

第1学年 理科学習指導案

1年1組 男子22名 女子18名 計40名

指導者 五十嵐 大輔

【授業】 9:40~10:30 会場 第1理科室(2階)

【協議会】 10:45~11:55 会場 1年4組(2階)

1 単元名 状態変化と粒子モデル

2 単元について

(1) 単元設定の趣旨

私たちの身の回りには様々な物質があり、それらは温度によって固体・液体・気体へと姿を変える。例えば冷蔵庫の中では様々な物質が同じ温度でも液体、固体として保存されていたり、空気中では様々な物質が気体として存在していたりと、身の回りには物質が様々な姿で存在している。しかし、生徒がそれらの物質を原子や分子等の粒子の視点から考えたり、なぜ状態が変化するのかを考えたりすることは少ない。

本単元では体積の変化や質量の保存、形を維持できるかなどを手掛かりにし、それらを粒子モデルと関連付けて状態変化を理解させることがねらいである。しかし、実際に粒子の運動の様子を観察することは難しい。そこで、始めに液体が気体に状態変化するとき体積が大きくなる様子を観察し、体積の変化と粒子の様子の関係性について考えさせる。そこから、生徒自身が考えた粒子モデルを基に、液体が固体に状態変化するときの粒子の様子の変化を実体的に考えさせる。また、中学校の学習では物質の状態と粒子の様子の関係を扱うが、変化に関する熱について多くは取り上げない。粒子の運動の変化について、熱のエネルギーと合わせて考えることは中学校の理科だけでなく、高校化学でも重要な捉え方となるため、熱と粒子の運動の関係を考えさせる指導の工夫が必要である。

この学習を通して、状態変化における粒子の運動の様子と熱とを関係付けて理解させるとともに、目に見えない事物・現象を実体的に捉え、議論できる力を育みたい。

(2) 生徒の実態

小学校では、金属や水、空気は温度変化に伴って体積が変化することを実験や観察を通して学習している。また、水は温度によって状態が変化することや、水が氷になると体積が大きくなることを学習している。

中学校では、水溶液中の溶質の様子を粒子モデルで表すことで、目に見えない事物・現象について考えを深めてきた。水に溶けた砂糖の粒子は水の中でどうなるのかを議論したときには、砂糖が水に溶けると粒が見えなくなることから、「粒子の広がり」や「粒子の大きさ」が変化すると考え、妥当性について話し合った。「粒子の広がり」について、時間が経っても水溶液の濃度は全体で均一になっている点から、粒子が全体に広がる粒子モデルを考えた。「粒子の大きさ」については、砂糖の粒が見えなくなることから、溶けることによって、一つの大きな粒子が分割によって細くなるという考えや、粒子が見えなくなるほど小さくなると水溶液に色が消えるという理由から、大きさ自体は変化しない小さな粒子の集まりが散らばるという考え等、様々な考えを話し合った。話し合いの中で、根拠を明らかにして議論することや、様々な考えの共通点や相違点に注目することを大切にしながら考えをまとめ、「物質が水に溶けるとは、粒子が水全体に広がることである」と結論付けた。この学習を通して、目に見えない事物・現象について粒子モデルを用いて表現することの有用性や、根拠をもって結論付けることの大切さを感じている。

(3) 指導の構え

課題を追究するにあたり、粒子モデルを活用させる。実験結果や日常的に感じている状態の特徴等を根拠に、粒子モデルでそれぞれの様子を表現しながら、活発な話し合いをさせたい。しかし、生徒の考えが正しいかどうかを実証することは難しい。そこで、自分たちの考えが妥当なものかどうかを確かめるために、様々な考えの共通点や相違点に注目させたり、根拠を明確にさせたりする。それらを議論しつくすことで、納得のいく結論を導かせたい。このような学習活動を積み重ねることで、物質の状態や粒子の様子を実体的に捉えたり、多面的に考えたりし、それらを議論できる力を伸ばすことにつながると考えている。

