

2	一宮	萩原中学校	ウオズミ ノリコ 名前 魚住 法子
分会番号	5	分会名	理科教育（中学校）

研究題目

理科の見方・考え方を働かせ、自然を追究する理科学習
～粒子概念の形成を図る指導を通して～

1 はじめに

令和3年度から中学校でも施行された新学習指導要領では、「主体的・対話的で深い学びの実現」に向けた授業改善を進めるために留意される6点が示されている。そのうちの1つに、生徒が「見方・考え方」を自在に働かせることができるようになることが求められている。中学校理科の「見方・考え方」については、「自然の事物・事象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること」と示されている。「見方・考え方」を働かせながら、探究の過程を通して学ぶことで、「深い学び」につながっていくのではないかと考えられる。

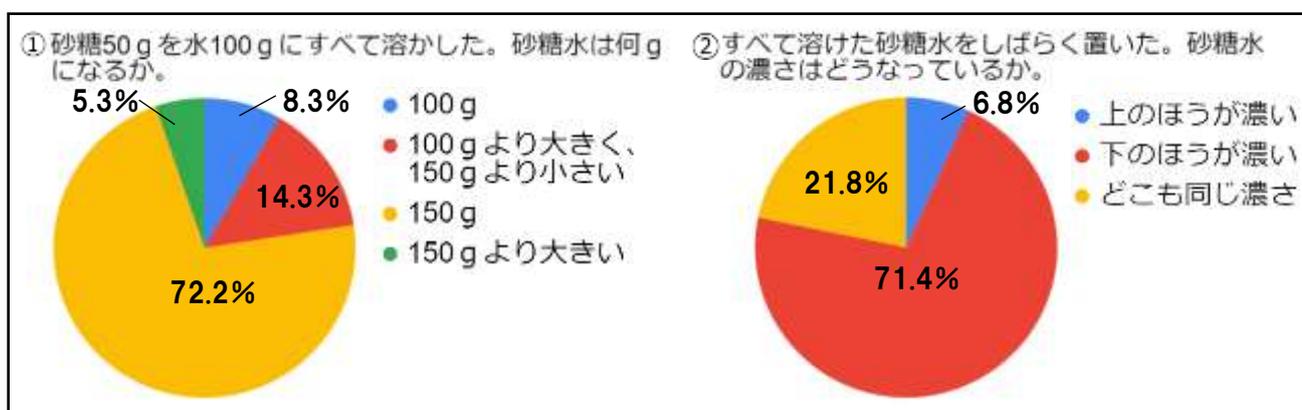
2 主題設定の理由

研究の対象となる中学1年生の単元「身の回りの物質」では、実際に目で見える現象を見えない大きさの粒子として「質的・実体的な見方」で捉えることが必要となる。特に実体的な見方となる粒子概念は、2年生の化学変化と原子・分子、3年生の化学変化とイオンの学習の基礎となる大変重要な概念であると考えられる。しかし、粒子はとて小さく実際に目で確認することは難しい。そのため、物質や現象を粒子モデルを用いて表現したり、話し合ったりしながら概念を形成していく必要がある。

(1) 生徒の実態

本校の1年生の生徒に、ものの溶け方と話し合いに関するアンケート調査を行った。

資料1 ものの溶け方に関するアンケート

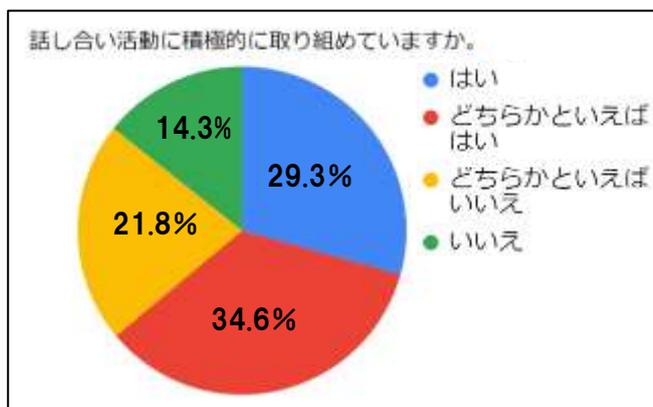


資料1①の問いでは、72.2%の生徒が正答を答えた。選んだ理由の中で最も多かったのは、「100+50=150だから」で、「砂糖は溶けただけでなくならないから」などの粒子概念に触れた回答は少なかった。資料1②の問いでは、21.8%の生徒しか正答を選ぶことができなかった。誤

