

I 公開授業の指導案

第3学年 理科学習指導案

指導者 藤屋 慎一郎

1 単元名 熱伝導

2 単元設定の意図

空気温度計（図1）は、16世紀にガリレオが考案したもので、フラスコの中の空気の体積変化により、温度を計れるしくみになっている。空気温度計のしくみを説明しようとする、空気の変化を考える必要がある。しかし、空気自体が見えないため、フラスコの中を一生懸命に観察しても何がおきているかを目でとらえることができない。したがって、粒子モデルを用いて事象のしくみを考えることが必要となるのである。これらのことは、偉大な科学者が様々な仮説を立てながら、事象のしくみを解き明かしてきた過程そのものである。どのような考え方をすれば、事象のしくみを忠実に表すことができるかを中学生が考えることは、とても意義深いことである。また、この教材の価値は、粒子の運動と熱の関係を考えさせることができるところにもある。熱が伝わる現象についても、粒子の振動で説明できることに気づかせ、エネルギー概念に関する幅広い理解につなげたい。このように、「熱伝導」に関する単元を設定することで、生徒の自然事象に対する見方の幅を広げることができると考えている。また、「手を触れていないのに示度が動く」という意外性も、生徒の関心を高め思考を活性化させると考えている。

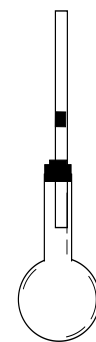


図1

生徒はこれまでの化学領域の学習で、粒子という目に見えない存在を用いて、身のまわりに起こる事象のしくみを説明することを経験してきた。例えば、1年生で学習する状態変化や2年生の質量保存の法則などである。これらの現象を説明することで「粒子の存在」「粒子の保存性」「粒子の運動性」といった科学の基礎的な概念を学習している。生徒の中には、化学式や化学反応式を覚えるだけで、事象を理解するツールになっていない生徒もいる。生徒にとって、目には見えない粒子で考えることは難しいことなのであろう。その一方、粒子で考えることが事象の本質的な理解につながるため、興味深く学習に取り組む生徒も多い。このように、生徒は事象のしくみを理解するために粒子で考えることに、難しさを感じながらもおもしろさも感じ始めているのである。

本時の授業では、最初に温度によって体積が変化する理由を粒子で考えさせる。3年生の授業では、これまでに学習した粒子自体は変化しないことや数が増えることをベースに、粒子の運動性と熱の関係を考えさせたい。ここでは、これまでに学習してきた粒子の保存性や粒子の運動性について確認しながら、体積変化につなげたい。そして、授業の後半部分には熱伝導のしくみを粒子で考える。熱伝導を粒子という目に見えないもので考えることで、熱の本質的な部分にふれ、自然への関心を高め、エネルギー概念の獲得につなげていきたい。

3 単元（題材）の学習計画（総時数 3時間）

- ① 粒子を用いて事象を考える。・・・・・・・・・・・・・・・・・・2時間

- ② 空気温度計の実験から熱伝導のしくみを考える。・・・1時間 <本時 1 / 1 >
- ③ 熱の伝わり方について確認する。・・・・・・1時間

4 本時案

(1) 本時の主眼

空気温度計のしくみを考えることで、温度上昇による体積変化を粒子の運動で説明し、熱伝導と粒子の関係性に気がつくことができる。

(2) 研究主題とのかかわり

授業では、小集団による協働的な学習活動を軸に課題解決を図りたい。それぞれの考え方を伝え合い、整理しながら考える活動を仕組み、そこから意見を全体で共有する場面を設定する。この時、自分の認識とのつながりを感じることができるよう支援を進めていきたい。また、どうしても実体モデル図での表現とつなげることができない生徒には、粒子の運動状態を視覚的にとらえることができるモデルを用いて理解を図りたい。

