

令和4年度 地区中学校教育課程研究会 提案資料

部会名 理科

令和4年度神奈川県中学校教育課程研究会研究主題

主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善

テーマ

既習事項を活用した粒子概念の説明に向けての指導の工夫

地区名 県央地区

所属校 座間市立座間中学校

名前 東 和寿

※児童・生徒の写真、ノート等の記述及び作品等については、すべて提案資料への掲載の許諾を得ています。

1. はじめに

(1) テーマ設定の理由

平成 30 年度全国学力・学習状況調査から中学校理科指導改善のポイントとして、

「自分の考えをもち、自分や他者の考えを検討して改善する学習活動の充実」

主体的に探究する学習活動に取り組めるようにする上で、自分の考えをもち、自分や他者の考えを検討して改善することが大切である。指導に当たっては、予想や仮説を立てる場面では、はじめに習得した知識・技能や日常生活の経験から、自分の考えをもつようにする。次に自分の考えを、対話を通して生徒自身が検討して改善できるように、助言や問い返しをすることが大切である。

「平成 30 年度全国学力・学習状況調査報告書 中学校理科編」P. 9 より

と記してあり、主体的・対話的で深い学びの必要性を説いている。

主体的・対話的で深い学びの実現に向けて、平成 29 年 12 月の中央教育審議会では、「アクティブ・ラーニング」の視点に立った授業改善を行うことで、学校教育における質の高い学びを実現し、学習内容を深く理解し、資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的（アクティブ）に学び続けることの大切さを述べており、主体的・対話的で深い学びが現在の学校教育に求められていることがわかる。

また GIGA スクール構想では、

・1人1台端末と、高速大容量の通信ネットワークを一体的に整備することで、特別な支援を必要とする子供を含め、多様な子供たちを誰一人取り残すことなく、公正に個別最適化され、資質・能力が一層確実に育成できる教育 ICT 環境を実現する。

・これまでの我が国の教育実践と最先端の ICTのベストミックスを図ることにより、教師・児童生徒の力を最大限に引き出す。

「文部科学省 (リーフレット) GIGA スクール構想の実現へ」P. 2 より

との記述があり、これまでの教育実践の蓄積に ICT を導入することで、学習活動の一層の充実を図り、主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善の必要性が述べられている。

さらに、現行の学習指導要領では、

従前と同様に「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」などの科学の基本的な概念等を柱として構成し、科学に関する基本的概念の一層の定着を図ることができるようにしている。その際、小学校、中学校、高等学校の一貫性に十分配慮するとともに、育成を目指す資質・能力、内容の系統性の確保、国際的な教育の流れなどにも配慮して内容の改善及び充実を図った。

「中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 理科編」P. 13 より

と記してあり、小学校および中学校の 7 年間を通して、育成すべき資質・能力の系統性やつながりを意識した指導と、日常生活との関連を意識した指導の重要性を説いている。

また、理科を学ぶことの意義や有用性の実感及び理科への関心を高める観点から、日常生活や社会との関連を重視した。

「中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 理科編」P. 10 より一部抜粋

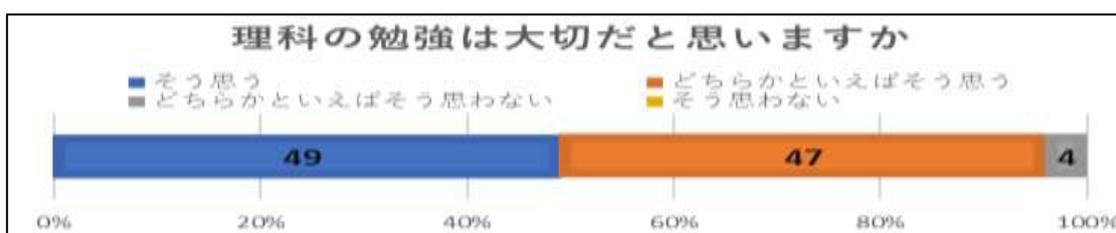
このような教育的背景をもとに、本研究では神奈川県小・中学校教育課程研究会研究主題を「③主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善」とし、「粒子」を柱に研究を進めることとした。

(2) 本校生徒の実態より

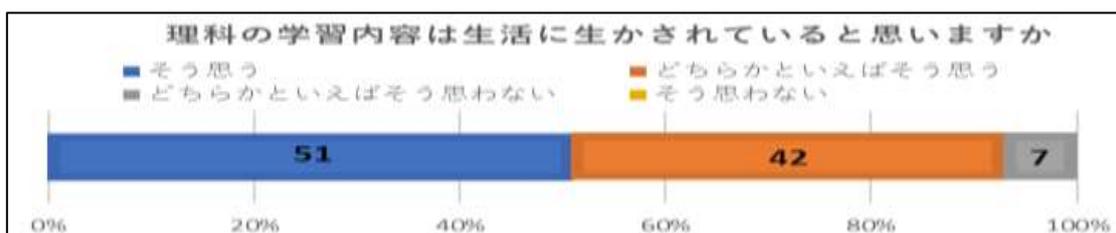
令和3年7月に本校1年生（154名）を対象に事前アンケートを行い、生徒の実態把握を行った。調査は4件法（そう思う・どちらかといえばそう思う・どちらかといえばそう思わない・そう思わない）で質問紙調査を用いた。