また、熱と粒子の様子について考えることは、エネルギーを主とする領域と粒子を主とする領域の「見方・考え方」を組み合わせる用いることになるため、生徒にとって思考の過程が複雑になると考えられる。生徒に働かせたい「見方・考え方」を整理して明確にし、発問の仕方やタイミングを工夫することで、共通の視点で課題の解決に迫ることができるようにしたい。

3 「見方・考え方」を働かせ、「深い学び」を実現する授業づくり

(1) 理科の「見方・考え方」

○見方

量的・関係的な視点	エネルギーを柱とする領域
質的・実体的な視点	粒子を柱とする領域
共通性・多様性の視点	生命を柱とする領域
時間的・空間的な視点	地球を柱とする領域
原因と結果の視点	様々な場面で用いる
部分と全体の視点	
定性と定量の視点	

○考え方

比較する	比較して、共通点や相違点を明らかにする。
関係付ける	既習の内容や生活経験と関係付ける。変化とその要因を関係付ける。
条件を制御する	制御すべき要因と制御しない要因を区別しながら実験・観察を行う。
多面的に考える	互いの予想や仮説を尊重しながら追究したり、仮説や実験方法を再検討したり、複数の実験結果から考察したりする。

(2) 本時の学習内容に特にかかわる既習内容とその学習時に働かせた「見方・考え方」

学年	単元と学習内容		働かせた「見方・考え方」
小学校 第4学年	温度と体積の変化	・温度変化と体積の変化	・質的・実体的な視点 ・温度変化と体積の変化を関係付ける。
小学校 第4学年	水の三態変化	・温度と状態変化	・質的・実体的な視点 ・温度変化と状態変化を関係付ける。
中学校 第1学年	水溶液	・粒子モデル	・質的・実体的な視点 ・物質の溶解と粒子の様子を多面的に考える。

(3) 本単元における「深い学び」

物質の体積、粒子の運動、熱のやりとりを関係付けて考えることで、微視的に事物・現象を捉える力を育める。

生徒は、小学校で温度の変化と物質の体積や状態変化を関係付けて捉えてきている。また、日常生活の中で様々な物質を見たり触れたりすることで、物質の状態の特徴を大まかに理解している。本単元では、始めに液体が気体に変化するときに体積が大きくなる現象を観察する。状態変

化によって体積が大きくなる様子を、粒子モデルを使って表現する。物質の状態と粒子の様子について話し合う中で、液体から気体への変化における体積変化と粒子の運動の関係を理解させたい。また、熱は状態変化に欠かせない重要な視点である。加熱によって粒子の様子にどのような変化が起こるのかを議論することを通して、冷却を含めた熱のやりとりと粒子の様子の変化とを関係付けて状態変化の全体像を捉えさせたい。本単元で得られた「深い学び」が、第2、3学年での学習での理解を深めることにつながる。

4 単元の目標

- 身の回りの物質の性質や変化に着目しながら、状態変化と熱、物質の融点と沸点についての基本的な概念や原理・法則を理解するとともに、それらの観察、実験等を正しく行うことができる。
- 状態変化について問題を見だし、仮説を立てて観察、実験等を行い、物質の性質や状態変化における規則性を見いだして表現することができる。
- 状態変化に関する事物・現象に進んで関わり、実験や話を意欲的に取り組むなど、科学的に探究しようとしている。

5 全体計画と評価

(1) 全体計画 (全 11 時間)

- 第1次 物質が状態変化するときに、粒子の様子はどうなっているのだろうか。 . . . 6 時間 (本時 3 / 6)
- 第2次 融点・沸点は、物質の種類によってどのくらい異なるだろうか。 . . . 2 時間
- 第3次 水とエタノールの混合物からエタノールを取り出すにはどうしたらよいか。 . . . 3 時間

(2) 学習評価規準

- 身の回りの物質の性質や変化に着目しながら、状態変化と熱、物質の融点と沸点についての基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験等に関する基本的な操作や記録等の技能を身に付けている。 【知識・技能】
- 状態変化について問題を見だし、見通しをもって観察、実験等を行い、物質の性質や状態変化における規則性を見いだして図や文章を用いて表現するなど、科学的に探究している。 【思考・判断・表現】
- 状態変化に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。 【主体的に学習に取り組む態度】