相互に認識をつなげる活動を進めることで、粒子概念の獲得につなげたい。

(3) 準備 空気温度計、ホワイトボード、実体モデル、ワークシート

(4) 学習過程

学習内容・働きかけ	予想される生徒の反応	教師のてだて・支援・評価
1 空気温度計を提示して、示度が増える理由を考える。「なぜゼリーは動くのだろうか」	<ul style="list-style-type: none"> ・手で温めたから ・空気が膨張したから ・空気が押し上げたから ・気圧が高くなったから 	<ul style="list-style-type: none"> ・空気温度計を提示して、示度が増える様子を演習実験で示す。 ・フラスコ内の空気が温められ体積が増えたことが原因であることを伝える。
ゼリーが動いたことを（体積変化）粒子で説明しよう		
2 ホワイトボードに体積変化の理由について粒子モデルを用いて考える。	<ul style="list-style-type: none"> ・粒子の数の変化や大きさの変化で考える生徒もいるかもしれない。 ・粒子の運動の様子と体積変化を関連づけて考える生徒もいるだろう。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ホワイトボードを配布し、粒子モデルを用いて体積変化を説明するように指示する。 ・話し合いの途中で、粒子の数や大きさは変化しないことを確認する。 ・熱により粒子の運動が激しくなり、体積変化のつながることを確認する。
3 粒子の実体モデルで体積変化を確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・モデルで確認して理解を深めるだろう。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実体モデルを提示し、熱運動と体積変化の関係を確認する。 ◇体積変化を粒子の運動で説明することができる。

熱があたたかいものから冷たいものに伝わることを粒子で説明しよう		
<p>4 熱が温かいものから冷たいものに伝わるしくみを粒子の運動で説明する。</p> <p>・資料を読み、電子レンジで物が温まるしくみを確認する。</p>	<p>・熱を粒子の運動ととらえ、運動の伝わりと考えられる生徒もいるだろう。</p>	<p>・熱伝導のしくみを粒子モデルで考えるように指示する。</p> <p>・熱とは粒子の運動であることを伝え、教科書の熱伝導の部分を確認する。</p> <p>◇粒子を用いて、熱伝導のしくみを理解することができた。</p>

(5) 評価

- ・粒子を用いて、熱伝導のしくみを理解することができたか。

浅江小学校 第6学年 理科学習指導案

指導者 藤田 猛

1 単元名 空気の状態のモデル化

2 単元設定の意図

小学校と中学校の教科書を見比べてみると、同じような内容の実験や観察が多いことが分かる。そのため、中学校で実験をしていると「こんな実験を小学校の時にやったよね」などの会話を聞くことがある。しかし、小中の学習指導要領を見てみると、取り上げる事象は同じでも身につけさせたい力が異なることが分かる。例えば、物質の溶解について、中学校では粒子モデルを用いて溶解を説明するのに対し、小学校では溶ける量の変化を調べることや蒸発乾固などの実験から規則性や性質をとらえることが中心となる。小学校では、粒子モデルを用いて事象のしくみを説明することはしないものの、多くの単元で図や絵などを用いて事象を考えることに取り組んでいる。それは、単に空気の性質を理解させるだけでなく、見えない空気のイメージを表したり、粒子モデルで書かせたりすることで、見えなくても存在することや質量があることをイメージさせるためである。本時は、体積の増加を空気の粒で説明する。これから学ぶ粒子概念の導入として、小学校でも粒子モデルをあつかい、小中の滑らかな接続を図ることは、とても意味があることだと考える。

空気や水溶液のように、目には見えないのに存在することを理解することはとても難しいことである。4年生で水や空気の体積変化などの性質について調べたり、5年生で物の溶け方を考えたりする体験を通して、見えないが存在することを学習していく。食塩水は塩の味がすることは知っていても、水に塩を溶かしながら「塩はどこに行ったの」と聞いてみると「なくなった」と答えるなど、知識があっても生徒の素朴な認識が強いことが分かる。このように、知識としては様々なことを知っている児童も、「空気には重さがない」「溶けるとなくなる」などの素朴概念をもっていることを十分に把握して授業を行う必要がある。