以下に、事前アンケートの結果を掲載する。

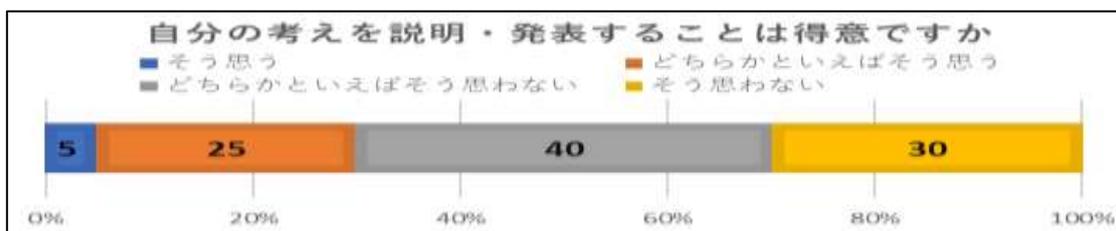
質問1



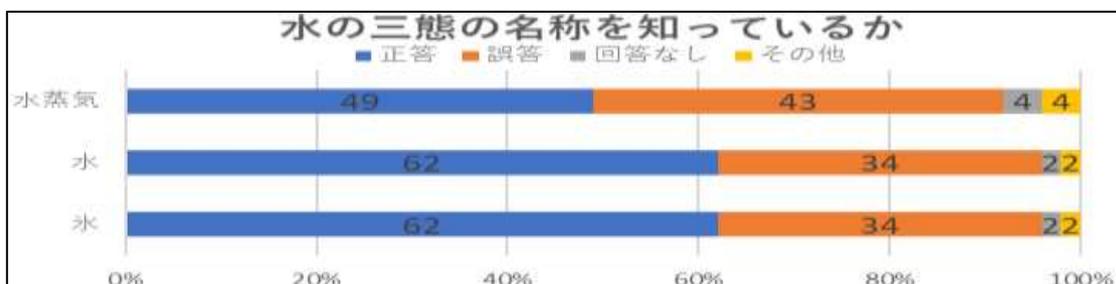
質問2



質問3



質問4



質問5



質問6



事前アンケートの結果より、次の6つの実態を把握することができた。

- ア：質問1より、理科を学ぶことに意義を感じている生徒は、肯定的な回答が96%と高いことがわかった。このことから生徒なりに、理科学習の必要性を理解していると考えられる。
- イ：質問2より、日常生活に理科学習を関連付けて考えている生徒は、肯定的な回答が93%と高いことがわかった。このことから生徒が、理科で学んだ内容と日常生活を結びつけて考えられている状態であることが推察される。
- ウ：質問3より、理科の授業中に自分の考えを説明・発表することに関して、肯定的な回答は30%と低いことがわかった。このことから生徒は、対話的な学びを得意としていない状態にあることが推察される。
- エ：質問4より、水のすがたが変わると名称も変わることに関して、水や氷など目に見えるものの名称は62%と半数以上の生徒が知っているが、目に見えない水蒸気の名称を理解している生徒の割合は49%と低くなることがわかった。このことから生徒は、目に見えないものの概念の習得を苦手としていることが推察される。
- オ：質問5より、目に見えない空気を説明するときは66%の生徒が「もやもや」や擬人化、矢印などのイメージを用いることがわかった。このことから生徒は、目に見えないものを説明するときの方法を習得していると推察される。
- カ：質問6より、炭酸水の中の様子を説明するとき、目に見える気泡を粒で表現している生徒は55%と高いことがわかった。このことから生徒は、物体を説明するとき視覚情報が優先されることが推察される。

本校生徒の実態をまとめると、以下のようになった。

- 実態1 理科学習に関して、理科を学ぶ意義や日常生活と学習を関連付けて考えている生徒の割合は高いが、対話的な学びを得意としていない。
- 実態2 目に見えない概念の習得を苦手としており、見える範囲で物体を説明する傾向がある。一方、小学校までの学習で用いた「もやもや」や擬人化などの表現方法の習得率は高い。

(3) 主体的・対話的で深い学びについて

文部科学省の「新しい学習指導要領の考え方ー中央教育審議会における議論から改訂そして実施へー」では、「主体的・対話的で深い学び」の視点に立った授業改善を行うことで、学校教育における質の高い学びを実現し、学習内容を深く理解し、資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的（アクティブ）に学び続けるようにすることと記されており、目指している学びについて以下のようにまとめられている。

【主体的な学び】

学ぶことに興味や関心を持ち、自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら、見通しを持って粘り強く取り組み、自己の学習活動を振り返って次につなげる学び。

例)学ぶことに興味や関心を持ち、見通しを持って粘り強く取り組むとともに、自らの学習をまとめ振り返り、次の学習につなげる。

【対話的な学び】

子供同士の協働、教職員や地域の人との対話、先哲の考え方を手掛かりに考えること等を通じ、自己の考えを広げ深める学び。

例)あらかじめ個人で考えたことを、意見交換したり、議論したりすることで新たな考え方に気が付いたり、自分の考えをより妥当なものとしたりする。

【深い学び】

習得・活用・探究という学びの過程の中で、各教科等の特質に応じた「見方・考え方」を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう学び。

例)・事象の中から自ら問いを見だし、課題の追究、課題の解決を行う探究の過程に取り組む。

・精査した情報を基に自分の考えを形成したり、目的や場面、状況等に応じて伝え合ったり、考えを伝え合うことを通して集団としての考えを形成したりしていく。

これらを参考に、本研究が目指す「主体的・対話的で深い学びにむかう生徒の具体像」を、以下にまとめた。

【主体的な学び】

学習に興味・関心を持ち、課題に対して諦めずに取り組み、自らの学習を振り返ってまとめることができる生徒。

【対話的な学び】

他者の発表を聞くこと、他者との対話、学習用端末を用いた協働的な学びにより、自分の考えを科学的なものに近づけることができる生徒。

【深い学び】

学習で得た情報を基に、自分の考えを持ち、それを他者との対話や協働的な学びで伝え合うことができる生徒。

(4) 研究テーマについて

上記の内容をもとに、本研究は、研究主題を「③主体的・対話的で深い学び視点からの授業改善」とし、研究テーマを「既習事項を活用した粒子概念の説明に向けての指導の工夫」とした。特に研究テーマに関しては、本校生徒の実態より「粒子」の内容において、既習した内容に関しては習得率が高いことから、既習内容を用いて粒子の学習を深める指導ができるのではないかと考えこのテーマに設定した。

2. 研究内容

(1) 研究仮説

本研究で目指す生徒の姿は、「主体的・対話的で深い学びにむかう生徒」と「粒子の視点から様々な物質を説明できる生徒」である。生徒をこの姿に近づけるため、2つの研究仮説を設定し、研究を進めた。

まずは、「学習用端末」と「協働的な学び」を授業に取り入れることである。「学習用端末」に関しては、GIGA スクール構想にて、これまでの教育実践の蓄積に ICT を導入することで、学習活動の一層の充実を図り、主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善が求められていることや、本校でも、学習用端末を各授業で積極的に取り入れ、生徒なりに課題に取り組む姿が見られていたことから、研究に学習用端末を取り入れた。「協働的な学び」に関しては、日常の生徒の様子を見ていると、全体で発表し、考えや意見を述べる生徒は限定されているが、ペア学習やグループ学習では、意見交換や学び合い活動を積極的に行っている様子が見られたため、研究に協働的な学びを取り入れ、主体的・対話的で深い学びの一助になればと考えた。

次に、できるだけ身のまわりの物質を授業に取り入れることで、生徒なりに粒子の視点から現象を捉えやすくなるのではないかと考え「身近な物質」を授業に取り入れるようにした。

以上のような理由で設定した研究仮説を以下に掲載する。

- | | |
|---|---|
| A | 学習用端末の導入や協働的な学びを授業に取り入れることで、主体的・対話的で深い学びにつながられるのではないだろうか。 |
| B | 身近な物質を粒子の視点から説明させることで、正しい粒子概念を形成することができるのではないだろうか。 |

(2) 研究テーマに迫るための指導の工夫

本研究のテーマに迫るため、以下の指導の工夫を行った。

- | | |
|---|---|
| ア | 実験で用いた物質を粒子モデルで考えさせる。 |
| イ | 身近な物質を授業に取り入れることで、粒子概念を学ぶことの意義や有用性を実感させる。 |
| ウ | 学習用端末を授業に取り入れ、取り組むべき課題を明示し、話し合い活動を行わせる。 |
| エ | 他者との対話や発表活動を通して、粒子概念について探究させる。 |

(3) 研究構想図

【中学校学習指導要領理科 教科の目標】

自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 自然の事物・現象についての理解を深め、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。
- (2) 観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う。
- (3) 自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。

【神奈川県小・中学校教育課程研究会研究主題】

主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善

【目指す生徒像】

主体的・対話的で深い学びができる生徒
粒子の視点から様々な物質を説明できる生徒

【指導の工夫】

- ア 実験で用いた物質を粒子モデルで考えさせる。
- イ 身近な物質を授業に取り入れることで、粒子概念を学ぶことの意義や有用性を実感させる。
- ウ 学習用端末を授業に取り入れ、取り組むべき課題を明示し、話し合い活動を行わせる。
- エ 他者との対話や発表活動を通して、粒子概念について探究させる。

【研究仮説】

- A 学習用端末の導入や協働的な学びを授業に取り入れることで、主体的・対話的で深い学びにつながられるのではないだろうか。
- B 身近な物質を粒子の視点から説明させることで、正しい粒子概念を形成することができるのではないだろうか。

