することができる。
STEP3	自分が描いたイメージ画を友達描いたイメージ画と比べたり、さらに検証したりしながら、現象が起こるしくみについて矛盾なく説明することができる。

- ア 児童による自己評価，学習の感想を分析し，変容を考察する。
- イ 児童のノート記録を把握・分析し，変容を考察する。
- ウ 児童のノート記録に基づいた説明，話し合い活動の様子を観察・分析し，変容を考察する。

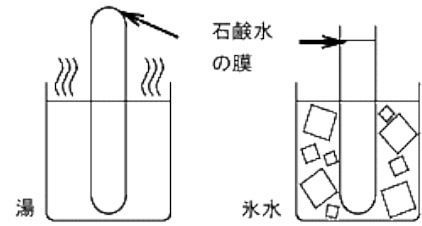
4 学習計画

第1次 「空気の温度をかえて，かさの変化を調べよう」（5時間）

時	学習課題・実験の内容（赤） 学習活動の流れ（黒） 予想される児童の反応・考え（青）	主題に迫るための手だて（M1～4） 主な評価規準 （※）は主題と関わる評価規準（緑）
1	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p style="color: red;">ペットボトルの口に石鹼水のまくを張り，手で握ってシャボン玉を膨らませよう。</p>  <p style="text-align: center;"> ペットボトル 瓶 試験管 平底フラスコ </p> </div> <p>1 演示実験を見る。</p> <p>2 実験する。 ペットボトルの他に，瓶，試験管，平底フラスコ等も用いて確かめる。</p> <p>3 結果や気付いたことを記録する。 ・シャボン玉が膨らむ。 ・何人かでやると早く大きく膨らむ。</p> <p>4 シャボン玉が膨らんだ理由を考え，話し合う。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>温度が関係しているのでは？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・手で持って，温めたことが関係している。 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>容器の中の空気が関係しているのでは？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空気が外に出ようとしている。 ・空気が上に行こうとしている。 ・空気がどこから入り込んできた。 ・空気が増えた。 ・空気が膨らんだ。 </div> <p>5 活動を振り返り，感想や調べてみたいことをノートに書く。 ・今度は，温めたり，冷やしたりしてみたいな。</p>	<p>関 シャボン玉が膨らむ様子に興味をもち，意欲的に実験に取り組もうとする。</p> <p>関 シャボン玉が膨らむ理由を考えようする。</p> <p>思 シャボン玉が膨らんだのは，温度や容器の中の空気に関係があると推論することができる。</p>

2

試験管の口に石鹼水の膜を張り、温めたり、冷やしたりしてみよう。どうなるだろうか。



- 1 予想を立てる。
 - ・温める→シャボン玉が膨らむ。
 - ・冷やす→シャボン玉がへこむ。温めるの反対で。

思 シャボン玉がどうなるか予想を立てることができる。

- 2 実験する。

- 3 結果や気付いたことを記録する。
 - ・温める→シャボン玉が膨らむ。
 - ・冷やす→シャボン玉がへこむ。

技 言葉だけでなく、図を用いて、結果を記録することができる。(※)

- 4 結果を確認する。

	空気の温度	シャボン玉
温める	高くなる	膨らむ
冷やす	低くなる	へこむ

※ 次時の学習において、温めたときに、シャボン玉が膨らむ理由について考えるので、空気のかさ(体積)については、まだふれず、現象のみおさえておく。

- 5 活動を振り返り、感想や調べてみたいことをノートに書く。
 - ・試験管を温めたり、冷やしたりすると、なぜ、シャボン玉が膨らんだり、へこんだりするのだろう。

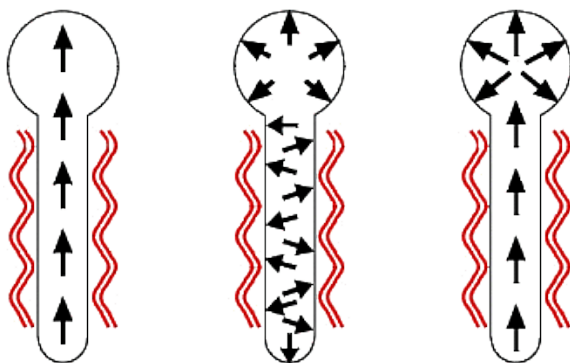
3

4

試験管の口に石鹼水の膜を張って温めたとき、シャボン玉が膨らむのはなぜだろう？。そのしくみを考えよう。

- 1 試験管の中の空気がどうなっているのか考え、シャボン玉が膨らむしくみをイメージ画で表す。

M1 イメージ画の導入

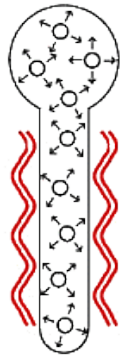


仮説ア(上昇説)
空気が上に上がっていった。

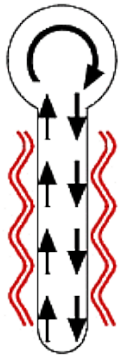
仮説イ(膨張説)
空気が全体的に膨らんだ。

仮説ウ(上昇膨張説)
空気が上に上がり、その後膨らんだ。

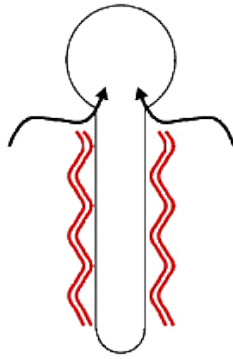
思・技 STEP1 得られた結果を基に、試験管の中の空気の様子をイメージとして捉え、シャボン玉が膨らむしくみを図で表現することができる。(※)



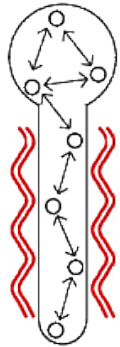
仮説エ(粒々膨張説)
一つ一つの空気の粒が膨らんだ。



仮説オ(回転説)
空気がぐるぐる回った。



仮説カ(流入説)
空気が入り込んだ。



仮説キ(粒々間隔広がり説)
空気の粒の間隔が広がった。

<この外に予想される説>

- ・粒々増殖説
空気の粒がどんどん増える。
- ・粒々分裂説
空気の粒が分裂して増える。

2 各々の考えについて，説明したり，意見交換をしたりする。

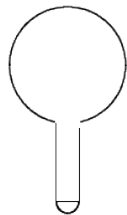
- ・熱気球のように，空気は暖まると軽くなるからア。
- ・空気は全体的に膨らもうとする。しかし，試験管の壁は曲がらないので，結果的にシャボン玉の部分が膨らむと考えてイ。
- ・アとイを合わせて考えてウ。
- ・空気は見えないが，きっと空気の粒が入っていて，一つ一つの粒が大きくなると考えてエ。
- ・シャボン玉の虹色がぐるぐる回って見えるからオ。
- ・空気が回るだけでは膨らまないと考えられるのでオはおかしい。
- ・シャボン玉と試験管はぴったりくっついているので，カのように空気が入るとは考えられない。
- ・空気の粒の間隔が広がると考えてキ
- ・温められた空気は上に上がるか，膨らむかのどちらか。ア～エ，キのどれかが正しいのではないか。