本時の授業では、空気温度計の示度が動く理由を考える。手を触れていないのにゼリーが動くことに児童はおもしろさを感じ、積極的に考えるであろう。ゼリーが動くのは空気の変化によるものだと確認し、空気がどのように変化したのかを推測させて、空気をイメージした図を描かせる。この時、既習の空気の中には酸素や二酸化炭素といった粒が分布していることにふれ、空気を一つの粒で表すことを説明する。粒の数や大きさの変化など様々な考えが出てくることが予想されるが、空気をイメージすることに重点を置くため、すべての考えを肯定的に評価し、イメージを一層膨らませていく。粒子概念の構築の初期の段階では、空気を描かせることで粒子が存在することに気付かせることに重点を置き、中学校で学習していく粒子の保存性や運動性につなげていきたい。

3 単元（題材）の学習計画（総時数1時間）

- ① 空気の体積変化をモデル図で表してみよう。 1時間 <本時>

4 本時案

(1) 本時の主眼

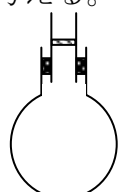
空気温度計の示度の動きのしくみを説明することを通して、空気のように見えないけれど存在しているものを粒で説明できることに気付くことができる。

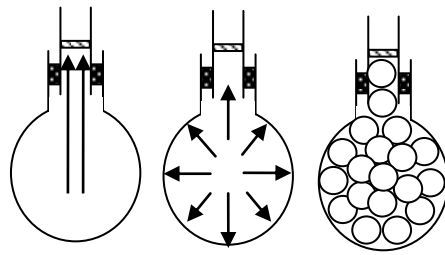
(2) 研究主題とのかかわり

個人の考えを小集団で伝えあう場を設定し、他者の多様な考え方にふれることで自己の思考を深めさせていきたい。また、これまでに学んだ内容や経験したこととのつながりを感じとらせたい。

- (3) **準備** 空気温度計、粒子の実体モデル、デジカメ、プロジェクター、スクリーン、ホワイトボード、ワークシート

(4) 学習過程

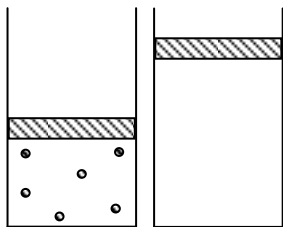
学習内容・働きかけ	予想される生徒の反応	教師のてだて・支援・評価
1 ゼリーがガラス管内を上昇する映像を見て原因を考える。 「この下はどうなっているか」	<ul style="list-style-type: none"> ・4年のときの空気の膨張を思い出す。 ・手で温めている。 ・空気は温めると、膨張する。 ・空気は温めると、上昇する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・児童に、本時の学習で取り扱う、熱と空気の体積変化について意識させるとともに、これまでに学んだり、経験で得たりした知識を整理する。
2 空気温度計をさわってゼリーを上昇させる。	<ul style="list-style-type: none"> ・ゼリーの移動を楽しみながら実験を行うだろう。 ・ゼリーが飛び出すのに驚く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス管が長いので、折ったり、周りの人をついたりしないよう伝え、安全に行わせる。
3 空気が温まるとゼリーが上昇する仕組みを考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・図に矢印を使って表現する。 ・空気が上昇しゼリーを押し上げる。 ・空気が膨張しゼリーを押し上げる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・図を使って考えたことを表現させる。 ・班内で発表しあい、代表のものを全体で発表させる。 ・示度の変化が空気の温度変化に起因する体積変化によるものであることを確認する。



・物質の溶解を想起させ、見えないのは粒が小さいため、空気も粒でできていることを伝える。

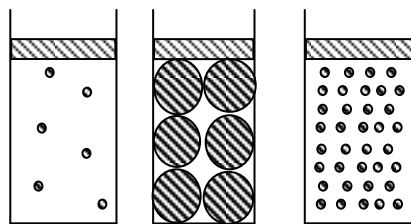
空気の変化をモデル図で表そう

4 ゼリーが上昇するときの空気の様子をモデル図で表し、説明する。



- ・粒が大きくなる。
- ・粒が多くなる。
- ・粒が上に移動する。押し上げる。
- ・粒の間隔が広がる。
- ・粒の大きさや数は変わらない。
- ・矢印を使って表現する。