【研究テーマ】

既習事項を活用した粒子概念の説明に向けての指導の工夫

【生徒の実態】

- 実態1 理科学習に関して、理科を学ぶ意義や日常生活と学習を関連付けて考えている生徒の割合は高いが、対話的な学びを得意としていない。
- 実態2 目に見えない概念の習得を苦手としており、見える範囲で物体を説明する傾向がある。一方、小学校までの学習で用いたもやもや擬人化などの表現方法の習得率が高い。

(4) 研究の方法

本研究の方法として、次の手順で研究を進めた。

- ① 事前アンケートによる実態把握
- ② 研究仮説の設定
- ③ 授業構想の構築
- ④ 授業の実施
- ⑤ 授業の分析(生徒の様子やワークシートの記述分析)
- ⑥ 事後アンケートの実施
- ⑦ 本研究のまとめ(仮説の有効性を確かめる)

事前アンケートによる実態把握後、似た形式のアンケートを授業後にも行った。そして、授業分析を生徒の様子やワークシートの見取りから行い、仮説に対して生徒の実態がどれだけ近づいたのか、学習を通じた生徒の変容を分析することで、仮説は有効であったのか検証した。
また、今後の課題についても考えた。

(5) 指導計画と評価規準

以下は年間指導計画と題材の評価規準、また指導計画・評価計画である。

① 年間指導計画

学期	月	単元(時間)	指導内容
1	4 5 6	自然の中にあふれる生命(9) いろいろな生物とその共通点(16)	1章 植物の特徴と分類(7) 2章 動物の特徴と分類(9)
	7 9 10	活きている地球(20)	1章 身近な大地(3) 2章 ゆれる大地(4) 3章 火をふく大地(7) 4章 語る大地(6)
2	11 12	身のまわりの物質(30)	1章 いろいろな物質とその性質(7) 2章 いろいろな気体とその性質(5) 3章 水溶液の性質(6) 4章 物質のすがたとその変化(12)
	1		
3	2 3	光・音・力による現象(22)	1章 光による現象(8) 2章 音による現象(5) 3章 力による現象(9)

② 題材の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に 学習に取り組む態度
<p>【水溶液の性質】 身のまわりの物質の性質や変化に着目しながら、水溶液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、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身につけている。</p> <p>【物質のすがたとその変化】 身のまわ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、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身につけている。</p>	<p>水溶液について、問題を見だし見通しをもって観察、実験などを行い、物質の性質やその変化における規則性を見だしで表現している。</p> <p>状態変化について、問題を見だし見通しをもって観察、実験などを行い、物質の性質や状態変化における規則性を見だしで表現している。</p>	<p>水溶液に関する事物・事象に進んで関わり、見通しをもったりふり返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。</p> <p>状態変化に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったりふり返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。</p>

③ 題材の指導計画・評価計画

【○】記録に残す評価 【・】指導に生かす評価

時	ねらい	学習活動	知	思	態	評価規準
1	○物質が水に溶ける様子を見て、水溶液中の溶質を粒子で説明しようとしている。	・観察【砂糖菓子が溶ける様子】を行う。 ・砂糖菓子が溶ける様子を粒子で表現する。			・	態-① ・水溶液の様子を進んで説明しようとしている。 (活動の観察)
2 3	○水溶液の濃さを表す方法について理解する。	・質量パーセント濃度について理解し、計算練習をする。 ・濃度の濃さを粒子で表現する。	○			知-① ・質量パーセント濃度について正しく理解している。 (ワークシート)
4	○溶解度と再結晶について知る。	・温度による溶質の水への溶けやすさの違いを理解する。	・			知-② ・溶解度が温度により違うことを理解している。 (ワークシート)
5	○水溶液の溶質を取り出す方法について、溶解度曲線を用いて説明できる。	・実験【水に溶けた物質のとり出し】を行う。 ・溶解度曲線について学習する。		○		思-① ・実験結果と溶解度曲線を関係づけて考えている。 (探Qシート)
6	○混合物から純物質をとり出す方法を理解している。	・純物質と混合物について学習する。 ・再結晶について学習する。	・			知-③ ・温度によって物質の溶解度が変わること理解している。 (ワークシート)
7	○物質のすがたは温度変化によって状態が変わること	・実験【ボタンとエタノールの状態変化】を調べる。 ・演示実験【液化ボタンの状態変化】と実験の結果を関係づけ		・		思-② ・身のまわりのさまざまな物質は、温度の変化により状態が固体、液体、気体と変化する

	を説明することができる。	て考える。 ・状態変化について学習する。			ことを表現している。 (探Qシート)
8	○水の状態変化は図や言葉を用いて説明できることを理解する。	・水の三態について復習する。 ・水の三態は粒子のモデルで表現、説明することができることを理解する。 ・水の三態を適切に表現、説明する方法について話し合う。	○	・	<u>思</u> -③ ・水の状態変化は粒子のモデルで表現、説明できることを理解している。 (ワークシート) <u>態</u> -② ・水の三態は粒子のモデルで表現、説明できることについて関心を持ち取り組んでいる。 (活動の観察、ワークシート)
9 10	○水の状態変化を粒子のモデルで表現、説明することができる。	・氷を観察して、水→氷の状態変化を粒子のモデルで考える。 ・演示実験【水の加熱】と【スピナーの上に小球を置き温度と粒子の運動を表現する】から、水→水蒸気の状態変化を粒子のモデルで考える。		・	<u>思</u> -④ ・水の状態変化では、体積は変化するが質量は変化しないことについて、粒子のモデルで表現し、説明している。 (ワークシート)
11 12	○物質の状態変化と体積や質量の規則性を粒子のモデルで表現、説明することができる。	・演示実験【エタノールとブタンの状態変化】を粒子のモデルで考える。 ・演示実験【ろうとパルミチン酸の状態変化】を粒子のモデルで考える。 ・発表活動を通して、上記の結果を表現、説明する。		・	<u>思</u> -⑤ ・物質の状態変化と体積や質量の規則性を粒子のモデルで表現、説明することができる。 (ワークシート)
13	○状態変化するときの温度は、物質によって決まっていることを理解することができる。	・実験【エタノールが沸騰する温度について調べよう】を行う。 ・グラフの書き方について説明を聞き、実験結果をグラフに書く。		・	<u>知</u> -④ ・沸点測定の実験を正しく安全に行うことができる。 (活動の観察、探Qシート)
14	○沸点と融点について理解する。	・沸点と融点について学習する。 ・粒子のモデルでエタノールの沸騰を表現、説明する。	○		<u>知</u> -⑤ ・沸点と融点について正しく理解している。 (ワークシート)
15	○物質が状態変化するときの温度変化の関係を考えることができる。	・水やエタノール、パルミチン酸、メントールなど身近な物質の温度変化のグラフから、それぞれの物質の状態を考える。		・	<u>思</u> -⑥ ・温度変化のグラフより、物質の状態を考えることができる。 (ワークシート)
16	○混合物から1つの物質を取り出すことができるか考えることができる。	・混合物を加熱したときの温度変化のようすについて説明を聞く。 ・水とエタノールの混合物から、エタノールを多く含む液体を取り出せるか、温度変化のようすと関係づけて考える。	○		<u>思</u> -⑦ ・水とエタノールの混合物の温度変化のグラフより、エタノールを多く含む液体を取り出す方法を考えている。 (活動の観察、ワークシート)

17 18	○蒸留の実験を通して、石油の蒸留について理解している。	・実験赤ワインの蒸留【水とエタノールの混合物の加熱】を行う。 ・蒸留について学習する。 ・石油の蒸留は、温度によってとり出される成分が違うことを理解する。	・	○	知-⑥ ・蒸留の実験を正しく安全に行うことができる。 (活動の観察、探Qシート) 態-③ ・既習事項を生かして、石油の蒸留について考え、理解を深めようとしている。 (単元を通しての活動の観察、探Qシート)
----------	-----------------------------	---	---	---	---