M2 言葉の使い方，発表の仕方
M3 話し合いの場の設定

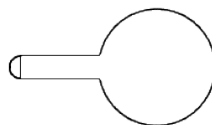
思・技 STEP2 自分が描いたイメージ画を基に，シャボン玉が膨らむしくみについて説明することができる。(※)

5

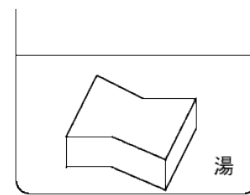
温められた空気は上に上がるのか，膨らむのか，別の実験で確かめてみよう。



A フラスコ下向き



B フラスコ横向き

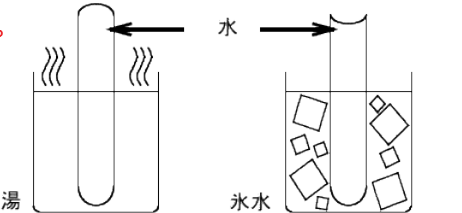
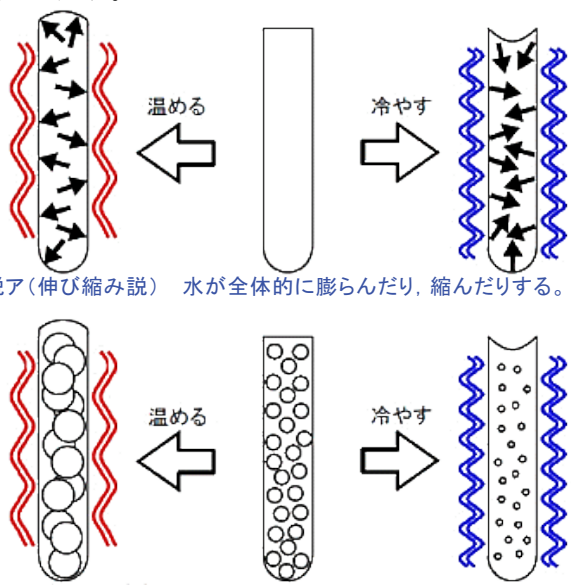


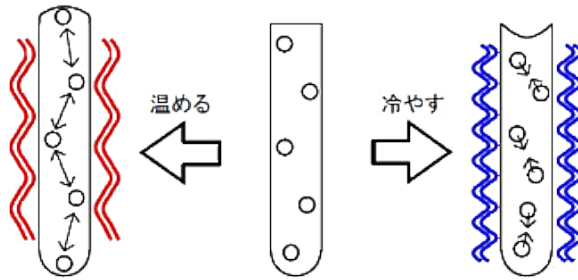
C 少し潰した牛乳パック

※A, Bについては，石鹼水の膜を張る。使い捨てカイロまたはお湯につけたタオル等で温める。

1 どの仮説が正しいか検証実験を行う。										
2 結果や気付いたことを記録する。 ・空気は、どちらの方向にも膨らむ。	技 図を用いて、結果を記録することができる。(※)									
3 検証実験の結果を基に、矛盾なく説明できる説について、考え、話し合う。 ・仮説イ、仮説エ、仮説キならば、説明することができる。	M3 話し合いの場の設定									
4 シャボン玉が膨らんだ理由についてまとめる。そして、あらためて、シャボン玉が膨らむしくみについて、イメージ画を描き、説明する文章を書く。 <table border="1" data-bbox="279 654 742 896"> <tr> <td></td> <td>空気の温度</td> <td>空気のかさ</td> </tr> <tr> <td>温める</td> <td>高くなる</td> <td>大きくなる</td> </tr> <tr> <td>冷やす</td> <td>低くなる</td> <td>小さくなる</td> </tr> </table> <p data-bbox="750 795 957 873">まとめの段階で、「膨張・収縮」を「体積の変化」に置き換える。</p>		空気の温度	空気のかさ	温める	高くなる	大きくなる	冷やす	低くなる	小さくなる	知 温度が高くなると、空気の体積は大きくなり（空気は膨らみ）、温度が低くなると、体積は小さくなる（空気は縮む）ことがわかる。 思・技 STEP3 自分が描いたイメージ画を友達が描いたイメージ画と比べたり、さらに検証したりすることによって、シャボン玉が膨らむしくみについて、温度の変化と空気の体積の変化を関係づけて、矛盾なく説明することができる。(※)
	空気の温度	空気のかさ								
温める	高くなる	大きくなる								
冷やす	低くなる	小さくなる								
5 活動を振り返り、感想や調べてみたいことをノートに書く。 ・今度は空気かわりに水で調べたいな。										

第2次 「水の温度をかえて、かさの変化を調べよう」(5時間)

時	<p>学習課題・実験の内容 (赤) 学習活動の流れ (黒) 予想される児童の反応・考え (青)</p>	<p>主題に迫るための手だて (M1～4) 主な評価規準 (※)は主題と関わる評価規準 (緑)</p>
6 7 8	<p>水も温度が変わると、かさが変わるのだろうか。</p> 	
	<p>1 予想を立てる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温める→大きくなる。冷やす→小さくなる。空気と同じと考えて。温度計もそういう仕組みなんじゃないかな。 ・変わらない。水は押したときに、堅くて押せなかったから。 ・温める→小さくなる。冷やす→大きくなる。空気と反対になるものもあるかもしれない。 	<p>思 水の体積がどうなるか予想を立てることができる。</p>
	<p>2 実験する。</p>	
	<p>3 結果や気付いたことを記録する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温める→水面が盛り上がる。かさが(少しだけ)大きくなる。 ・冷やす→水面がへこむ。かさが(少しだけ)小さくなる。 ・かさは変わるが、空気よりも変わり方が小さい。 	<p>技 図を用いて、結果を記録することができる。(※)</p>
	<p>4 試験管の中の水がどうなっているのか考え、水面が盛り上がったたり、へこんだりするしくみをイメージ画で表す。</p>  <p>説ア(伸び縮み説) 水が全体的に膨らんだり、縮んだりする。</p> <p>説イ(粒々伸び縮み説) 一つ一つの水の粒が膨らんだり、縮んだりする。</p>	<p>M1 イメージ画の導入</p> <p>思・技 STEP1 得られた結果を基に、試験管の中の水の様子をイメージとして捉え、水面が盛り上がったたり、へこんだりするしくみを図で表現することができる。(※)</p>



説ウ(粒々間隔伸び縮み説)
水の粒の間隔が広くなったり、狭くなったりする。

5 各々の考えについて、説明したり、意見交換をしたりする。

- ・水全体が膨らんだり、縮んだりすると考えてア
- ・水を粒のようなものの集まりと考える。その一つ一つの粒が大きくなったり、小さくなったりすると考えてイ
- ・水を粒のような物の集まりと考えるが、粒の大きさが変わるのではなくて、粒の間隔が広くなったり、狭くなったりすると考えてウ
- ・水は空気よりも変わり方は小さいけれど、空気のとくと同じように、かさが変わることを絵で説明できる。

M2 言葉の使い方、発表の仕方
M3 話し合いの場の設定

思・技 STEP2 自分が描いたイメージ画を基に、水面が盛り上がったたり、へこんだりするしくみについて説明することができる。(※)