答である「下のほうが濃い」を選んだ生徒は、理由として「砂糖のほうが重いから」「砂糖のほうが密度が大きいから」のように、密度の学習と混乱してしまっている回答が多く、粒子概念は育っていないことが分かる。

資料2 話し合い活動についてのアンケート

また、資料2の問いでは「いいえ」、「どちらかといえばいいえ」と答えた生徒は36.1%であった。その理由として、「否定されるのが怖い」、「どんなふうに言えばいいのか分からない」といった答えが多く見られた。目に見えない世界を学ぶ上では、話し合いを通してより妥当な考えを作り出すことが必要だが、具体例を挙げにくい粒子領域では、話し合い活動に積極的に取り組みにくいことがわかる。



そこで、授業内容や教具を工夫し、粒子を可視化することで話し合い活動が活性化し、粒子概念が形成、定着するのではないかと考え、本研究を実践することとした。

(2) 目指す生徒像

生徒の実態をふまえ、次のように目指す生徒像を設定した。

実験・観察を通して粒子概念を形成し、科学的な見方・考え方を働かせながら課題を追究することができる生徒

3 研究の仮説

目指す生徒像の実現に向けて、次のように仮説を立てた。

【仮説1】

実験や観察などの授業を工夫することで、科学的な事象や現象を粒子を用いて捉えることができるようになり、意欲的に課題を追究することができるようになるだろう。

【仮説2】

話し合い活動を通して、他者の意見に触れる機会を多くすれば、より正しい概念が形成され、見方・考え方を働かせることができるようになり、より深い学びにつながっていくだろう。

4 研究の方法

(1) 仮説に対する手だて

仮説1、2に対して以下のような手だてを設定した。

①【仮説1】に対する手だて（手だて①）

(ア) 単元構成や教材・教具の工夫

(イ) 粒子モデルを用いて粒子を可視化する工夫

②【仮説2】に対する手だて（手だて②）

(ア) 話し合い活動を活性化させる工夫

(2) 仮説の検証方法

【仮説 1、2】について

(ア) アンケートによる実態調査

実践の前後で、生徒の意識の変化を確認する。

(イ) ワークシートへの記述の変容

生徒が考えたモデル図が、学習の前後でどのように変容したのかを追う。

5 研究の計画

「物質のすがた」では「物質の状態変化」を学習した後に「水溶液」の学習をする流れになっている。今回は先に水溶液の学習を行う方が、粒子概念をより理解させやすいのではないかと考え、この2つの小単元を入れ替えて11時間完了で以下のように設定した。