(6) 学習指導案

以下に「第4章 物質のすがたとその変化」第9、11時の学習指導案を示す。

理科学習指導案

座間市立座間中学校
指導者 東 和寿

- 1 日 時 令和3年12月6日(月)第3校時(10:45~11:35)
2 学年・組・場所 第1学年3組 31名 第1理科室(2号棟1階)
3 単元名 身のまわりの物質
4章 物質のすがたとその変化
「未来へひろがるサイエンス1」(啓林館)

4 単元について

(1)単元観

本単元については、学習指導要領において次の事項を身に付けることができるよう指導すると示されている。

「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編」P35~39

(2)身の回りの物質 (2)イ、(ウ)㊦エより抜粋

イ 身の回りの物質について、問題を見いだし見通しをもって観察、実験などを行い、物質の性質や状態変化における規則性を見い出して表現すること。

㊦ 状態変化と熱

物質の状態変化についての観察、実験を行い、状態変化によって物質の体積は変化するが質量は変化しないことを見い出して理解すること。

(内容の取扱い)

エ アの(ウ)の㊦については、粒子のモデルと関連付けて扱うこと。その際、粒子の運動にも触れること。

以上より本単元では、最終的な目標を「物質の状態変化についての観察、実験を通して状態変化により、物質の体積は変化するが質量は変化しないことを粒子のモデルと関連付けて見いだし表現できる。」と設定した。この目標を達成するための指導の工夫として、既習事項を活用して自ら問題を見いだし、課題を把握するようにした。また、課題を解決するために対話的活動を通して粒子概念習得への深い学びにつなげたい。

(2)生徒観

生徒観に関しては、「生徒の実態と研究仮説」を参照。

(3)指導観

身のまわりには、さまざまな物質が存在する。私たちは、物質固有の性質を利用したり、物質の種類や状態を変えたりすることで日常生活を便利に過ごすことができている。しかし、物質の状態が変わると体積や質量はどのようになるか、状態変化はどのように利用されているのかなどを考える機会は少ない。特に気体状態では、目に見えない分イメージがつきにくい。

そこで、本単元は「状態変化の体積や質量の規則性について、粒子のモデルを用いて適切に表現すること」を育成することに重点をおく。身近な物質の状態変化の実験、観察を通して、状態変化の体積や質量の規則性を粒子モデルで表現、説明させていきたい。そして、活動を通して身近に状態変化は起こっていて、日常生活でも利用されていることを実感させたい。

5 単元目標

○物質の状態変化についての観察・実験を通して、状態変化により物質の体積は変化するが質量は変化しないことを粒子のモデルと関連付けて見だし表現できる。

6 単元の評価規準

7 単元の指導計画・評価計画

} 「(5) 指導計画と評価規準」を参照。

8 本時の指導(9/18)(11/18)

(1)目標

○水が状態変化することにより、粒子モデルでの表現が変わることを説明できる。

(思考・判断・表現)

○物質の状態変化における体積や質量の規則性について、粒子モデルで表現し説明できる。

(思考・判断・表現)

(2)実現状況を判断する際の具体的な生徒の姿と、目標実現を目指すための手だて

○9 時間目

	十分満足できる(A)	おおむね満足できる(B)	努力を要する(C)と判断した生徒への具体的な手だて
思考・判断・表現	水→氷の状態変化では、体積は変化するが質量は変化しないことについて、実験結果との整合性をふまえて、粒子のモデルで適切に表現し、説明している。	水→氷の状態変化では、体積は変化するが質量は変化しないことについて、粒子のモデルで表現し、説明している。	物質は小さな粒でできていることに着目させるため、水溶液の表現方法について振り返らせる。また水→氷の状態変化では、体積と質量はどのように変化したか確認させる。

○11 時間目

	十分満足できる(A)	おおむね満足できる(B)	努力を要する(C)と判断した生徒への具体的な手だて
思考・判断・表現	液体→気体の状態変化における体積や質量の規則性を、実験結果を振り返り、粒子のモデルで適切に表現し、説明している。	液体→気体の状態変化における体積や質量の規則性を、粒子のモデルで表現し、説明している。	体積と質量はどのように変化したか確認し、その変化を粒子でどのように表現させたら良いか考えさせる。

(3)展開

○9時間目

過程	学習活動	指導上の留意点	評価(観点・場面・方法)
導入	1 水→氷の状態変化を粒子のモデルでどのように表現、説明したか確認する。 8分 2 本時の目標を記入する。 2分	・水→氷に状態変化するとき、体積が小さくなると説明しているものと体積が大きくなると説明しているものを共有する。 ・事前にワークシートを配付する。	
水→氷の状態変化を粒子のモデルで表現、説明しよう。			
展開	3 水の質量と体積をはかり、氷を観察する。 8分 4 水→氷に状態変化したときの質量と体積の変化について全体で確認する。 5分 5 粒子のモデルで水→氷の状態変化を考える。 10分	・水→氷では、質量は変わっていないが体積が大きくなっていることに着目できるようにする。 ・デジタルホワイトボードアプリを利用し、2人1組で話し合いを通して表現できるようにする。	<u>思</u> 水の状態変化では、体積は変化するが質量は変化しないことについて、粒子のモデルを用いて表現し、説明している。 (ワークシート) 「C と判断した生徒への具体的な手だて」 水溶液の表現方法について振り返らせる。また水→氷では、体積と質量はどのように変化したか確認させる。
まとめ	6 水→氷の状態変化を粒子のモデルで考えたものを発表させ、共有する。 10分 7 粒子のモデルで表すと水→氷の状態変化はどのようになるかまとめる。 7分	・導入で説明したペアの表現を取り上げ、考えがどのように変容したか確認する。 ・状態変化の中でも、水(液体→固体)の状態変化は特有であることを説明する。	

○11 時間目

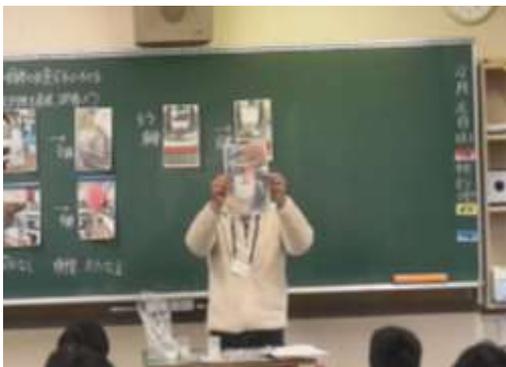
過程	学習活動	指導上の留意点	評価(観点・場面・方法)
導入	1 演示実験【エタノールと液化ブタンの状態変化】を確認する。 8分 2 本時の目標を記入する。 2分	・生徒が回答しやすい発問をして現象を確認しながら進める。 ・事前にワークシートを配付する。	
	液体→気体の状態変化に規則性はあるのか考えてみよう。		
展開	3 ワークシートの記入について説明を聞く。 4分 4 (演示実験)液体→気体の状態変化を粒子で考える。 12分 5 個人で考えた「(演示実験)液体→気体の状態変化」について、班内で発表する。 12分	・記入方法について要点を絞って説明する。 ・机間巡視を行い、自分の考えを表現できない生徒に助言する。 ・他者の考えを参考に、液体→気体の状態変化について粒子でどのように考えたらよいか考えを深められるようにする。	〔思〕液体→気体の状態変化における体積や質量の規則性を、粒子のモデルで表現し、説明している。 (ワークシート) 「C と判断した生徒への具体的な手だて」 体積と質量はどのように変化したか確認し、その変化を粒子でどのように表現させたら良いか考えさせる。
まとめ	6 書画カメラで TV にワークシートを拡大し考えを発表する。 8分 7 液体→気体の状態変化について粒子を用いてまとめる。 4分	・液体→気体の状態変化について理解が進むよう生徒にいくつか質問をし、確認していくことで理解を深める。	