・肺の中の空気の図を提示し、空気の粒子モデルのイメージを膨らませる。
 ・示度が基準の位置のときの空気の様子を粒子で表し提示することで、変化を粒子に着目して考えさせる。
 ・数名の児童にホワイトボードに書いたモデル図を説明させることで、多様な考え方を引き出す。
 ◇空気の様子をモデル図で表し、説明できた。



5 空気の膨張と粒子の動きを粒子の実体モデルで見る。

- ・粒子の動きに驚く。
- ・粒子の数や大きさは変わらなくても、間隔が広くなれば体積が大きくなることに納得する。

・粒子モデルのイメージが中学校につながることを伝え、学ぶ意欲を喚起する。

(5) 評価

- ・目に見えない空気の様子をモデル図で表し、説明しようとすることができたか。

II 板書型指導案 (別紙)

III 研究協議での意見、考察

今回の研究授業では、中学3年生と小学6年生の同じ題材での授業を比較することで、学習のつながりやその系統性を協議した。

1 中学3年生の授業について

授業後に行われた研究協議では、以下のような意見が出された。

- ・「熱」と「温度」は、きちんと区別して使った方がよい。授業中に「体温」のことを「熱」と変換していた。日常生活で使う言葉と科学的用語を区別して指導をすることは大事なことである。

- ・ 「熱」はエネルギーであり、「温度」は受け取ったエネルギーにより物体の状態が変化することである。本時の授業の流れでは、熱（エネルギー）を取り扱うよりも、粒子の振動と温度上昇をつなげることをメインにして、主発問にすればよかったのではないだろうか。
- ・ 「熱があたたかいものから冷たいものに伝わることを粒子で説明しよう」という発問より「温かいものと冷たいものが接触すると温度がどうなるかを説明しよう。」という発問の方が良かったのではないか。
- ・ ワークシートの図を拡大してラミネートしたものが各班に配布されていた。そのため、各班の発表がとてもスムーズであった。裏に磁石が貼ってあり黒板に貼ってグルーピングにも使用していた。これからの自分の授業でも活用していきたい。
- ・ 各班での話し合いの様子は、科学的な語句を使用するなど、学んできたことを活用して行われていた。考えるという場面が仕組み、生徒の活動があったことがよかった。

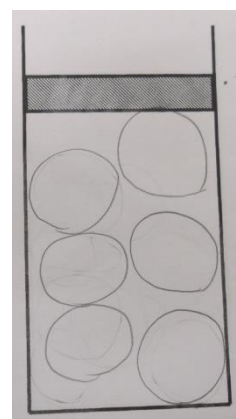
2 小学6年生の授業について

授業後に行われた研究協議では、以下のような意見が出された。

- ・ ガラス管を横に向けて実験を行えば、空気が上昇してゼリーが動くという考えが違っていることに気づき、生徒の思考を膨張する空気の状態のモデル化へ集中させることができる。
- ・ 小学校では目に見えるマクロな現象を主に扱っている。目に見えないミクロな世界を粒子のモデルで表そうとした時は、難易度が上がりすぎて生徒の思考が追いついていなかった。実体モデルを見せることで平面的なイメージから立体的なイメージへの転換ができるので、マクロな現象からミクロな世界のモデル化の間で実体モデルを見せると、生徒の思考がうまくつながったかもしれない。

3 全体的な考察

今回の研究授業を通して感じたことは、粒子概念を扱う学習では、小学校でマクロな視点で現象を捉えてその様子を言葉で表現する力を育て、中学校でミクロな視点で現象を捉えて一般化して表現する力を養う指導を展開する重要性である。粒子概念は化学の領域で扱う内容が中心であるが、今回のようにエネルギー概念との関連性を見出させる内容として扱うことで、粒子の運動に関する概念や、粒子運動に関係する体積変化などの目で見えて確かめることができる現象との関係性を見出すこととなり、粒子概念に対する子どもたちの認識を広げることが可能となる。小学校理科の教科書にも、様々な粒子概念に関するモデル図が用いられており、これらについて理解する学習を積極的に導入することは、中学校での学習において小学校での既習事項を想起させる際に有効に機能すると考えられる。例えば、空気の体積が膨張する現象を示した右のような図がある。この図を見た小学生の多くは粒子そのものが大きくなることを想起したが、中には粒子が動く範囲が広がる（膨張している範囲で粒子が動いている）と考える児童も見受けられた。また、中学生は、体積膨張を熱エネルギーと関係づけて粒子運動の速度で説明するなど、既習の知識や概念を活用してモデル図として一般化する生徒が見受



