

2022年度 日産財団理科教育助成 成果報告書

テーマ：生徒一人ひとりが主体的・対話的に学び、科学的に問題を解決するために必要な知識・技能を育成する授業の在り方 ～粒子概念の獲得～

学校名：下郷町立下郷中学校

代表者：我妻 雄比古

報告者：水科 努

全教員数： 17名

全学級数・児童生徒数： 4学級・ 109名

実践研究を行う教員数： 1名

実践研究を受けた学級数・児童生徒数： 2学級・ 40名

1. 実践の目的（テーマ設定の背景を含む）

中学1年生の理科において、生徒が最も理解しにくい概念が「粒子」と考える。肉眼では見えない微生物も、顕微鏡による観察を通じて実体として感じ取ることができる。しかし、それより微細な構造は視覚に頼れないため実体として捉えにくく、すべての生徒が正しく粒子概念を保持しているとは考えにくい。中学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編では、「科学的な見方や考え方」を養う4つの柱の一つとして「粒子」領域が設定されている。また、令和4年度全国学力・学習実態調査（中学/理科）では、「化学変化を粒子の保存性に着目し分析して解釈すること」は大切であるとし、その際には「ICT機器などを活用して、原子や分子のモデルを用いて可視化する」ことが述べられている。2年次の学習内容である化学変化へとスムーズにつなげるためにも、1年次において「粒子」概念の確立を目指したい。

GIGAスクールの取組により、本校にも生徒一人一台のタブレット端末が支給された。しかし、情報を即座に提示・共有するためにも電子黒板等の大型モニターが必要であったが、理科室への配置は遅れていたところ、日産財団理科教育助成により電子黒板の導入に目途がついた。環境が整ったことから、今回初めてICT機器を活用した理科授業を実践してみた。不慣れなことでもあるため、従来からのアナログ的な手法も残しつつ、要所ではデジタル的な展開を取り入れ、「主体的・対話的な学び」に無理なく移行するよう研究を進めたものである。

2. 実践にあたっての準備（機器・材料の購入、協力機関等との打合せを含む）

- ・購入した機材 … 電子黒板(65インチ)、電子黒板スタンド、HDMIケーブル(5m)
- ・既存の機材 … タブレットPC(GIGAスクール構想により生徒一人に一台配付)
- ・事前に「Google Classroom」にて授業に使用するクラスを作成し、生徒を招待しておいた。また、「Google Forms」のアンケート機能を使用した質問シートを作成し、意見の可視化を図った。
- ・班毎に話し合うツールとして、従来通りの紙によるA2判のワークシートを用意した。

3. 実践の内容

第1学年 単元「身の回りの物質」より「水溶液」「状態変化」の領域において実践した。

I. 生徒の「粒子」に対する概観

<発問①> 質問1, 2にあるような混合物をそれぞれ作り、質量をはかる前にその値を予想させた。

問1 水50gにコーヒーシュガー10gを入れて、よくかきませた。すると、全体が透明なまま、コーヒーシュガーはなくなっていた。全体の質量は何gか？

問2 水50gにデンプン10gを入れて、よくかきませた。すると、全体は不透明になったが、しばらくするとデンプンは底に沈んでいた。全体の質量は何gか？

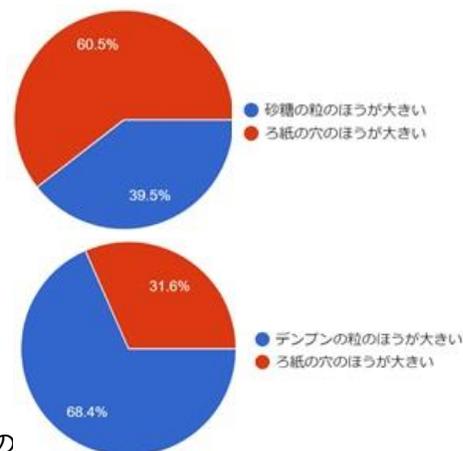
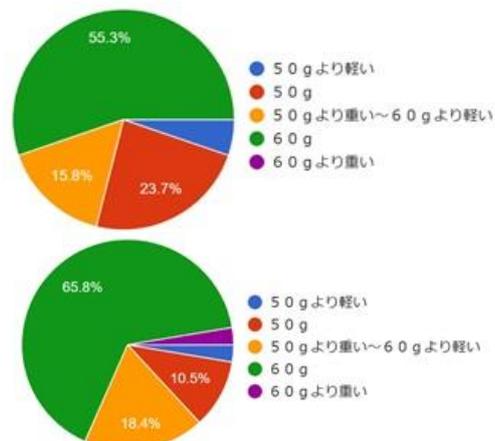
[結果①] 60gと正解できた生徒は半数を超えていたが、コーヒーシュガーでは約44%、デンプンでは約31%の生徒が「軽くなる」と答えた。