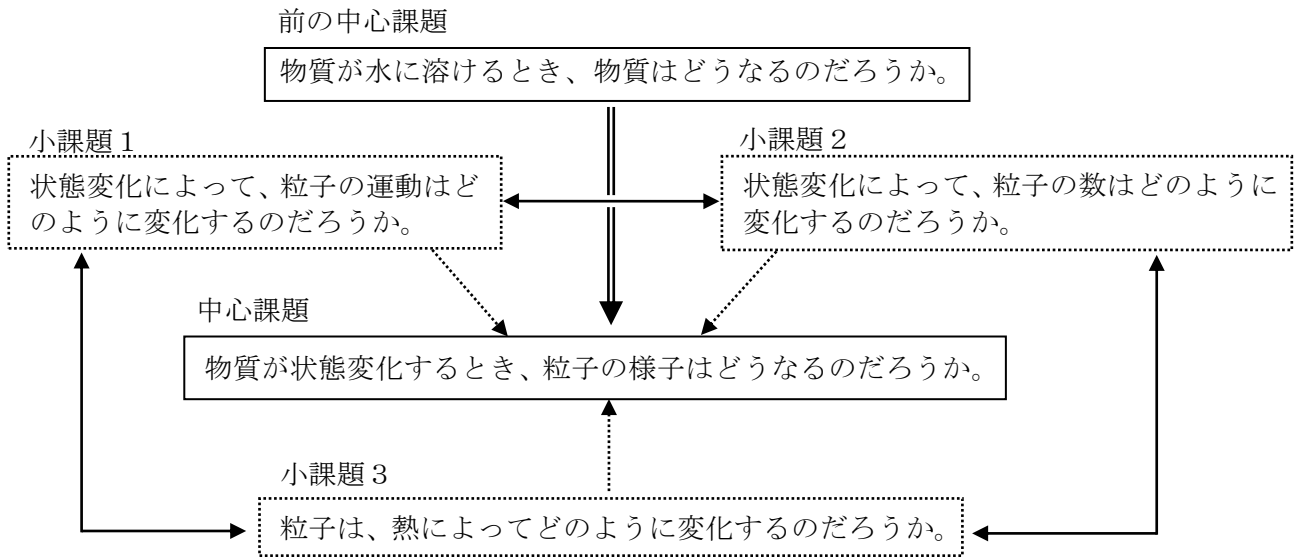
(3) 「深い学び」の評価規準及び基準

「深い学び」	「深い学び」が実現できている		「深い学び」が実現できていない
	A	B	
物質の状態変化と粒子の運動の変化の関係を理解し、それらを図や文章で説明することができる。	Bの観点に加え、熱によって粒子の運動の激しさが変化することや粒子の数や大きさは変化しない理由等について触れていること。	①状態変化によって粒子の運動の様子が変化する。 ②状態変化で粒子の数や大きさは変化しない。 ③粒子の運動によって物質の体積が変化する。	Bの①～③のいずれかが不足している。

第1次6時間目終了後にレポートで評価する。

6 単元の課題的取り扱い

(1) 課題の構造



(2) 課題的取り扱い

段階	課題の流れ	学習活動の工夫	時間
課題の設定・把握	<p>前の中心課題</p> <p>物質が水に溶けるとき、物質はどうなるのだろうか。</p> <p>結論</p> <ul style="list-style-type: none"> 物質が水に溶けると、その物質の粒子は水全体に広がっていく。 水の粒子の間に物質の粒子が入り込む。 <p>観察</p> <p>エタノールが液体から気体に状態変化するとき、体積がどのように変化するかを観察する。</p> <p>結果</p> <p>バットをあらかじめ熱湯で十分に温めておく</p> <p>液体が気体に変化すると、体積は大きくなる。</p> <p>働かせる「見方・考え方」</p> <p>「原因と結果の視点」「比較する」「関係付ける」</p> <p>新たな疑問</p> <ul style="list-style-type: none"> なぜ体積は大きくなるのか。 体積の変化には物質の粒子が関わっているのはいか。 	<p>熱湯をかける</p> <p>ビンル袋にエタノールを少量入れる</p>	1
		<ul style="list-style-type: none"> 気体になると物質は見えなくなることから、水溶液での物質の広がり方を想起させ、粒子に目を向けさせる。 	