時間	小単元	学習活動	手だて
1	水溶液	<p>物質が粒子でできていること、溶解は集まっていた粒子がばらばらに分かれていくことを理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コーヒーシュガーが溶ける様子を観察し、どのように溶けているか、粒子モデルを用いて表し、話し合う。 ・つぶつぶ粘土から物質が粒子でできていることを理解する。 	<p>手だて1 (アイ)</p> <p>手だて2</p>
2		<p>物質ごとに粒子の大きさは異なり、溶質の粒子は運動していることを理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コーヒーシュガーと片栗粉を混ぜた水溶液をろ過し、片栗粉がろ紙に残り、コーヒーシュガーが溶けた水溶液は、ろ紙を通過できたのはなぜかを粒子モデルで表し、話し合う。 ・溶質の粒子は運動していることを理解する。 	<p>手だて1 (アイ)</p> <p>手だて2</p>
3		<p>水溶液から溶質を取り出す方法を理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・再結晶の方法は2種類あることを理解する。 ・水溶液から出てきた固体には、規則正しい形をしていることを理解する。 	<p>手だて2</p>
4		<p>溶解度曲線について理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験の時に撮影した動画を用いて、溶解度曲線を理解する。 	
5		<p>水溶液の濃さの表し方を理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・質量パーセント濃度の計算方法を理解する。 	
6	状態変化	<p>状態変化において、体積は変化するが、質量は変化しないことを理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・液体のろうが固体になるときの体積と質量を調べる。 	<p>手だて1 (アイ)</p> <p>手だて2</p>
7		<p>状態変化において、体積は変化するが、質量は変化しないことを理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・液体のエタノールが気体になる実験を通して、体積が大きく変化することを理解する。 	<p>手だて1 (アイ)</p> <p>手だて2</p>
8		<p>状態変化と温度の関係を理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・氷が水になるときの温度変化を調べる。 	<p>手だて1 (アイ)</p> <p>手だて2</p>
9		<p>状態変化と温度の関係を理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水が水蒸気になるときの温度変化を調べる。 	<p>手だて1 (アイ)</p> <p>手だて2</p>
10		<p>液体の混合物を分離させる方法を理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・赤ワインを蒸留し、液体の混合物を分離できることを理解する。 	<p>手だて2</p>
11		<p>蒸留の仕組みを理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沸点の違いにより、液体の混合物を分離できることを理解する。 	<p>手だて2</p>

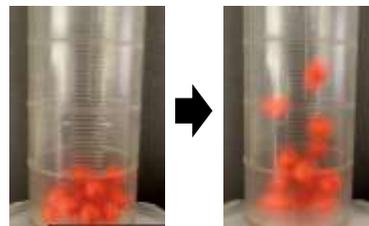
6 研究の実践

(1) 単元構成や教材・教具の工夫（手立て①ア）

単元計画を入れ替えたことで、目に見えていた物質が水に溶けていく様子から、溶質が小さな粒子に分離されて、拡散していくイメージを簡単にもつことができた。また、物質が粒子でできていることを理解させやすかった。

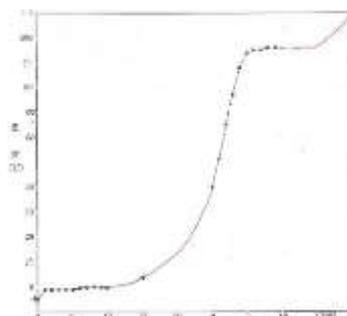
資料3 状態変化における体積と質量の変化

第1時間目ではコーヒーシュガーが水に溶ける様子を観察させるだけでなく、コーヒーシュガーに水をかけながらろ過をすることや「つぶつぶ粘土」を提示した。この工夫により物質が粒子でできていることや溶解は粒子の1粒の大きさが変わるのではなく、バラバラになることを実感させることができた。



第2時間目では、コーヒーシュガーが溶けた水と片栗粉を混ぜた混合液のろ過をさせた。ろ液の様子を観察させ、溶けたコーヒーシュガーの粒子の大きさ、片栗粉の粒子の大きさ、水の粒子の大きさを考えさせることができた。また、大きさの異なるプラスチック球に振動を与えた動画を作成し、生徒に提示した。これにより、粒子が動いていれば、時間が経っても液の下のほうが濃くなることはないことを確認できた。

資料4 水の状態変化と温度の関係



第6、7時間目でも、第2時間目のように、プラスチック球に振動を与えた動画（資料3）を用いて、状態変化では体積は変化するが、質量は変化しないことを理解させることができた。

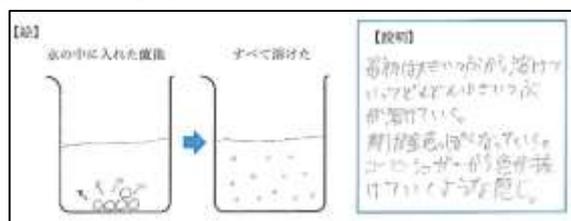
第8、9時間目では固体が液体、液体が気体になるまでの温度変化を調べる実験を行った。教科書では、エタノールやメントールを用いたグラフが示されているが、固体が気体になるまで1種類の物質で行うため、水を用いて行った。氷から水への変化は、自然に氷がすべて溶けるまで温度を測定し、水から水蒸気はガスバーナーで加熱しながら温度を測定した。教科書と同じ形のグラフになり、状態変化をしている間は温度が一定になることを確認することができた（資料4）。特に氷から水への変化では、温度が上昇し続けると予想していた生徒が多く、驚いていた。