6 温度変化による水のかさの変化についてまとめる。そして、あらためて、水面が盛り上がったたり、へこんだりするしくみについて、イメージ画を描き、説明する文章を書く。

	水の温度	水のかさ
温める	高くなる	大きくなる
冷やす	低くなる	小さくなる

変わり方は空気よりも小さい。

知 温度が高くなると、水の体積は大きくなり(水は膨らみ)、温度が低くなると、体積は小さくなる(水は縮む)こと、そして、その変わり方は空気よりも小さいことがわかる。

思・技 STEP3 自分が描いたイメージ画を友達が描いたイメージ画と比べることによって、水面が盛り上がったたり、へこんだりするしくみについて、温度の変化と水の体積の変化を関係づけて、矛盾なく説明することができる。(※)

7 活動を振り返り、感想や調べてみたいことをノートに書く。

- ・水を温めるとかさは大きくなったけど、その量はほんの少しだったね。

9
10

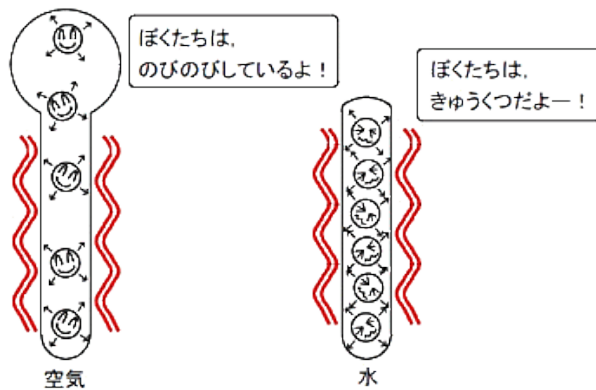
空気や水を温めたときのかさの変わり方は、空気のほうが大きく、水のほうが小さい。その違いがわかるように、イメージ画で工夫して表してみよう。

1 試験管の中の空気や水がどうなっているのか考え、かさの変わり方に違いがあることをイメージ画を用いて表す。

M1 イメージ画の導入

関 興味をもって、現象のしくみ

これまでの矢印や粒で表した描き方を用いた考え方
 ・矢印の長さを変えて表す方法
 ・粒の大きさを変えて表す方法
 新しい考え方



・上の図で、水を四角で描いて窮屈にしたイメージ画

をイメージ画で表そうとしている。(※)

思・技 STEP1 これまでの学習を基に、試験管の中の空気や水の様子をイメージとして捉え、現象が起こるしくみを図で表現することができる。(※)

2 各々の考えについて、説明したり、意見交換をしたりする。

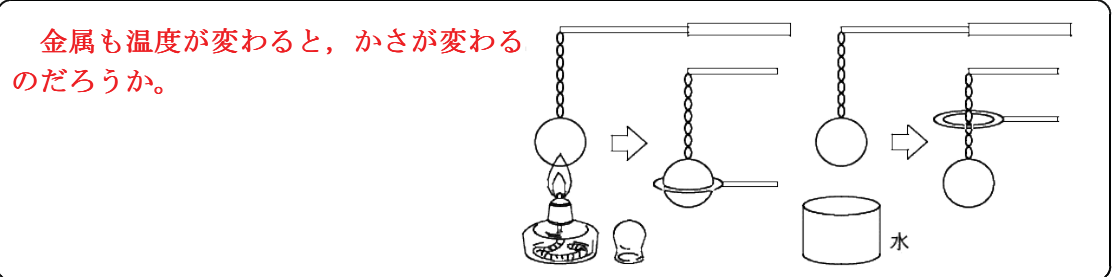
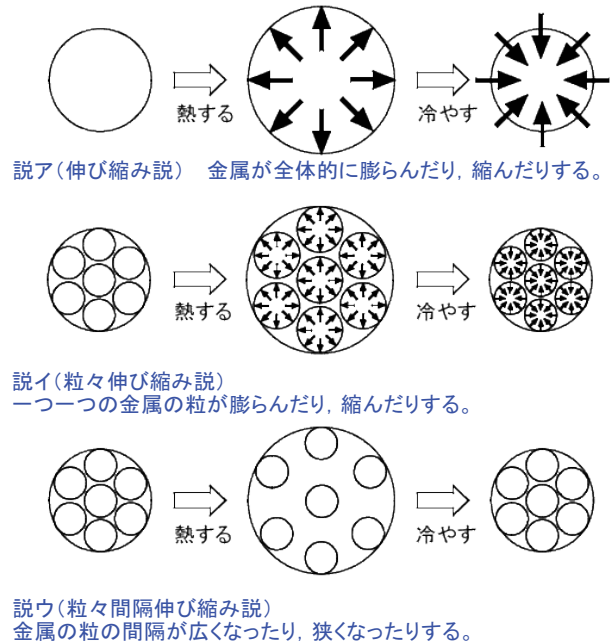
- ・矢印の考え方で、空気は大きな矢印で、水は小さな矢印で示して表す。
- ・粒の考え方で、空気の膨らみ方を大きく、水の膨らみ方を小さめに表す。
- ・空気は粒の間隔が大きくなれるけど、水は粒の間隔が窮屈に表す。
- ・いろいろな絵でたとえてみると理解しやすい。おもしろい。

M2 言葉の使い方、発表の仕方
 M3 話し合いの場の設定

思・技 STEP2 自分が描いたイメージ画を基に、空気や水の体積の変化について説明することができる。(※)



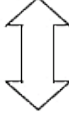






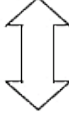






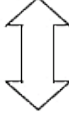




3 活動を振り返り、感想や調べてみたいことをノートに書く。

- ・温度を変えてもかさが変わらないものってないのかな。

時	<p>学習課題・実験の内容 (赤) 学習活動の流れ (黒) 予想される児童の反応・考え (青)</p>	<p>主題に迫るための手だて (M1~4) 主な評価規準 (※)は主題と関わる評価規準 (緑)</p>
11 12 13	<p>金属も温度が変わると、かさが変わるのだろうか。</p> 	
	<p>1 予想を立てる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 熱する→大きくなる。冷やす→小さくなる。 空気や水もそうだったから。 レールが伸び縮みをする話を聞いたことがある。 変わらない。 学校の鉄棒が伸びたところを見たことがない。 熱する→小さくなる。冷やす→大きくなる。 もしかしたら、今までと反対かも。 	<p>思 金属の体積がどうなるか予想を立てることができる。</p>
2	<p>実験する。</p>	
3	<p>結果や気付いたことを記録する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 熱する→金属球が環を通らなくなる。 冷やす→金属球が環を通る。 	<p>技 図を用いて、結果を記録することができる。(※)</p>
	<p>4 金属球がどうなっているのか考え、金属球が環を通らなくなったり、通ったりするしくみをイメージ画で表す。</p>  <p>説ア(伸び縮み説) 金属が全体的に膨らんだり、縮んだりする。</p> <p>説イ(粒々伸び縮み説) 一つ一つの金属の粒が膨らんだり、縮んだりする。</p> <p>説ウ(粒々間隔伸び縮み説) 金属の粒の間隔が広くなったり、狭くなったりする。</p>	<p>M1 イメージ画の導入</p> <p>思・技 STEP1 得られた結果を基に、金属球の中の様子をイメージとして捉え、金属球が環を通らなくなったり、通ったりするしくみを図で表現することができる。(※)</p>