けられた。共通の概念形成を課題として、小中が連携して授業研究を進めることは学習内容と指導の系統性の大切さを改めて認識する機会となった。

IV 実践の成果

1 中学校

・多くの班が、**図1**のように膨張の理由を粒子の振動で説明することができた。目には見えない空気を粒子モデルで考えることで、事象のしくみを説明できたのである。「見えること」を「見えない粒子モデル」で解明できたことは、生徒にとって科学的なおもしろさを感じた瞬間であったと思う。

・**図2**は授業の中で小学生が書いた図で矢印は暖かい空気が上昇することを表している。**図3、4**は中学生が暖まると粒子が軽くなり上に行くと考えた図である。この図のように、素朴概念が根強く残っている生徒もいることがわかる。この素朴概念を科学的に正しいものにしていくための手だてが必要であったと思う。今回は、実体モデルの観察で理解を図ったが、フラスコを横に向けた場合を予想させ、実験で確認するなどの工夫があれば、粒子の動く向きについての理解が深まったと考えられる。

・**図5、6**は温度が伝わることを書いたホワイトボードである。温度が伝わることを粒子の運動で説明することができている。これらの発表を聞き、多くの班が納得することができた。

2 小学校

授業後の感想では次のようなものが多くあった。

- ・自分の思ったことと違ったけれど、とても楽しかった。もっと調べていきたい。
- ・最初はゼリーが動く理由が分からなかったけど、途中からだんだん分かってきて、とても楽しかった。
- ・温めても、空気の粒は、数が増えたり、大きくなったりしないことにビックリした。
- ・空気はいろいろな動きをするのだなあと思った。