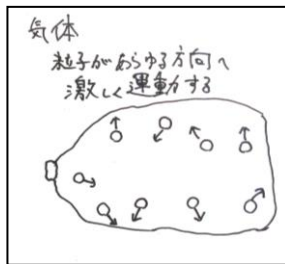
中心課題

物質が状態変化するとき、粒子の様子はどのようなだろうか。

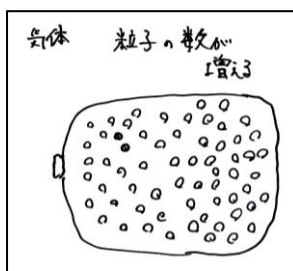
話し合い

働かせる「見方・考え方」
 「質的・実体的な視点」「比較する」「関係付ける」
 「多面的に考える」

A 一つ一つの粒子の運動が激しくなり、空間を押し広げようとするので体積が大きくなるのではないかな。
 →小課題1



B 粒子の数が熱によって増え、その一つ一つが動くことで、体積が大きくなるのではないかな。
 →小課題2



C 粒子が熱を受け取ることで大きくなり、その分体積が大きくなるのではないかな。
 →小課題3



- 体積の変化を基に粒子の様子を考えさせる。
- 個人で考えた後、班で話し合い、内容をホワイトボードにまとめる。特に一つに絞らせない。
- それぞれの考えの共通点や相違点を問い、粒子の何の変化に注目して考えたのかを明確にさせる。

課題の追究・解決

小課題 1

状態変化によって、粒子の運動はどのように変化するのだろうか。

話し合い(全体)

- 液体のときには粒子は動かないが、気体になると広がるようにするので、体積が大きくなった。
- 粒子と粒子の間には何も存在しなくなるのか。

小課題 2

状態変化によって、粒子の数はどのように変化するのだろうか。

話し合い(全体)

- 液体は目に見えるが気体は目に見えないので、状態変化によって一つの粒子が細かく分かれたはずだ。
- 状態変化の前後で質量は変化しないので、粒子の数は変化しないのではないか。
- 粒子が細くなるだけでは体積は変化しないのではないか。

小課題 3

粒子は、熱によってどのように変化するのだろうか。

話し合い(全体)

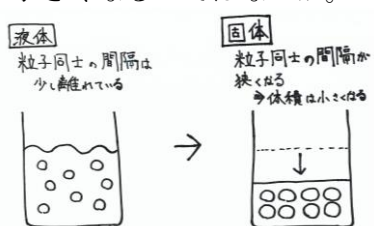
- 加熱によって粒子が細くなるのではないか。
- 体積が大きくなるので、加熱によって粒子が広がるように運動するのではないか。
- 加熱によって細かく分かれ、それぞれが運動するのではないか。
- 熱によって粒子が大きくなると、気体が目に見えることになるのではないか。

話し合い(全体)

気体は目に見えないから、液体が固体に変化する場合を考えればよいのではないか。

仮説

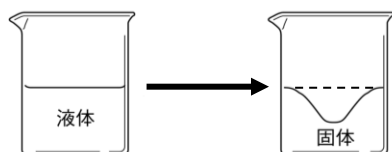
粒子が動かなくなり、粒子同士の間隔が狭くなることで体積が小さくなるのではないか。