<p>5 各々の考えについて，説明したり，意見交換をしたりする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・金属が全体的に膨らんだり，縮んだりすると考えてア ・金属が粒のようなものの集まりと考えて，その一つ一つが膨らんだり，縮んだりすると考えてイ ・金属が粒のようなものの集まりと考えるが，その一つ一つの大きさは変わらないで，粒の間隔が広くなったり，狭くなったりすると考えてウ ・変わり方はとても小さいけれど，金属も温度が変わるとかさが変わる。 ・空気や水と同じように，金属の場合も絵で説明できる。 	<p>M2 言葉の使い方，発表の仕方 M3 話し合いの場の設定</p> <p>思・技 STEP2 自分が描いたイメージ画を基に，金属球が環を通らなくなったり，通ったりするしくみについて説明することができる。(※)</p>									
<p>6 温度変化による金属のかさの変化についてまとめる。そして，あらためて，金属球が環を通らなくなったり，通ったりするしくみについて，イメージ画を描き，説明する文章を書く。</p> <table border="1" data-bbox="280 855 740 1093"> <thead> <tr> <th></th> <th>金属の温度</th> <th>金属のかさ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>温める</td> <td>高くなる</td> <td>大きくなる</td> </tr> <tr> <td>冷やす</td> <td>低くなる</td> <td>小さくなる</td> </tr> </tbody> </table> <p>変わり方は空気や水よりも小さい。</p>		金属の温度	金属のかさ	温める	高くなる	大きくなる	冷やす	低くなる	小さくなる	<p>知 温度が高くなると，金属の体積は大きくなり（金属は膨らみ），温度が低くなると，体積は小さくなる（金属は縮む）こと，そして，その変わり方は空気や水よりも小さいことがわかる。</p> <p>思・技 STEP3 自分が描いたイメージ画を友達が描いたイメージ画と比べることによって，金属球が環を通らなくなったり，通ったりするしくみについて，温度の変化と金属の体積の変化を関係づけて，矛盾なく説明することができる。(※)</p>
	金属の温度	金属のかさ								
温める	高くなる	大きくなる								
冷やす	低くなる	小さくなる								
<p>7 活動を振り返り，感想や調べてみたいことをノートに書く。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・かちかちに固まっている金属のかさが大きくなるなんてびっくりした。 										

第4次 学習のまとめをしよう（3時間）

時	<p>学習課題・実験の内容（赤） 学習活動の流れ（黒） 予想される児童の反応・考え（青）</p>	<p>主題に迫るための手だて（M1～4） 主な評価規準 （※）は主題と関わる評価規準（緑）</p>														
14	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="color: red; text-align: center;">これまでの学習を基に、温度変化と空気、水、金属のかさの変化の関係についてまとめてみよう。</p> </div> <p>1 学習でわかったことをノートにまとめる。</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 30%;">温める</th> <th style="width: 30%;">冷やす</th> <th style="width: 30%;">変わり方</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>空気</td> <td>かさが大きくなる </td> <td>かさが小さくなる </td> <td rowspan="3">大きい  小さい</td> </tr> <tr> <td>水</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>金属</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>2 温度変化と空気、水、金属のかさの変化について、生活と関連していることについて知る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・晴れて暖かい日に、外で膨らませた風船で遊んでいたら、突然破裂した。 風船の中の空気の温度が上がって、かさが大きくなった。 ・レールが曲がらないようにするための工夫 レールの繋ぎ目にある隙間 ・橋が曲がらないようにするための工夫 橋桁にある隙間 <p>3 活動を振り返り、感想や調べてみたいことをノートに書く。</p>		温める	冷やす	変わり方	空気	かさが大きくなる 	かさが小さくなる 	大きい  小さい	水			金属			<p>知 温度による体積の変化は、空気が最も大きく、次に水で、金属が最も小さいことを理解している。</p> <p>関 温度変化による物の体積変化が日常生活と関わりがあることに興味をもつことができる。</p>
	温める	冷やす	変わり方													
空気	かさが大きくなる 	かさが小さくなる 	大きい  小さい													
水																
金属																
15 16	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="color: red; text-align: center;">ぼくらは豆科学者「実験ショー」を開こう。</p> </div> <p>1 各自の興味・関心に応じて、温度変化による物の体積変化を利用した実験の一つを選択し、グループを組む。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><児童の実験例></p> <ul style="list-style-type: none"> ・空気の体積変化を利用したもの <ol style="list-style-type: none"> ① 卵を飲み込む牛乳瓶 温めた牛乳瓶の口をゆで卵で栓をする。冷やすと、ゆで卵が吸い込まれる。 ② 潰れる空き缶 </div>	<p>M4 学習の成果を発表する場の設定</p>														

<p>空き缶を温めて粘土で栓をする。冷やすと、空き缶が潰れる。</p> <p>③ おしゃべり 1 円玉 ビール瓶の口に水で濡らした 1 円玉を置く。手で持って温めると、1 円玉のふたが開いたり、閉じたりする。</p> <p>④ むくむく風船 ペットボトルの口にしぼんだ風船を付ける。ペットボトルを温めると、風船がむくむくと立ち上がる。</p> <p>⑤ シャボン玉好きのペットボトル ペットボトルのふたに穴を開け、シャボン玉ストローをつける。それをペットボトルに付け、ストローの先に石鹼水を付ける。ペットボトルを温めると、シャボン玉が膨らむ。</p> <p>・水の体積変化を利用</p> <p>⑥ 手作り温度計 フィルムケースに穴を開けストローを付ける。中に色水を入れる。温めたり、冷やしたりすれば、手作り温度計となる。</p>	
<p>2 実験する。</p>	<p>関 温度変化による物の体積変化を利用した実験に意欲的に取り組もうとする。</p>
<p>3 グループごとに、現象が起こるしくみを説明するための絵を描いたり、解説文を考えたりする。</p>	<p>思・技 STEP3 友達との話し合いを通して、イメージ画を活用しながら、現象が起こるしくみについて、矛盾なく説明することができる。(※)</p>
<p>4 ぼくらは豆科学者「実験ショー」を開く。 (1) 他クラスの児童に見学してもらい、グループごとに実験を披露し、解説を行う。 (2) 見学してくれた児童に感想（実験の内容、解説のわかりやすさについて）を書いてもらう。</p>	<p>関 実験を紹介・解説する活動に意欲的に取り組もうとする。</p>
<p>5 単元の学習を振り返り、感想や調べてみたいことをノートに書く。</p>	

5 第1次・第2時の学習

(1) 目標

- 試験管の口に石鹼水の膜を張り、温めたり、冷やしたりする実験において、言葉だけでなく、図を用いて、結果を記録することができる。

(2) 研究主題に迫るために

本時の学習においては、温度変化による空気の体積変化を調べる実験を行う。次時の学習で、児童が現象について自分の考えをもち、そのしくみをイメージとして捉えることができるようにするために、調べた結果を言葉だけでなく、図を用いて表せるよう支援していきたい。