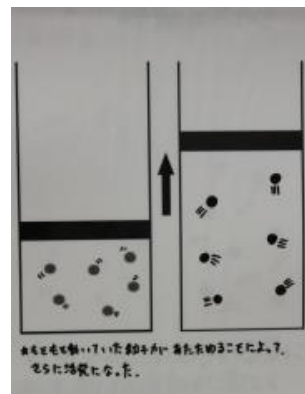


図1

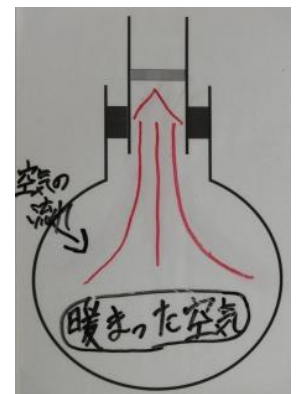


図2

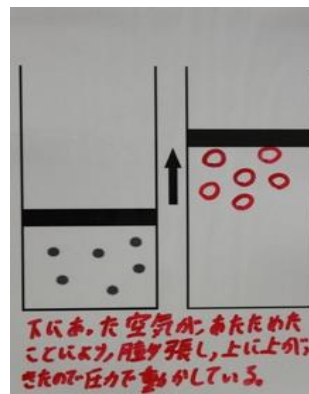


図3



図4

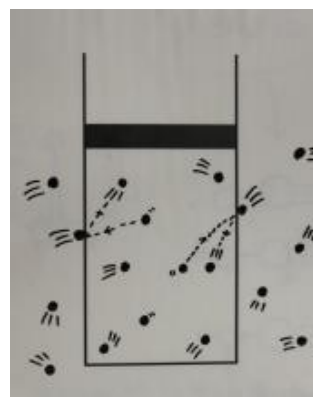


図5

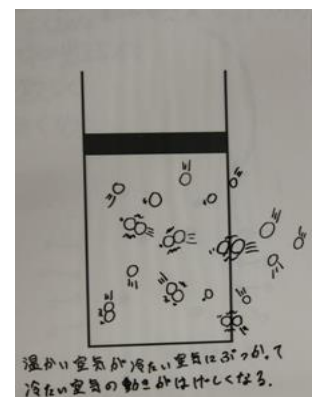


図6

- ・ 実体モデルで空気の粒がいきなり暴れ出したのでとても驚いた。
- ・ 実体モデルで見た空気の粒の動きは、実際には空気中でどのようになっているのかを知りたい。
- ・ 空気にはいろいろな気体があるから、全ての気体が激しく動くのかを調べてみたい。
- ・ どんなときでも空気が動いているのかを調べたい。
- ・ 実験をすることで、今まで知らなかったことやはじめて知ったことがあった。
- ・ 中学校の理科で習うことが分かって良かった。
- ・ これまでに習っていてもちゃんと覚えていないので覚えるように頑張る。

3 成果のまとめ

自分の予想と異なる反応を見たり、新たな概念にふれたりしたときに、児童・生徒の思考が活性化し、知的好奇心を高めるのは、小学生も中学生も同じである。小学生は、今回の授業を通して、見えないものを粒子で表し、解釈しようとすることに関心をもった。また、中学校で中学校教員からの授業を受けることで、中学校入学後の様子が推測でき、中学校での授業への抵抗が少なくなった。そして、少し難しく、目新しい学習内容は、児童のもっと知りたいという探求心をかきたて、学習意欲を向上させた。

中学生にとっても、温度が伝わることを粒子の運動で説明することは、少し難しく、目新しい学習内容である。生徒は多様なイメージ図を書き、工夫をして説明ができた。また、よくイメージできない生徒も、その説明に興味をもって耳を傾け、理解に努めるなど、学習意欲の向上につながったと考えられる。

V 学校全体での取組や他教科への広がり

本校では、学ぶことにおもしろさを感じ、「つながり」の中で共に伸びる授業の構築をめざしている。次の3つの「つながり」を意識することで、授業改善に努めている。

- ・ **教材との「つながり」**
教材と生徒がつながることにどんな価値があるか（教材の価値）
教材とつながることで、生徒はどんなおもしろさを授業に感じるのか（生徒の学習意欲）
- ・ **仲間との「つながり」**
どのような場面で小集団を活用することで、どんな効果が期待できるか（小集団活用意図）
安心して学び合いができる場があるか（授業の場作り・人間関係作り）
- ・ **1時間の「つながり」**
授業のねらい、活動、振り返りが一つのストーリーになっているか。

全教員が各教科で、年間1回、この「つながり」を意識した研究授業を行っている。特に、教材とのつながりについては、小中連携教育による研究活動を行う中でも、教科ごとに課題を設定して、系統的な指導のあり方についての研究に取り組んでいる。例えば理科では、粒子に関する概念を9年間でどのように形成していくかを課題として、小学1年から中学3年まで9年間を見据えた指導のあり方や、教材の選定などについての研究協議を進めている。

VI おわりに

小学生と中学生に空気温度計という同じ題材での授業を構想することによって、小学校ではマクロな現象をしっかりと扱うことが大切で、その後に中学校でミクロな視点での粒子概念を理解させることが大切であることを、再確認できた。しかし、中学校の学習内容は、小学校の学習内容を踏まえたものである。中学校で指導する場合も、小学校で何をどのように学習してきたかを把握しておくことで、重複した内容について小学校での学びを踏まえた中学校に合った説明が可能になり、効率的な学習過程を工夫できるのではないだろうか。