<発問②> 質問3, 4にあるような混合物をそれぞれろ過し、ろ紙に空いている見えない隙間と「粒子」の大きさを比較させた。

問3 コーヒーシュガーを入れた水をろ過した。ろ紙には何も残らず、ろ過した液は色付きの透明で、蒸発させたら砂糖が出てきた。砂糖の粒の大きさは、ろ紙に空いている穴の大きさに比べて、どうなっているか

問4 デンプンを入れた水をろ過した。ろ紙にはデンプンが残り、ろ過した液は色のない透明で、蒸発させてもデンプンは出てこなかった。デンプンの粒の大きさは、ろ紙に空いている穴の大きさに比べて、どうなっているか

[結果②] コーヒーシュガーでは約40%、デンプンでは約32%の生徒が大きさを正しく比較できていなかった。これは発問①と近い割合でもある



II. 生徒間の話し合い

<発問③> 水に入れたコーヒーシュガーはどこにいった？

[結果③] 水と一体化した／液体になった／プランクトンぐらい粉々になった
削れて見えなくなった／細かくなって全体に散らばった

大別すると「液化した」と「小さくなった」という意見に分かれた。

<発問④> 透明（水+コーヒーシュガー）と不透明（水+デンプン）の違いはなぜ生じるか？

- [結果④]**
- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| (1)粉がおどっているから。散らばっているか | (2)成分（粉と糖）がちがう。性質がちがう。 |
| (3)コーヒーシュガー→結晶：完全に細かくなった
デンプン →粉：細かくならないで、そのまま | (4)コーヒーシュガー→パチパチパニックタイプ(堅)
デンプン →ココアタイプ(粉)
粒ぐあい … デンプン < コーヒーシュガー |
| (5)デンプンは粒がさらさらしていて、水に小さい粒がしっかりまざらないから、時間がたつと底に沈んだりしてしまう。コーヒーシュガーは粒が大きいので、水とまざりやすい。 | |

(1)は液体中にある粒子の振る舞いに、(2)は粒子そのものの相違に、それぞれ注目している。しかし、あまり具体的とは言えない。(3)(4)(5)は粒子の大きさに着目しているが、(4)(5)はコーヒーシュガーの方がデンプンに比べ、粒が大きいと仮定している。

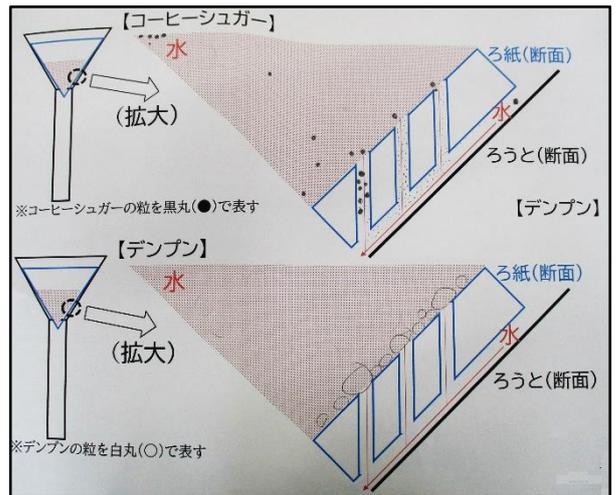
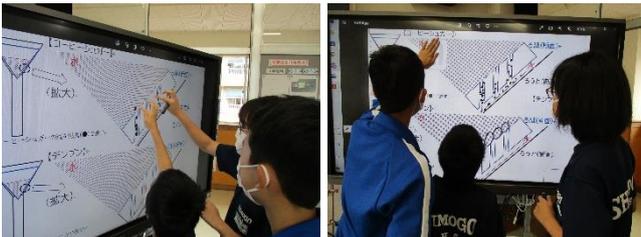
4. 実践の成果と成果の測定方法