(3) 準備・資料

<実験で使用する物>

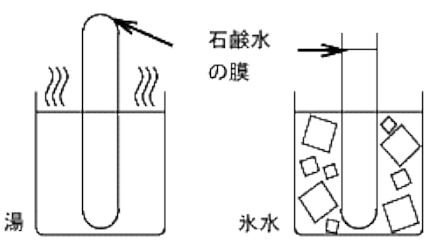
試験管、石鹼水、ペトリ皿、ビーカー (500cm³)、湯 (50~60℃)、氷水、試験管ばさみ

<その他>

黒板掲示用の課題、課題プリント、ノートパソコン、PowerPoint (実験の内容をスライドにしたもの)、プロジェクター、ヒントカード (結果を記録するポイントを示したカード)、提示用実験結果図

(4) 展開

◎は研究主題に迫るための支援

学習活動と内容・予想される児童の反応	教師の支援と評価
<p>1 学習課題を把握する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>試験管の口に石鹼水の膜を張り、温めたり、冷やしたりしてみよう。どうなるだろうか。</p> </div> <p>2 予想を立てる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温める→シャボン玉が膨らむ。 前回の実験でもそうだったから。潰れたテニスボールをお湯に入れたら、膨らんだのを見たことがある。 ・冷やす→シャボン玉がへこむ。 温めるのと反対だから。 <p>3 実験を行い、結果を記録する。</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> ・温める→シャボン玉が膨らむ。 ・冷やす→シャボン玉がへこむ。 	<ul style="list-style-type: none"> ・前時の段階で、児童がもった空気に対する興味・関心 (温めたり、冷やしたりしたい) を、本時の課題に結びつくようにしておく。 ・ここで、温度を変える方法 (湯、氷水を使用) を考える場面ももつようにする。方法を確認したところでPowerPointを用いて実験方法の図を提示する。 ・これまでの学習や体験を基に、予想を立て、理由まで考えるよう助言する。 ・実験中、児童が方法をいつでも確認できるように、PowerPointを用いて実験方法の図を提示しておく。 ・実験を行う際には、安全上、ガラス器具、湯、氷水の取扱いに注意するよう助言する。 ◎結果をわかりやすく記録できるよう、ヒントカードを提示しながら、言葉だけでなく、図も用いるよう助言する。 ◎評 試験管の口に石鹼水の膜を張り、温めたり、冷やしたりする実験において、言葉だけでなく、図を用いて、結果を記録することができたか。(技能・表現、行動観察・ノート)

4 結果を確認する。

	空気の温度	シャボン玉
温める	高くなる	膨らむ
冷やす	低くなる	へこむ

5 活動を振り返り、感想や調べてみたいことをノートに書く。

- ・試験管を温めたり、冷やしたりすると、なぜ、シャボン玉が膨らんだり、へこんだりするのだろうか。

- ・児童が結果を視覚で確認できるよう、結果図を提示しながら進める。

- ・次時の学習において、温めたときに、シャボン玉が膨らむ理由について考えるので、空気のかさ（体積）については、まだふれず、現象のみおさえておく。

- ・次時の「シャボン玉が膨らむしくみについて考える活動」につながる児童の意見を紹介し、意欲が持続するようにする。

6 第1次・第3, 4時の学習

(1) 目標

- 試験管の口に石鹼水の膜を張って温めたとき、シャボン玉が膨らむ実験において、得られた結果を基に、試験管の中の空気の様子をイメージとして捉え、シャボン玉が膨らむしくみを図で表現することができる。
- 試験管の口に石鹼水の膜を張って温めたとき、シャボン玉が膨らむ実験において、自分が描いたイメージ画を基に、シャボン玉が膨らむしくみについて説明することができる。

(2) 研究主題に迫るために

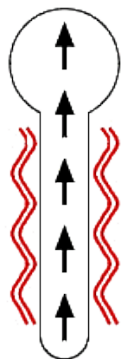
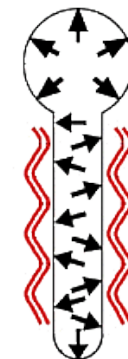
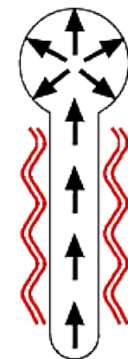
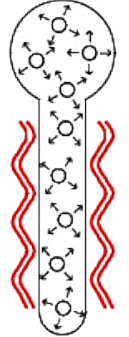
本時の学習においては、児童が温度変化による空気の体積変化について自分の考えをもち、それを表現できるよう、現象のしくみをイメージ画として表現する学習活動を取り入れる。さらに、児童が各々の表現を学び合えるよう、各自が描いたイメージ画を用いて、考えを説明したり、意見交換したりする場を設定する。

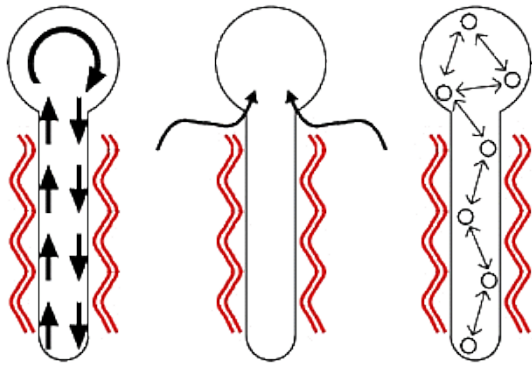
(3) 準備・資料

黒板掲示用の課題、イメージ画ワークシート、ヒントカード（イメージ画を引き出すためのカード）、意思表示カード、言葉の使い方カード、発表の仕方カード、研究会議カード

(4) 展開

◎は研究主題に迫るための支援

学習活動と内容・予想される児童の反応	教師の支援と評価
<p>1 学習課題を把握する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>試験管の口に石鹼水の膜を張って温めたとき、シャボン玉が膨らむのはなぜだろう？。そのしくみを考えよう。</p> </div> <p>2 試験管の中の空気がどうなっているのか考え、シャボン玉が膨らむしくみをイメージ画で表す。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>仮説ア(上昇説) 空気が上に上がっていった。</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>仮説イ(膨張説) 空気が全体的に膨らんだ。</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>仮説ウ(上昇膨張説) 空気が上に上がり、その後膨らんだ。</p> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;">  <p>仮説エ(粒々膨張説) 一つ一つの空気の粒が膨らんだ。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・前時の学習内容を振り返りながら、課題を確認する。 ◎空気の様子をイメージ画に表す際のポイントとして、「①大きさの変化を表す」「②見えないものの動きを表す」「③見えないものを何かにととえる」を、ヒントカードを用いて示す。 ◎シャボン玉が膨らんだ部分しか描いていないなど、表現が不足している児童に対しては、試験管の中まで詳しく描くよう助言する。 ◎空気を粒で表現している児童がいたら、児童が友達の考えを学べるよう、全体に紹介するようにする。 ◎空気の様子が描けている児童に対しては、温度が上がったことも色などを使って表現するよう助言する。 ◎イメージ画をなかなか描くことができない児童に対しては、ヒントカードを提示し、矢印や粒で表す方法があることを助言する。