(2) 粒子モデルを用いて粒子を可視化する工夫（手立て①イ）

実験や観察を行うたびに、粒子モデルで表す機会を多く取り入れた。

資料5 生徒の描いたモデル図

第1、2時間目では、コーヒーシュガーが水に溶けている様子やろ過の様子を粒子モデルを用いてまとめさせた（資料5）。第6、7時間目では、液体のろろが固体に、液体のエタノールが気体になったときの粒子の動きをまとめさせた。



(3) 話し合い活動を活性化させる工夫（手立て②）

話し合い活動では、まずは個人でモデル図を作成し、班の中で順番に発表させ、その後班で1つの考えをクロームブックにまとめて全体の場で発表させた（資料6）。全体で発表する生徒は

毎回違う生徒とした。また、発表の雛形を作り、班で発表する原稿を作る際の手助けとなるようにした。また、実験の様子をクロームブックで撮影させた。資料6 話し合いでのジャムボード

スローで再生や早送りで再生するなど、繰り返し見返すことで、自分の考えに自信がもてるようになり、積極的に話し合いに参加する姿が見られた。



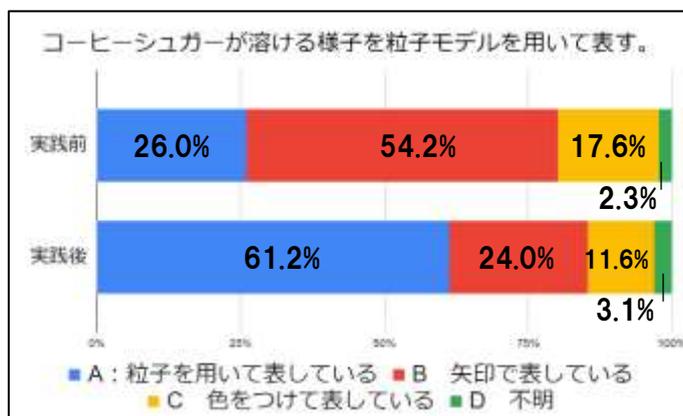
7 研究の結果と考察

(1) 【仮説1】について

資料7 モデル図の変容

(ア) アンケートによる実態調査

資料7より、学習を始める前のコーヒーシュガーが溶ける様子を表したモデル図は、コーヒーシュガーから線や矢印が出ている図（シュリーレン現象を意識しているような図）が54.2%で最も多かったが、実践後のモデル図では粒子モデルを用いて描いてある図が61.2%になっていた。



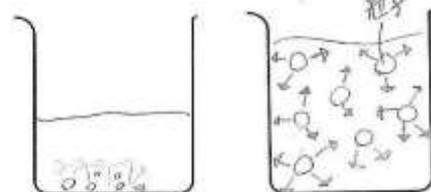
また、疑問や感想の欄には、「物質の中で一番小さい粒子を知りたい」などの記述が見られ、意欲的に課題を追究することができるようになったと言える。

(イ) ワークシートへの記述の変容

資料8 実践前の図

実践後の図

抽出生徒Aは、学習を始める前にコーヒーシュガーが溶けていくときの様子を、資料8のように表していた。学習が進むにつれて、生徒Aが表すモデル図が粒子を用いた図に変容していく様子が見て取れる。また図の説明では、実践前は「徐々に溶けていってコーヒーシュガーの色が全体に広がっていく。」から、実践後は「最初は大きい粒から溶けていってバラバラになった粒がずっと広がっている。」と記述するようになった。このことから仮説1にあるように、物質が粒子でできていることや粒子が運動していることを段階的に理解できるよう、実験や観察を行い、その都度モデル図で書かせた方法は有効であったと考える。