本研究に御支援、御協力をいただいた関係各位に感謝し、更なる研鑽を積み重ねたいと考えている。

1 主眼

空気温度計のしくみを考
えることで、温度上昇によ
る体積変化を粒子の運動で
説明し、熱伝導と粒子の関
係性に気がつくことができ
る。

2 指導上の留意点

① ゼリーがガラス管内を上
昇する様子を見て、ゼリー
の動く理由をホワイトボー
ドで説明させる。

② 粒子モデルを描かせた後
に、粒子の数や大きさは変
化しないことを確認する。

③ 粒子の実体モデルを用い
て、温度の変化による体積
変化と粒子の運動の関係を
まとめる。

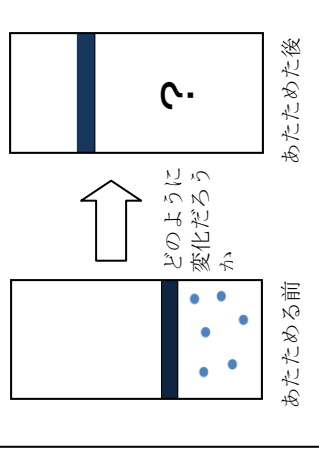
④ 熱伝導について班で出た
意見をホワイトボードに書
かせ発表させる。

⑤ 電子レンジでもものが温ま
るしくみを、読み物資料と
して配付する。

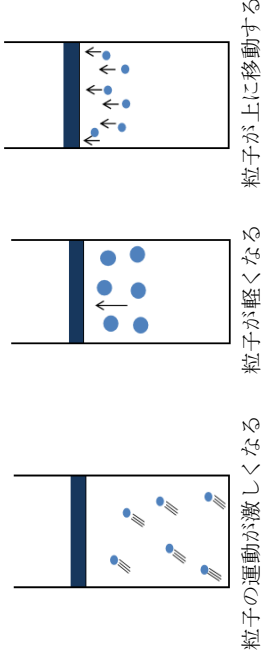
評価

粒子を用いて、熱伝導のし
くみを理解することができ
たか。

ゼリーが動いたこと（体積変化）を粒子で説明しよう

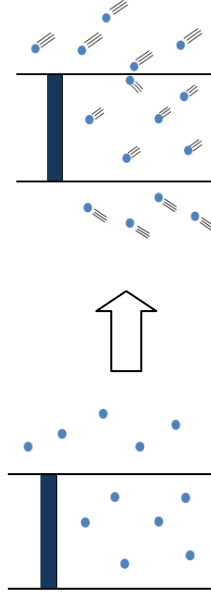


各班のモデル図を分類



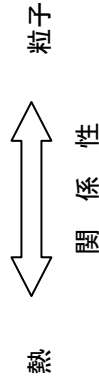
まとめ
・粒子の運動の様子が変化し
たことで、体積が変化し、
ゼリーが動く。
・粒子に数は増えたり減った
りしない。
・粒子の形は変化しない。