仮説オ(回転説)
空気がぐるぐる回った。

仮説カ(流入説)
空気が入り込んだ。

仮説キ(粒々間隔広がり説)
空気の粒の間隔が広がった。

<この外に予想される説>

- ・粒々増殖説
空気の粒がどんどん増える。
- ・粒々分裂説
空気の粒が分裂して増える。

3 「研究会議（伝えて・聞いて・考えて）」

①～④の手順に従って、各々の考えについて、説明したり、意見交換をしたりする。

- ① 見て見てタイム
いくつかの代表的な説を見る。
- ② 集まれタイム
意思表示カードを用いて、同じ考えの児童同士でグループを組む。
- ③ わいわいタイム
各自が説明する。そして、上手に説明できるよう、説明の仕方について話し合う。
- ④ 聞いてね・教えてねタイム
各グループごとに説明し、すべてのグループが終わってから、質疑応答、意見交換をする。

<予想される児童の反応>

- ・熱気球のように、空気は暖まると軽くなるからア。
- ・空気は全体的に膨らもうとする。しかし、試験管の壁は曲がらないので、結果的にシャボン玉の部分が膨らむと考えてイ。
- ・アとイを合わせて考えてウ。
- ・空気は見えないが、きっと空気の粒が入っていて、一つ一つの粒が大きくなると考えてエ。
- ・シャボン玉の虹色がぐるぐる回って見えるからオ。
- ・空気が回るだけでは膨らまないと考えられ

◎研究会議「①見て見てタイム」用に、代表的な説をいくつか拾い出し、何人かの児童に、ホワイトボードにイメージ画を描くよう指示する。

◎**評** STEP1 試験管の口に石鹼水の膜を張って温めたとき、シャボン玉が膨らむ実験において、得られた結果を基に、試験管の中の空気の様子をイメージとして捉え、シャボン玉が膨らむしくみを図で表現することができたか。

(思考、技能・表現、行動観察・ワークシート)

◎「研究会議（伝えて・聞いて・考えて）」の進め方、言葉の使い方、発表の仕方については、学習前に手順や約束を指導（カードをノートに貼付）しておく。

◎言葉の使い方カード、発表の仕方カードは、いつでも児童が使えるように、各机に準備しておく。

◎「③わいわいタイム」では、教室後ろ半分の机に着席し、各自の説明と話し合いを行うよう指示する。

◎児童がどの段階の活動をしているかわかるように、①～④の札を黒板に掲示しながら、話し合いを進めていく。

◎児童にとって、この形態での話し合いは、初めてなので、時間がかかっても、十分時間を確保する。

- ・児童から、オやカには矛盾があると指摘されなかった場合は、教師のほうからオやカに矛盾がないか問いかけるようにする。そして、児童が温められた空気は上に上がるか、膨らむかのどちらかであることに気付くようにする。

るのでオはおかしい。

- ・シャボン玉と試験管はぴったりくっついて
いるので、カのように空気が入るとは考え
られない。
- ・空気の粒の間隔が広がると考えてキ
- ・温められた空気は上に上がるか、膨らむか
のどちらかであろう。ア～エ、キのどれか
が正しいのではないか。

4 次時の学習活動を確認する。

温められた空気は上に上がるのか、膨ら
むのか、別の実験で確かめてみよう。

① STEP2 試験管の口に石鹼水の膜を張って
温めたとき、シャボン玉が膨らむ実験におい
て、自分が描いたイメージ画を基に、シャボ
ン玉が膨らむしくみについて説明することが
できたか。

(思考, 技能・表現, 行動観察・ワークシート)

- ・「自分たちが考えたイメージ画をもとに、検
証実験を行い、確かめていくのだ」という気
持ちをもたせるようにして、意欲が持続する
ようにする。

7 第1次・第5時の学習

(1) 目標

○ 試験管の口に石鹼水の膜を張って温めたとき、シャボン玉が膨らむ実験において、自分が描いたイメージ画を友達が描いたイメージ画と比べたり、さらに検証したりすることによって、シャボン玉が膨らむしくみについて、温度の変化と空気の体積の変化を関係づけて、矛盾なく説明することができる。

(2) 研究主題に迫るために

本時の学習においては、児童がより矛盾なく現象のしくみを表現できるよう、これまでに出されたイメージ画（仮説）と検証実験の結果をもとに、再考する場を設定する。

(3) 準備・資料

＜実験で使用する物＞

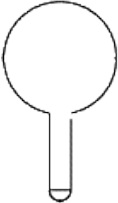
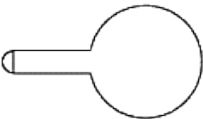
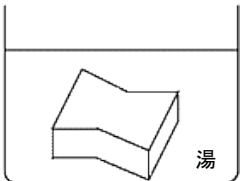
フラスコ、筒、石鹼水、ペトリ皿、使い捨てカイロ、牛乳パック（ストローの穴をセロテープで閉じる）、湯（50～60℃）、水槽

＜その他＞

黒板掲示用の課題、課題プリント、ノートパソコン、PowerPoint（実験の内容をスライドにしたもの）、プロジェクター、研究会議カード、イメージ画ワークシート、

(4) 展開

◎は研究主題に迫るための支援

学習活動と内容・予想される児童の反応	教師の支援と評価
<p>1 学習課題を把握する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>温められた空気は上に上がるのか、膨らむのか、別の実験で確かめてみよう。</p> </div> <p>2 実験方法を考え、確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 下や横にシャボン玉が膨らむかどうか調べればよい。 ・ 全体的に膨らむかどうか調べるには、潰れた牛乳パックなどを使えばよい。 <p>3 実験を行い、結果を記録する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>A フラスコ下向き</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>B フラスコ横向き</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>C 少し潰した牛乳パック</p> </div> <p>※A, Bについては、石鹼水の膜を張る。使い捨てカイロまたはお湯につけたタオル等で温める。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 空気は、どちらの方向にも膨らむ。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 前時の学習内容を振り返りながら、課題を確認する。 ・ 上以外の方向について調べればよいことを助言する。 ・ 方法を確認したところでPowerPointを用いて実験方法の図を提示する。 ・ 実験中、児童が方法をいつでも確認できるように、PowerPointを用いて実験方法の図を提示しておく。 ・ 実験を行う際には、安全上、ガラス器具、湯の取扱いに注意するよう助言する。