3. 研究成果

本研究の成果について、以下のようにまとめた。

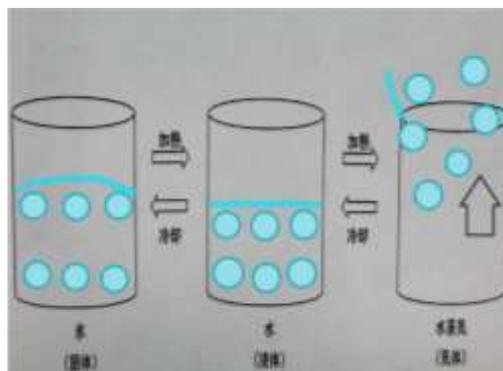
(1) 研究テーマに迫るための指導の工夫

「ア 実験で用いた物質を粒子モデルで考えさせる」と「イ 身近な物質を授業に取り入れ、粒子概念を学ぶことの意義や有用性を実感させる」について



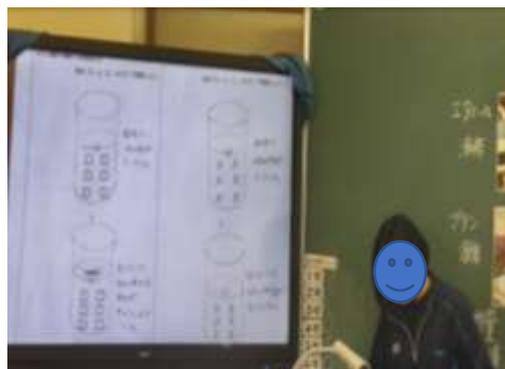
身近な物質を授業に取り入れることで、いつもより興味を持って授業に参加している生徒の姿が見られた。また、授業の導入で身近な物質の状態変化を取り上げることで、その現象を粒子で表現、説明するためにはどのようにしたら良いか考えるきっかけをつくることができた。

「ウ 学習用端末を授業に取り入れ、取り組むべき課題を明示し、話し合い活動を行わせる」について



学習用端末を授業に取り入れ課題を明示することで、ペア学習やグループ学習を行いやすい場面を設定することができた。その結果、普段なかなか課題に取り組むことのできない生徒も学習活動に取り組めるようになった。また、一人では課題に取り組むことが難しかった生徒も、他者の考えを聞いて課題に取り組む様子も見られた。

「エ 他者との対話や発表活動を通して、粒子概念について探究させる」について



対話や発表活動を授業に取り入れることで、主体的・対話的に授業に取り組む生徒の姿が見られた。また、他者の発表を聞いて、自分の考えを改めている生徒もいた。これらのことから、対話や発表活動を授業に導入することで、状態変化と粒子の関係について、より考えを深めているように感じた。

(2) 授業全体を通して

今回の研究授業では、1時間の授業の中で身近な物質の状態変化の実験・観察、粒子モデルでの説明、表現、発表活動と活動が多くなってしまった。液体状態を中心に、気体になったときと、固体になったとき、また特有の変化をする水、と授業を区切りながら行ったがどの時間も余裕がなかった。しかしその反面、生徒に考えさせる時間を多く確保できたことは良かった。また、授業の中でどのような発問をするか、発問の難しさも感じた。場面にあった発問をすることによって、学習活動を意図した方向に進めるためにも、発問の引き出しが多いことに越したことはないと感じた。

(3) 生徒が記入したワークシートから

右に生徒Aが記入したワークシートを掲載する。

実験の記録をワークシートに記入し、最終的に生徒の言葉で学習内容をまとめられるようワークシートを作成した。

体積の変化に関しては、選択できるようにあらかじめ項目を設定してしたが、質量に関しては結果の数値を直接記入させた。その結果、記録だけを頼りにまとめると誤った考えを記入していた。このことから、後から見たときも正しく考えることができるよう、記録の方法を改善する余地がある。

しかし、考察では生徒なりに、授業を通して学んだことを図や表にしたり、語句を用いて文章でまとめたりしていた。

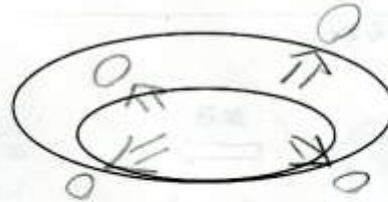


生徒Aのワークシート

水→水蒸気の状態変化 演示実験「スピーカーの上に小球を置き、温度と粒子の運動を表現する」

温度が低い

温度が高い



水(液体)

水蒸気(気体)

小球の動き(体積)

小さい
大きい

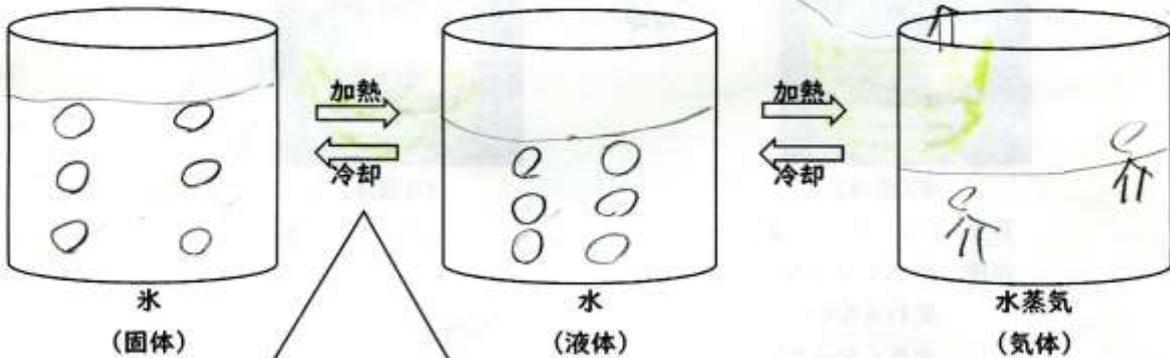
小さい
大きい

- デジタルホワイトボードアプリ

で水→水蒸気の状態変化を粒子で表現しよう!

考察

水の状態変化を粒で説明すると...