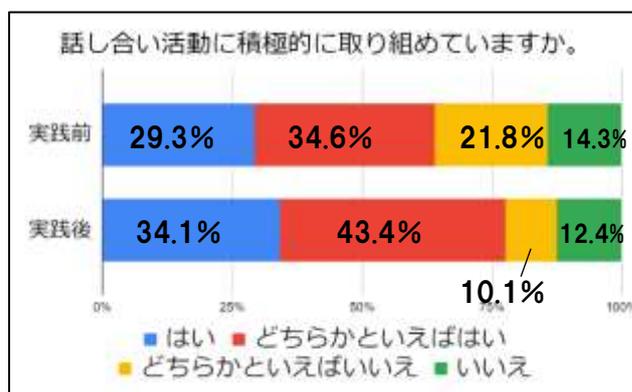


(2) 【仮説2】について

資料9 話し合い活動についてのアンケート

(ア) アンケートによる実態調査

資料9の実践後のアンケートでは、「話し合い活動に積極的に取り組むことができましたか」という問いに対して、「はい」、「どちらかといえばはい」と答えた生徒が約13.6%増加した。また、疑問や感想の欄には、「友達の意見を聞くと水などを粒で考えると説明しやすいことが分かった」といった記述が見られ、話し合い

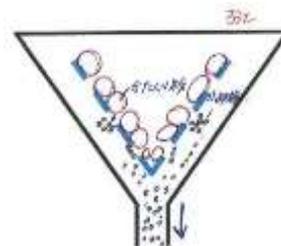


によってより正しい概念が形成され、それにより話し合い活動に積極的に取り組めるようになったと考える。

(イ) ワークシートへの記述の変容

抽出生徒Aは、ろ過のモデル図を描く際に初めは片栗粉とコーヒーシュガーの粒子しか描いていなかった。班の別の生徒が「水も粒で描いた方が良いのかな」と言い出し、コーヒーシュガーと水の粒はどちらが大きいのかななどの話し合いをする姿が見られた。話し合いの結果、生徒Aは資料10のような図を描いたことから、話し合い活動は生徒が正しい粒子概念を形成するために

資料10 ろ過のモデル図



有効であったと考えられる。また感想の欄には生徒Aは「ろ紙の穴の大きさを自由に調整できれば、溶けたコーヒーシュガーの粒子もろ過できるのではないか」という記述が見られた。後日生徒Aは、泥水をろ過できるポータブル浄水器について興味をもち、自分で仕組みを調べていた。以上のことから、「質的・実体的」という見方と「関係づける」という考え方を働かせることができるようになり、より深い学びにつながっていったと考えられる。

8 研究の成果と今後の課題

(1) 研究の成果

本実践により実験や観察などの授業を工夫すれば、科学的な事象や現象を粒子を用いて捉えることができるようになり、意欲的に課題を追究することができるようになった。また、話し合い活動を通して、他者の意見に触れる機会を多くすれば、より正しい概念が形成され、見方・考え方を働かせることができるようになり、より深い学びにつながるようになった。目に見えない世界を理解するためにつぶつぶ粘土や、大きさの異なるプラスチック球に振動を与えるなど、目に見えるもので説明することで「見えないけれど、きっとそうになっている」ことに実感をもたせることができた。話し合い活動では、自分の考えを繰り返し発表することで自信がついたり、考えを深めたりすることに役立てることができた。

(2) 今後の課題

「目には見えないけれど、きっとそうになっているだろう」という実体的な見方・考え方は、生徒にとって難しいものであることを実感した。粒子モデルを用いてモデル図を描くことは、粒子概念を形成することに有効であったが、モデル図を描くことに満足し、考えを深めることができない生徒もいた。身近な事象や現象を提示したり、問題を見出したりすることで粒子概念を用いて考える機会を設定することが必要であると感じた。

また、話し合い活動では何を言っているのか分からない生徒も一部いた。その生徒も、他の生徒の考えを聞きながら、自分の考えを持つことができた場面もあったが、話し合う内容の吟味をしたり、話し合いの前の指示を工夫したりすることで、話し合い活動をより活発にさせることができるのではないかと考える。

また、粒子概念のような微視的な捉え方は、化学領域の学習だけではなく、細胞や消化などの生命領域の学習でも必要になる。他の領域の学習つながりを意識し指導を続けていきたい。