- 4 「研究会議（伝えて・聞いて・考えて）」
 ⑤じっくりタイムの段階として、話し合い、再考する。
 ・仮説イ，仮説エ，仮説キならば，説明することができる。

- 5 シャボン玉が膨らんだ理由についてまとめる。そして，あらためて，シャボン玉が膨らむしくみについて，イメージ画を描き，説明する文章を書く。

	空気の温度	空気のかさ
温める	高くなる	大きくなる
冷やす	低くなる	小さくなる

- 6 活動を振り返り，感想や調べてみたいことをノートに書く。
 ・今度は空気かわりに水で調べたいな。

◎⑤じっくりタイムの札を黒板に掲示し，これまでに出されたイメージ画と検証実験の結果をあわせて，矛盾なく説明できる説はどれか考えるよう助言する。

- ・まとめの段階で，「空気の膨張・収縮」を「空気の体積の変化」に置き換える。

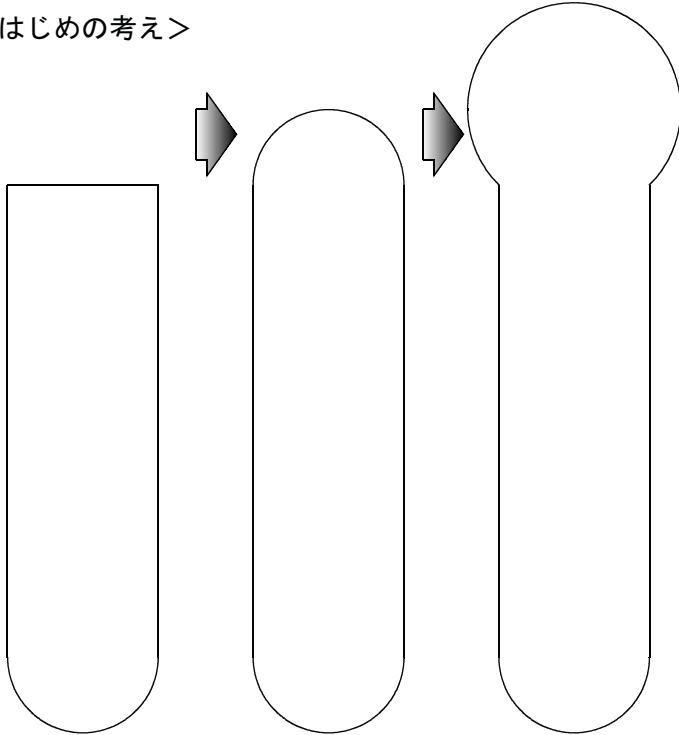
◎**評** STEP3 試験管の口に石鹼水の膜を張って温めたとき，シャボン玉が膨らむ実験において，自分が描いたイメージ画を友達が描いたイメージ画と比べたり，さらに検証したりすることによって，シャボン玉が膨らむしくみについて，温度の変化と空気の体積の変化を関係づけて，矛盾なく説明することができたか。

(思考，技能・表現，行動観察・ワークシート)

- ・第2次の「水の温度をかえて，かさの変化を調べよう」につながる児童の意見を紹介し，意欲が持続するようにする。

しけんかの口に石けん水のまくをはってあたためたとき、シャボン玉がふくらむのはなぜだろう？。そのしくみを考えよう。

<はじめの考え>

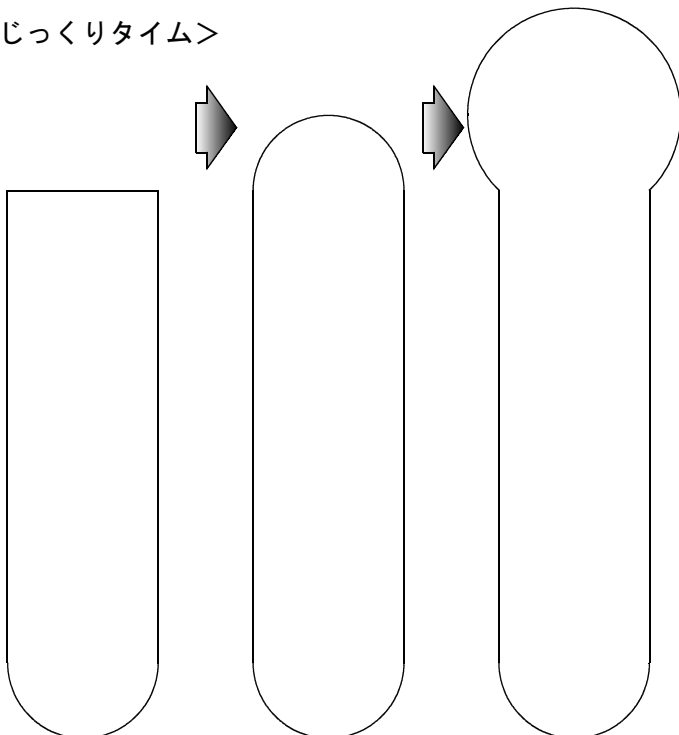


せつめい

Blank writing area with horizontal dashed lines for notes. A small illustration of a girl in an orange shirt is at the bottom right.

イラスト提供:ミュージアムパーク茨城県自然博物館

<じっくりタイム>



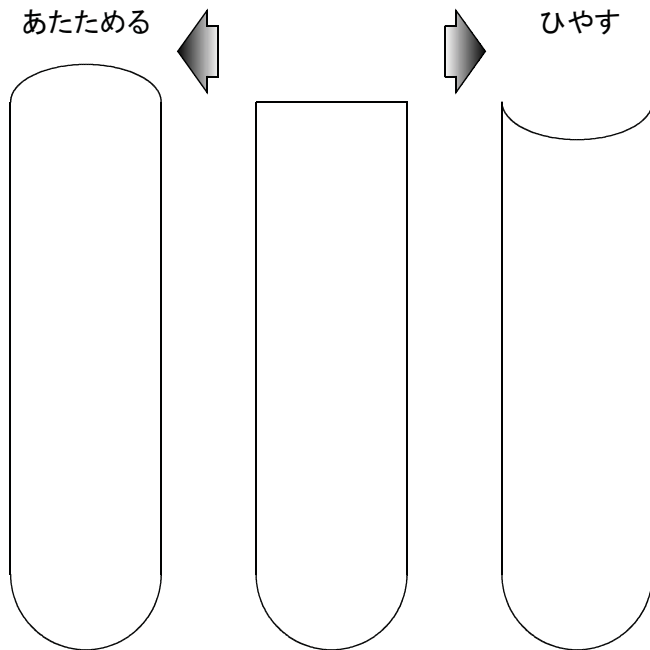
せつめい

Blank writing area with horizontal dashed lines for notes. A small illustration of a boy in a blue shirt is at the bottom right.

イラスト提供:ミュージアムパーク茨城県自然博物館

温度が高くなると水面がもりあがり、温度が低くなると水面がへこむしくみをイメージ画で表してみよう。

<はじめの考え>

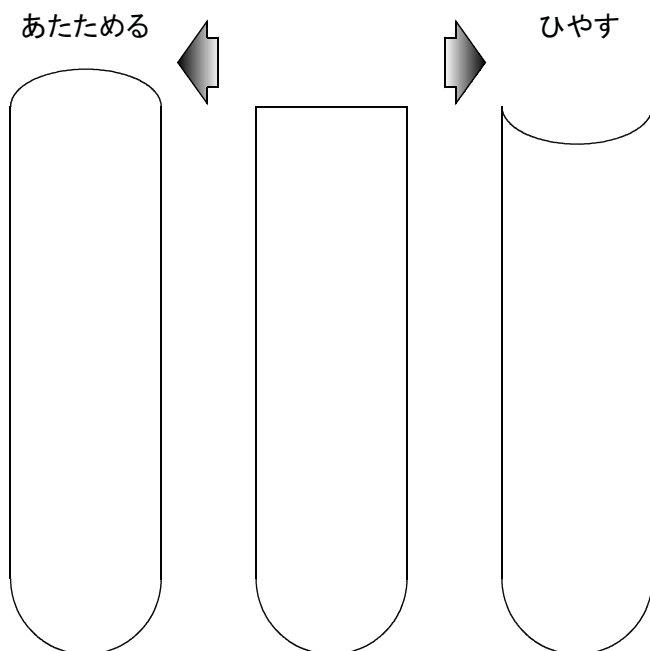


せつめい

Blank writing area with horizontal dashed lines for notes. A small illustration of a boy is in the bottom right corner.