液体から固体に状態変化するとき、体積が大きくなるのは水特有の性質。
→固体の方が液体よりも粒子の間隔が(広い)から。

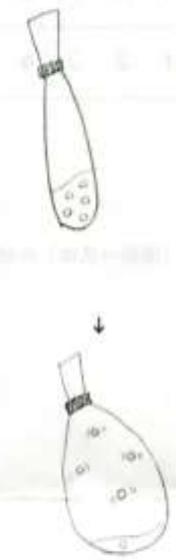
水が状態変化するときの「質量」、「体積」、「粒子の動き」について説明しよう。

	水	水	水蒸気	
質	大きくなる	中間	小さくなる	水は、質量・体積が氷より大きくなり、粒子の間隔が広くなりかたまる。 水蒸気は、質量が氷より小さく、体積が大きくなる？ 粒子は激しく動く。
体	大きくなる	氷・水蒸気 比べて小さい	大きくなる	
動き	動かない	動く	激しく動く	

生徒 A のワークシート

次に、生徒 B のワークシートを見ると、他者の考えを聞くことや、発表活動を通して、正しい粒子の考えへと変容していることがわかる。例えば、状態変化では、物質を構成する粒子の数は変わらないことから、質量も状態変化の前後で変わることはないことを赤で修正を入れている。しかし、同じ問いに対してエタノールの方の解答は、「粒子の数を変えると違う物質になってしまうから」と物質が変わると解答が変わってしまっていることがわかる。このことから、対話や発表活動を授業に取り入れるだけでは正しい粒子概念は習得できず、探究活動の中で教師がしっかりと舵をとり学習を正しい方へと導く大切さを感じた。

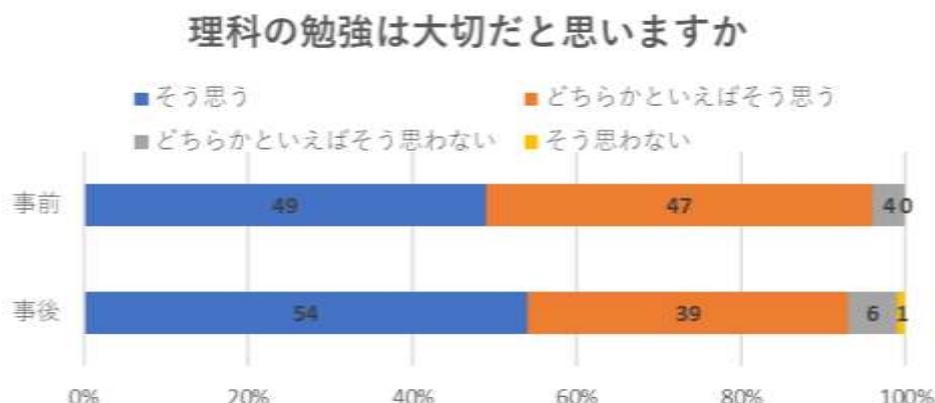
液体 → 気体の状態変化に規則性はあるのか考えよう

<p>エタノール (液体 → 気体) の状態変化を 粒子 (○、△、□、×など) で表現しよう。</p> 	<p>ブタン (液体 → 気体) の状態変化を 粒子 (○、△、□、×など) で表現しよう。</p> 
<p>発表原稿 ・液体のエタノールが気体に状態変化することを、 <u>○</u> の粒子で説明します。ブタンの状態変化と (同じ・<u>違う</u>) 粒を用いた理由は、 <u>エタノールとブタンは違うものだからです</u>。 また、<u>粒子の数は状態が変化すると (変わります・<u>変わりません</u>)</u>。理由 は、<u>粒子の数を変えると違う物質になってしまう 状態が変わっただけだから</u> からです。さらに、気体状態の粒子は激しく (<u>動きます</u>・<u>動きません</u>)。理由 は、<u>気体状態になった物質の粒子は激しく 動きますから</u>です。</p> <p><i>前の実験でわかっているからです。</i></p>	<p>発表原稿 ・液体のブタンが気体に状態変化することを、 <u>△</u> の粒子で説明します。エタノールの状態 変化と (同じ・<u>違う</u>) 粒を用いた 理由は、<u>エタノールとブタンは違う 物質だからです</u>。また、<u>粒子の数は状態が変化す ると (変わります・<u>変わりませ ん</u>)</u>。理由は、<u>質量は変わらない 状態が変わっただけだから</u> からです。さらに、気体状態の粒子は激しく (<u>動きます</u>・<u>動きません</u>)。理由 は、<u>気体状態になった物質の粒子は激しく 動きますから</u>です。</p>

生徒 B のワークシート

(4) 事後アンケートの結果

ア、本単元の学習の前後で、理科を学ぶ意義を感じている生徒の割合を調査した。
その結果を下図に示す。



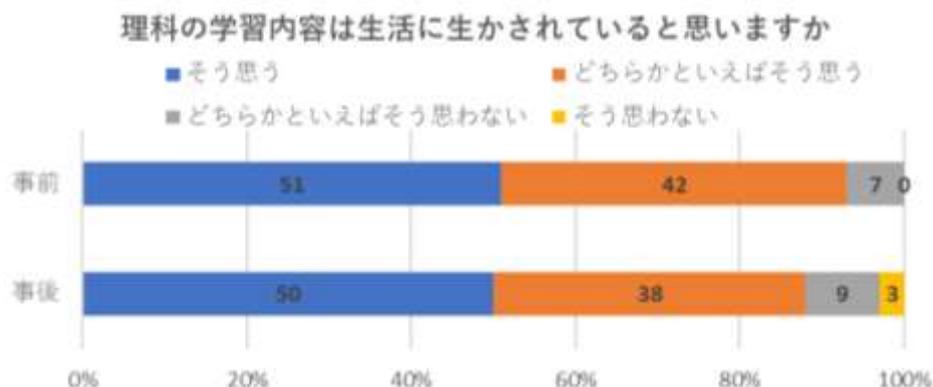
肯定的に回答した生徒の割合は、96%から 93%になった。

以下は、肯定的に回答した生徒の理由である。

- ・身のまわりにある固体、液体、気体の不思議を新しく知ったり、自分の考えを深めたりするようになった。
- ・遭難して塩分が欲しかったときに、状態変化を利用してつくれるかもしれないから。
- ・温度により、状態を変えることができるから。
- ・料理で酒のアルコールをとばすときや打ち水など生活に生かせるから。
- ・やかんでお湯を沸かして熱い水蒸気がでると知っていればやけどをしない。
- ・氷になると体積が大きくなることを考慮して容器に水を入れられる。
- ・混合物を分ける時の沸点の違いは利用することができる。

記述から、学習内容を日常生活につなげられている生徒は、理科の勉強の大切さを感じていることがわかった。この結果から、日常生活の中で学習した内容がどのように生かされているか理解することが、理科の勉強の大切さにつながってくると考えることができる。

イ、次に、理科の学習内容は生活に生かされていると思うかの質問に対する回答結果を示す。



肯定的に回答した生徒の割合は、93%から 88%になった。

以下は、肯定的に回答した生徒の理由である。

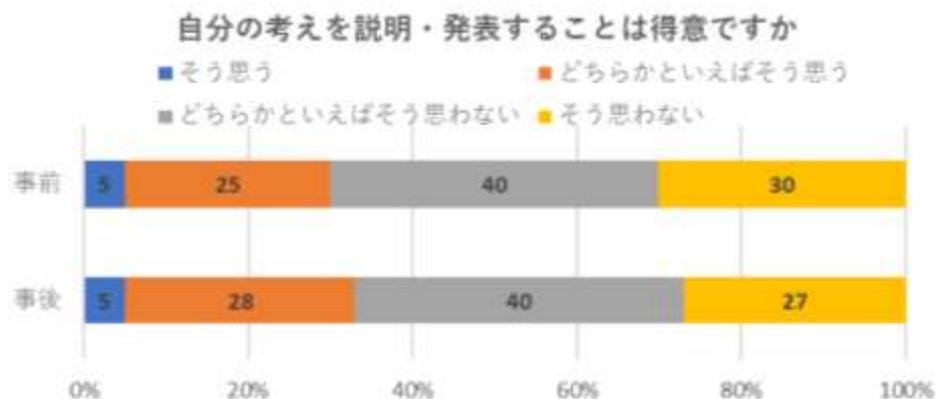
- ・原油の蒸留、水を氷にしたりするとき利用するから。
- ・どうすると元の状態にもどせるかというときに利用する。
- ・鉄など固いものからつくるときに生かせる。
- ・加湿器や冷蔵庫の製氷室にも活用されているから。
- ・アイスなどをつくる時、その液体の融点を知っていれば、冷凍庫などの温度を下げすぎず、電気代節約になる。
- ・氷をつくる時、水を冷やすと氷になることを利用している。
- ・料理をするときに水や油の沸点を知っていると便利。