Ⅲ. 実験の考察

最後に、右図のようなワークシートを用いて、ろ過の様子を話し合わせた。



また、話し合いの内容を電子黒板上で書き込みをしながら発表した。



「コーヒーシュガーの方がデンプンより粒子が大きい」という生徒も、この作業を通じてその矛盾に気付くことができた。

成果 水に入れる前、「コーヒーシュガーは塊」で、「デンプンは粉末」である。そのため、水に入れた後でもその大小の関係性は続いていると、思い込んでいる生徒がいた。そうした生徒は、コーヒーシュガーの粒子がろ紙にある穴を通り抜けられない大きさに描いてあっても、その矛盾に気付けないでいた。周囲の生徒から指摘されても、理解するまでに時間を要していた。「事実と合わない」ことを自力では認識できない生徒に対し、今回のような展開を経ての話し合いは有効な手立てであったといえる。

Ⅳ. 粒子性の拡張

物質を粒子モデルで考えることにも慣れてきた。単元の最後に、異なる物質粒子の大きさ比べから、同じ物質の同じ粒子が温度という条件で、状態の様子が変わることについて考えさせた。

予め実験で状態変化とは、「体積は変化するが質量は変化しない」ことを確認した。ワークシートにまとめる際、手書きによる不均一を避けるため、粒子はシールで表した。

【考察】粒子モデルを使って考察しよう。
 ※「体積」について…粒子の間隔が(小)なる⇒体積小／粒子の間隔が(大)なる⇒体積大
 ※「質量」について…粒子の数が(多) ⇒質量増／粒子の数が(少) ⇒質量減
 ※粒子の大きさは変化しません 例. ○ ⇔ ○ …これは×

I. 『ロウ』の状態変化
 ①固体のとき ②液体のとき

II. 『エタノール』の状態変化
 ③液体のとき ④気体のとき



班ごとにワークシートをまとめ、黒板に一覧表示させた。シールの枚数が不揃いな班は、見比べた中で不都合に気付くと、すぐに修正することができた。

成果 ワークシート内には、体積や質量について考えるヒントを用意してあったが、シールを貼ることのみ夢中になる生徒がいた。また、2年生の学習内容について触れることができ、次年度は「原子」の学習について、円滑に受け入れられることが期待できる。

5. 今後の展開（成果活用の視点、残された課題への対応、実践研究の可能性や発展性など）

○粒子概念の確立に向けて

3-Iの問1～4について、同じ質問を3学期に実施したところ、正解を維持することができていた。粒子の存在の確立が、2年「化学変化」や3年「イオン」へとつながる土台となる。これは化学だけの話ではなく、他の領域においても通じている。生物においては、例えば「血液が酸素を体中の細胞に運ぶ」というイメージ形成に役立つ。この視覚を超えた概念による思考は、地学では果てしない時間と宇宙の広大さを、物理では力の作用とエネルギーの移り変わりを、それぞれ理解するために大切なスキルである。今後の展開としては「模型の作製」や「シミュレーション」など、従来の実験と関連させながら、新しい考え方の提示方法を模索していきたい。

○ICT機器の活用について

今回、ICT機器の使用にあたっては、レディネスの調査という点で即時性があり、極めて有効であった。他の単元でも使用していきたいところだが、質問シートの作成にはそれなりの時間がかかる。Google Formsの蓄積が今後の課題である。他にも「実験の撮影動画」によるふり返りや他班との比較、「実験のグラフ化」によるデータ処理からの気づきなど、さまざまなICT機器の利用方法が考えられるが、「機器を使用するための実験」にならないよう注意しなければならない。機器の操作に集中するあまり、何の実験をしているのかわからない生徒が出てくることが予想される。果たして効果があるのか、実験の妨げになってないか、使用しなければならない理由は明確なのか、さまざま吟味しながらICT機器の活用を進めていきたい。

6. 成果の公表や発信に関する取組み

※ 研究会等での発表や、メディアなどに掲載・放送された場合もご記載ください

特にありません。

7. 所感

今回の助成にあたって、念願だった電子黒板を理科室に導入することができました。このような機会に恵まれたことに対し、日産財団様には深く感謝の意を捧げたいと思います。個人的な事でもあり恐縮ですが、前年度に大病を患ってしまい、復帰直後に本助成に取り組むことになりました。私自身の力不足もあり、研究の視点や内容を深めることができなかつた点が心残りです。

今後は、生徒においては粒子を含む科学的な基本概念による思考の一層の習熟と、教職員間においては電子黒板等のICT機器を組み合わせた活用方法の開発を目指し、さらなる研修を積み重ねていきたいと考えます。

ありがとうございました。