イラスト提供:ミュージアムパーク茨城県自然博物館

<じっくりタイム>



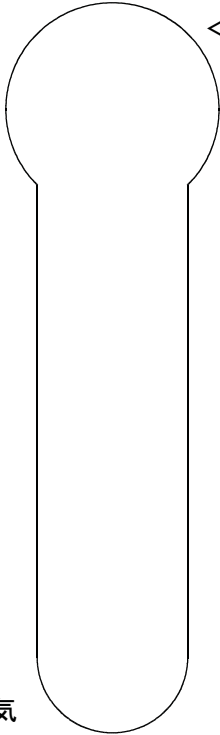
せつめい

Blank writing area with horizontal dashed lines for notes. A small illustration of a girl is in the bottom right corner.

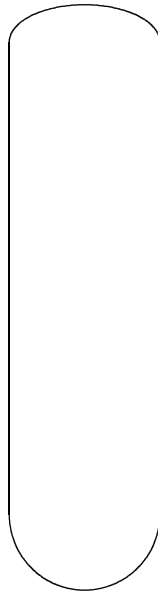
イラスト提供:ミュージアムパーク茨城県自然博物館

空気や水をあたためたときのかさの変わり方は、空気のほうが大きく、水のほうが小さい。そのちがいがわかるように、イメージ画でくふうして表してみよう。

<はじめの考え>



空気



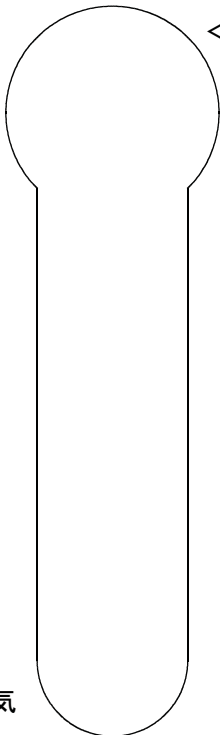
水

せつめい

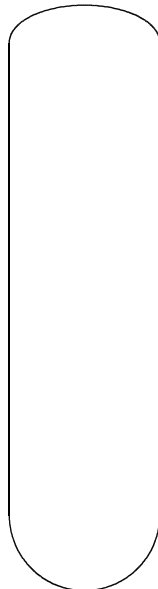
Blank writing area with horizontal dashed lines for notes. A small illustration of a girl in an orange shirt is at the bottom right.

イラスト提供:ミュージアムパーク茨城県自然博物館

<じっくりタイム>



空気



水

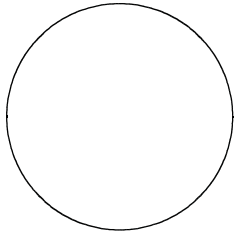
せつめい

Blank writing area with horizontal dashed lines for notes. A small illustration of a boy in a blue shirt is at the bottom right.

イラスト提供:ミュージアムパーク茨城県自然博物館

金ぞくの球（たま）が「わ」を通らなくなったり，通ったりするしくみをイメージ画で表してみよう。

<はじめの考え>



ねっする



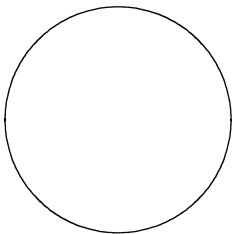
ひやす

せつめい

A large rectangular box with a dashed horizontal line in the middle, intended for drawing. On the right side, there is a small illustration of a boy with black hair wearing a green patterned shirt.

イラスト提供：ミュージアムパーク茨城県自然博物館

<じっくりタイム>



ねっする



ひやす


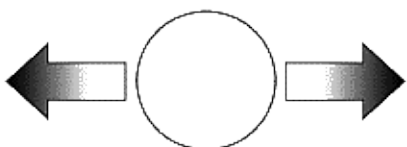
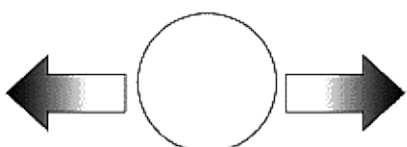
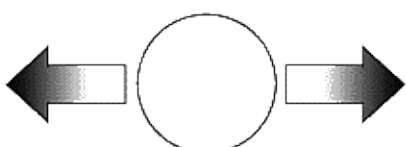
せつめい

A large rectangular box with a dashed horizontal line in the middle, intended for drawing. On the right side, there is a small illustration of a girl with brown hair wearing a purple shirt.

イラスト提供：ミュージアムパーク茨城県自然博物館

温度が変わったときの空気、水、金属のかさの変化について、
まとめてみよう。

4年 組 番 名前

	<p>あたためる</p> <p>() が</p> <p>()</p>		<p>ひやす</p> <p>() が</p> <p>()</p>	<p>か わ り か た</p>
	<p>() が</p> <p>()</p>		<p>() が</p> <p>()</p>	
空 気				
水				
金 属				

理科の学習での話し合い

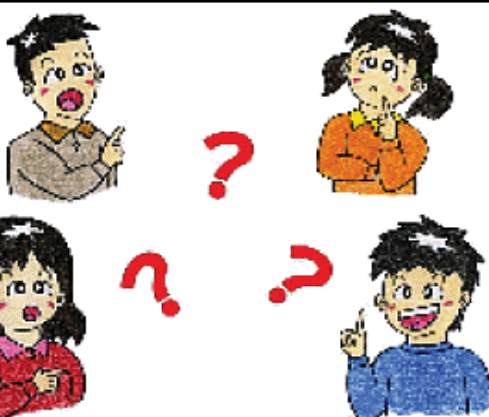
「研究会議(伝えて・聞いて・考えて)」

- ・科学者になった気持ちで考えよう！
- ・「どうして？・なぜ？」と思う気持ちを大切に！
- ・「どうして？・なぜ？」を「なるほど！」へ

① 見て見てタイム

自分の考えをしょうかいしよう。

友達の考えを知ろう。



② 集まれタイム

同じ考えの人どうしてグループをつくろう。

③ わいわいタイム

グループの中で自分の考えをせつめいしよう。

じょうずに発表できるように、みんなで話し合おう。

④ 聞いてね・教えてねタイム

グループごとにせつめいしよう。意見こうかんしよう。

⑤ じっくりタイム

みんなの意見を参考にして、もう一度考えよう。

研究会議(けんきゅうかいぎ)をふりかえろう

4年 組 番 名 前 _____

◎:よくできた

○:どちらかといえばできた

△:どちらかといえばできなかった

×:ぜんぜんできなかった



		月 日	月 日	月 日	月 日	月 日
1	グループの中(学級の前)で、自分(自分たち)の考えを説明することができましたか。					
2	友達の考えをよく聞き、参考にすることができましたか。					
3	「聞いてね・教えてねタイム」のとき、友達の考えについて、感想や意見を言うことができましたか。					

イラスト提供:ミュージアムパーク茨城県自然博物館