記述から、具体的な体験や経験に学習内容を結びつけられているかどうか肯定的に回答している要因だとわかる。また、授業では、蒸留や水→氷に状態変化するときの体積の変化、水の沸点などにはふれることができたが、加湿器や冷蔵庫、電気代節約のように、日常生活に深く結びつけて考えられている意見もでてきた。これは学習した内容を生活に生かす発想をしていることがわかる。

○研究仮説と（ア）、（イ）の関係

研究仮説 B の「身近な物質を粒子の視点から説明させる」という点では、（ア）（イ）どちらも肯定的に回答した生徒の割合は、数パーセント減少したが9割近くの生徒が肯定的に答えていた。この結果から、状態変化の単元でも身近な物質を用いることにより、理科の大切さや学習内容と生活の結びつきを生徒なりに考えていることがわかった。これは、可視化して確かめることが難しい粒子概念の習得において重要な点であると考えられる。

ウ、授業の取り組みの姿勢として、説明・発表することは得意かどうか質問した。今回は、学習用端末やペア学習を授業に取り入れ、主体的・対話的で深い学びを目指した。この質問に対する回答結果を示す。



肯定的に回答した割合は、30%から33%と微増した。
 以下は、肯定的に回答した生徒の理由である。

- ・まわりの2、3人なら平気。
- ・みんなの前ではできないけど、班とかペアだったらできる。
- ・発表するのは全然かまわないけど、うまく伝わっているかはわからない。
- ・前に立ったときの視線であせる。
- ・いきなり発表とか、長い説明をするのは得意でないけど、何かを読みながらだったり、短い説明ならできる。
- ・授業中に手を挙げて発表する。
- ・スライドを作ったり、紙を用意しているとできる。
- ・班内の発表やデジタルホワイトボードアプリを使ったりならできる。

傾向として、全体の前では発表することを苦手としているが、2、3人の少人数や班内という限られた人数内だったら説明、発表できることがわかった。また、スライドやデジタルホワイトボードアプリなどのツールを用いて情報をとばして共有しておいたり、発表原稿を準備しておいたりした方が、発表に対する不安要素が少なくなる傾向であることもわかった。反対に、発表準備ができていなかったり、回答に自信がなかったり、という理由でみんなの前に立つといった場面を苦手としている実態も明らかになった。

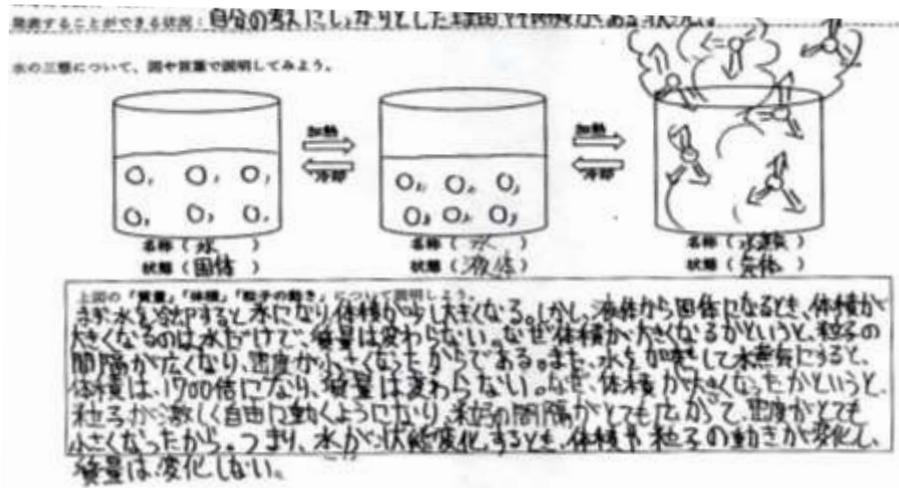
○研究仮説と（ウ）の関係

研究仮説 A「学習用端末の導入や協働的な学びを授業に取り入れることで、主体的・対話的で深い学びにつながられるのではないか。」という点では、肯定的に回答した多くの生徒が「学習用端末、スライド、読みながら」というキーワードを挙げ理由を説明した。これは、主体的に学習に取り組むツールとして学習用端末が有効であることを示している。また「2、3人や班とかペア」と「みんなの前、視線」というキーワードを挙げ理由を説明した生徒の存在から、全体での発表は相当の自信や経験が必要になってくると同時に、自信や経験を積ませるために少人数での協働的な学びは有効だったと考えられる。以上のことから、主体的・対話的で深い学びに向けて学習用端末や協働的な学びを取り入れることは一定の効果を発揮することがわかった。

エ、水の三態を粒子で正しく説明、表現できるかどうかの質問に対する回答結果は以下の通りである。



粒子を用いて正しく説明、表現できる割合は50%とちょうど半数の生徒になった。以下に生徒の回答例を示す。

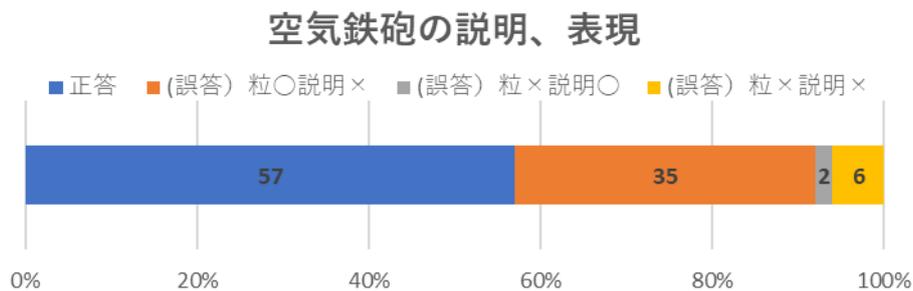


各状態の粒子のようす、粒子の動き、粒子の数、体積の変化を適切に表現し、説明では、質量についても述べている。このように、粒子で水の三態について説明、表現できる生徒は、粒子で表現するだけでなく、粒子の動きや数が体積や質量に関わってくることを結びつけて考えることができていた。

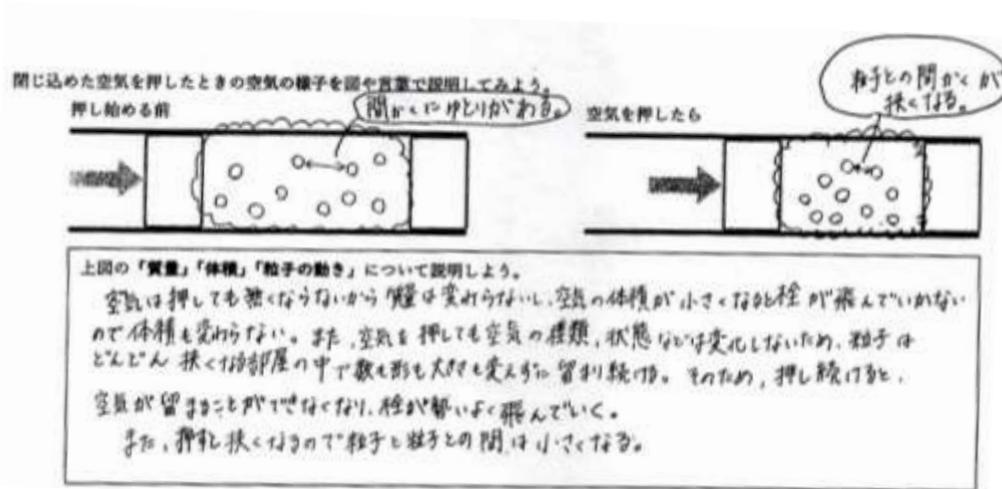
○研究仮説と（エ）の関係

研究仮説 B の「身近な物質を粒子の視点から説明させることで、正しい粒子概念を形成することができるのではないか。」という点では、液体と固体間の状態変化で特有の性質を持つ水という身近な物質でも、粒子を用いて正しく説明できる生徒が半数以上いる実態が明らかになった。これは、「水」という題材が私たちの生活にとって必要な物質でありながら、状態変化と体積や質量の規則性という点で例外的な物質である難しさが回答率に影響していると考えられる。つまり、正しい粒子概念の習得に向けて、指導方法の工夫や改善の余地があることを示している。