温かいものと冷たいものが接触すると
温度がどうなるかを説明しなさい



外側の激しく動いている粒子の振動が、内側の粒子に伝わる
内側 振動が激しくなる → 温度上がる
外側 振動が緩やかになる → 温度下がる

熱と粒子の運動の関係性



あたたかい 粒子の振動が激しい
冷たい 粒子の振動がおだやか
～発展～

電子レンジでもものが温まるしくみ
マイクロ波をあてることで、水分子を振動させる。

本時の流れ

①ゼリーがガラス管内を上昇する様子を観察させ、その理由をモデルで考える。

発問 ゼリーが動いたこと（体積変化）を粒子で説明しよう。

②粒子の実体モデルで、体積変化と粒子の運動性の関係を確認する。

③温度が温かいものから冷たいものに伝わるしくみを粒子モデルで考える。

発問 温かいものと冷たいものが接触すると温度がどうなるか説明しなさい。

④熱が伝わるしくみと粒子の関係を確認する。

1 主眼

空気温度計の示度の動きのしくみを説明することを通して、空気のように見えないけれど存在しているものを粒で理解できることに気付くことができる。

2 指導上の留意点

① ゼリーがガラス管内を上昇する映像を見て原因を考え、既習の知識を引き出し、整理させる。

② ゼリーが上昇するしくみについて、ガラス管を横に向けて実験することで、空気の膨張に着目させて、思考の方向性をしぼっていく。

③ 個人で考える時間を確保し、班で話し合わせ、全体への発表へつなげる。

④ 班で出た意見をフリップに書いて情報を発信したり、整理したりさせる。

評価

目に見えない空気のようなモデル図で表し、説明しようとすることができたか。

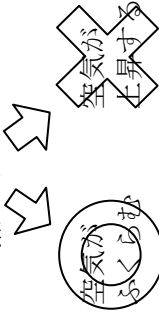
ゼリーが動くのはなぜだろう

◎画面の下では何をしているのか。

- ・容器をお湯につけている。
- ・容器を手でさわる。



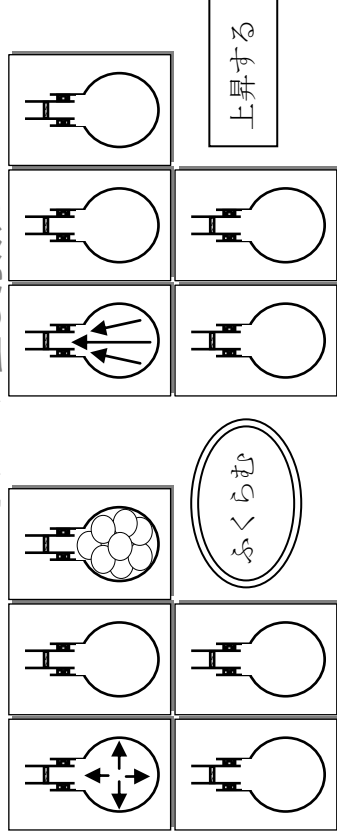
温度を上げる
熱を加える



◎フラスコで何が起きているのか。

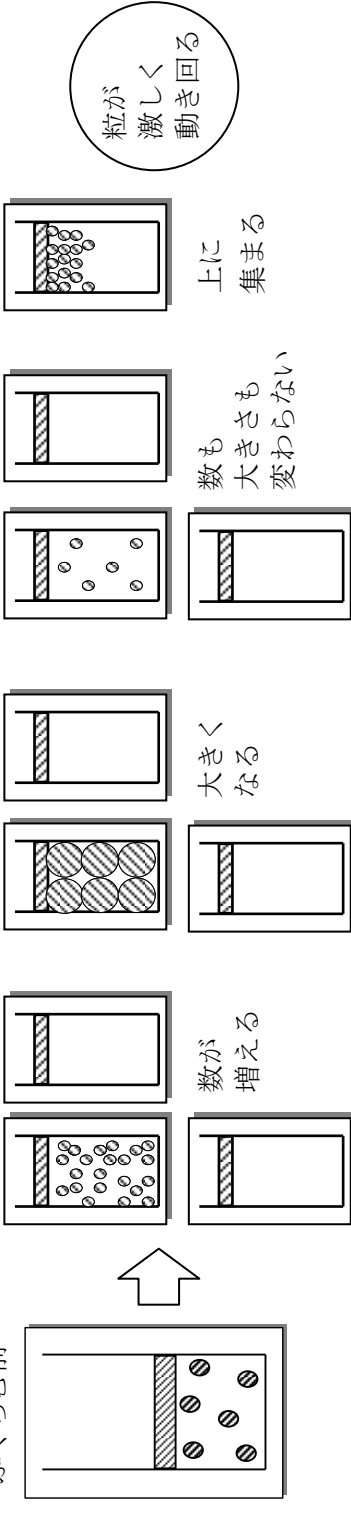
・空気がゼリーを押す

イメージ図を分類して



◎ふくらんだ空気を図で表そう

・ふくらむ前



本時の流れ

①ゼリーを上昇させる操作を確認する。（ゼリーの部分のみの映像から推測、実験で検証）

◆フラスコ内の空気を温める。_____

②ゼリーが上昇する時のフラスコ内の様子を説明する。

◆空気がふくらむ。_____

③ふくらんだ空気を図（粒）で表現する。

◆粒の数は変わらない。隙間が広くなる。粒が大きくなるという解釈。_____

発問 この下（映像に映っていない部分）はどうなっているか。

発問 フラスコ内の様子を説明しよう。

発問 空気の变化をモデル図で表そう。