実験

ろうが液体から固体に状態変化するとき、質量と体積がどのように変化するかを観察する。

結果



- 液体が固体に変化すると、体積は小さくなる。
- 液体が固体に変化しても、質量は変化しない。
- ろうが固体になると真ん中がくぼんだ形になる。

- 班の考えをホワイトボードにまとめたものを黒板に掲示する。

- 質量が変化しないことを確かめる実験を必要に応じて行う。

- 自分たちの考えをどのようにすれば実証できるのかを考えさせる。

- 液体から気体に変化したときの粒子モデルを基に、液体から固体に変化したときの粒子の様子を粒子モデルで考えさせる。

	<p>分析・解釈</p> <p>働かせる「見方・考え方」 「質的・実体的な視点」「比較する」「関係付ける」</p> <ul style="list-style-type: none"> 冷却によって粒子が動かなくなり、粒子同士の間隔が狭くなったので、体積は小さくなった。 ロウが液体から固体になるとき、ビーカーの側面から冷やされる。 ロウは外側から冷やされるので、外側に粒子がたくさん並ぶことで、内側の粒子が少なくなり、真ん中がくぼんだ形になる。 <p>結論</p> <ul style="list-style-type: none"> 熱によって粒子の運動が変化し、それによって粒子同士の間隔が変化することで体積が変化した。 熱を加えることによって、粒子同士の結びつきや粒子の運動の様子が変化する。 	<ul style="list-style-type: none"> 実験結果から、ロウが液体から固体に状態変化したときの粒子モデルを考えさせる。 中心課題に対する結論をレポートにまとめさせる。 【深い学びの評価】 (レポート) 	<p>4 (本時2/4)</p> <p>1</p>
<p>課題の発展</p>	<p>新たな疑問</p> <ul style="list-style-type: none"> なぜ水は液体から固体に変化すると体積が大きくなるのだろうか。 物質が気体のとき、粒子の運動と粒子が袋を押す力はどのような関係があるのだろうか。 		

7 本時の学習（全3／6時間）

（1）指導目標

物質の状態変化と粒子の様子を関係付け、液体が気体に変化するとき体積が大きくなる理由を考えることができる。

（2）展開

学習活動と予想される生徒の反応	指導上の留意点
<p>1 学習課題と前時までの内容を確認する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">物質が状態変化するとき、粒子の様子はどうなるのだろうか。</div> <p>2 前時の粒子モデルを確認する。</p> <p>A 粒子の運動が激しくなり、空間を押し広げようとするので体積が大きくなったのではないか。</p> <p>B 粒子が熱を受け取ることで大きくなり、その分体積が大きくなったのではないか。</p> <p>C 粒子の数が熱によって増え、その分体積が大きくなったのではないか。</p> <p>3 小課題1「状態変化によって、粒子の運動はどのように変化するのだろうか。」、小課題2「状態変化によって、粒子の数はどのように変化するだろうか。」について話し合う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・液体のとき粒子は動かないが、気体になると広がろうとするので、体積が大きくなった。 ・粒子と粒子の間には何も存在しなくなるのか。 ・状態変化の前後で質量は変化しないので、粒子の数は変化しないのではないか。 ・粒子が細かくなって数が増えることで、質量は変化せず、体積が大きくなるのではないか。 <p>4 小課題3「粒子は、熱によってどのように変化するだろうか。」について話し合う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・熱によって粒子の大きさが変化すると、気体が目に見えることになるのではないか。 ・加熱によって粒子が細かくなるのではないか。 ・体積が大きくなるので、加熱によって粒子が広がるように運動するのではないか。 <p>5 次時の確認をする。</p>	<p>指導上の留意点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・粒子の何に注目したのかを明確にさせる。 ・ホワイトボードを使って、班の考えを分かりやすく表現させる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 20px;"> <p>学習評価の観点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・状態変化による体積の変化と粒子の様子を関係付けて考え、液体が気体に変化することで体積が大きくなる理由を、根拠をもって説明することができる。 <p>【思考・判断・表現】（話し合い、発表）</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・熱を加えることで粒子の様子が変化することに気付かせる。 ・粒子の大きさをどのように考えれば、状態変化を正しく説明できるのかを考えさせる。

（3）授業観察の視点

状態変化と粒子の様子を関係付けて考えさせるための問いかけは、適切であったか。