オ、空気鉄砲を押したときの様子を粒子で説明、表現できるかどうかの質問に対する回答結果は以下の通りである。



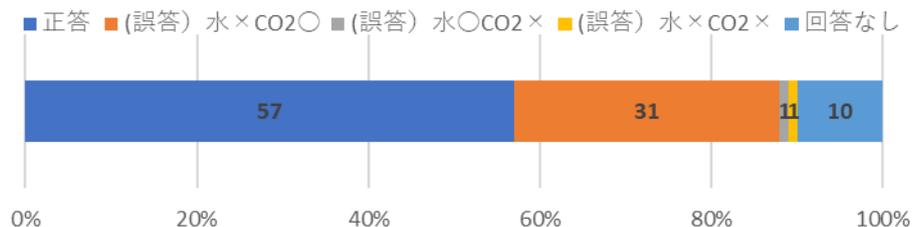
粒子を用いて正しく説明、表現できる割合は 57%の割合であることがわかった。以下に生徒の回答例を示す。



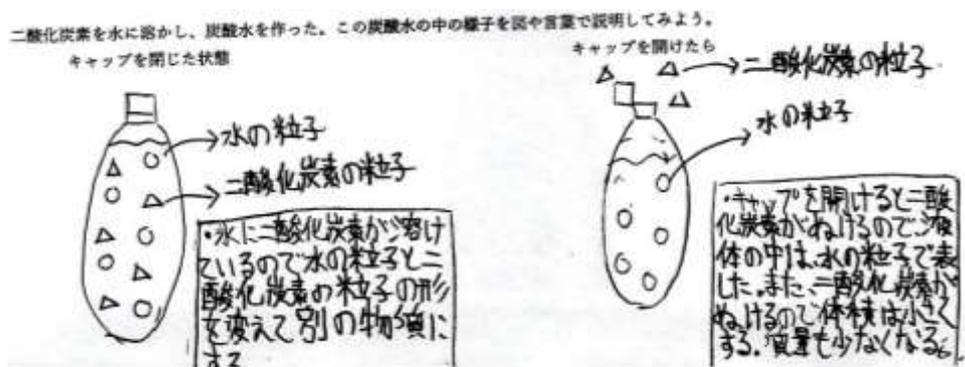
空気鉄砲を押していくと空気の粒子と粒子の間隔が狭くなるが、質量や体積は変わらない、と学習内容と体験や経験したことを結びつけて考えることができている。このように、学習した内容と日常生活を結びつけて考えることが、教科の勉強の大切さにつながっていくのではないかと考える。

カ、炭酸水の様子を粒子で説明、表現できるかどうかの質問に対する回答結果は以下の通りである。

炭酸水の説明、表現



粒子を用いて正しく説明、表現できる割合は57%であることがわかった。以下に生徒の回答例を示す。炭酸水の見た目に左右されることなく、水の粒子についても表現、説明し、キャップを開けたときの体積の変化についても言及することができている。



○研究仮説と (オ)、(カ) の関係

研究仮説 B の「身近な物質を粒子の視点から説明させる」という点では、(オ) (カ) どちらとも肯定的に回答した生徒の割合は、半数以上である実態が明らかになった。特に (オ) は事前調査で66%の生徒が擬人化やもやもやなどのイメージを用いて回答していたのだが、授業にて様々な物質を粒子

の視点から説明させたことが実を結んだ結果を得られることになったと捉えられる。しかし、今回は説明文章と図での表現という2観点で集計したことから、図では表現することができているが自分の言葉で説明できない生徒の割合は35%であったことも明らかになった。これは、言葉で説明する力を育成する必要があることを示している。

また事前調査にて(カ)は、目で見える炭酸のみを粒で説明している生徒の割合が半数以上を占めていたが、目で見えないものの説明の機会を多く設けたことで、視覚情報に頼らず見えないものを説明できるようになった。このことから、教科書に掲載されているものだけでなく、身近な現象に粒子概念を当てはめて考えさせる重要性が明らかになった。

4. 今後の課題

理科の勉強は大切だと思う、学習した内容は生活に生かされていると思う、と答えた生徒の割合は、微減した。肯定的に回答できている生徒は、学習内容と日常生活を結びつけて考えることができおり、学習する意義を日常生活に関連づけられていることがわかった。このことから、教科書の内容だけでなく、日常生活でどのように利用されているかどうかまで考えさせる指導の工夫が必要である。

また、既習事項を活用した粒子概念の育成を目指して研究に取り組み、粒子の考え方を身のまわりの現象にあてはめて考えることができる段階まで育むことが大切であることが研究結果からわかった。しかし限られた時間数の中で、身のまわりの現象にあてはめて考える時間をどのくらい確保するかという課題が残った。その際、ワークシートを振り返って見たとき正しい概念を用いることができるような実験結果の記録方法にも改善の余地が残った。

さらに、本研究では、主体的・対話的で深い学びを目指して、身近な物質を授業に用いること、教材・教具の工夫、学習用端末の利用、ペア学習などを取り入れた。授業中の生徒の様子は、授業に真面目に取り組む様子が見られたが、自分の考えを説明、表現することを得意になったとする生徒の割合は、微増にとどまった。この結果は、本單元だけではなくすべての学習の機会において、常に教師自身が主体的・対話的で深い学びを意識して取り組む必要があることを示していると考えられる。特に、対話的な学びを意識して授業を構成することは、様々な学習場面で生徒の言葉を引き出すことにつながるようになるので積極的に取り入れていきたい。

5. おわりに

今回、このような研究発表の機会を頂き、多くを学ぶことができました。時代の流れとともに教育活動に求められるものも移り変わり、私たち教師は自己研鑽に、より一層励むことが求められているように感じます。今回の機会を、この限りで終わりにするのではなく、未来を担う存在である生徒たちに少しでも還元できるよう精進していく所存です。

最後に、本研究を進めるにあたりご助言ご鞭撻頂いた県教育委員会田畑指導主事、県央教育事務所中川指導主事、座間市教育委員会今井指導主事に感謝申し上げます。また、授業研究から関わってくださった市内、校内の先生方にも感謝申し上げます。

6. 引用・参考文献

- ・『指導書第2部詳説 未来へひろがるサイエンス2』 株式会社新興出版啓林館
- ・『GIGA スクール構想の実現へ』 文部科学省
- ・『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編』 文部科学省
- ・『新しい学習指導要領の考え方
－中央教育審議会における議論から改訂そして実施へ－』 文部科学省
- ・『アクティブ・ラーニングの視点と資質・能力に関する参考資料』 文部科学省
- ・『平成30年度全国学力・学習状況調査報告書 中学校理科編』 文部科学省