

中学校理科授業における「粒子の熱運動」の定着を図る授業実践

宮坂 祐一郎
教科領域コース

1. はじめに

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、2018）では、系統的な指導を通じた粒子概念の形成が重視されている。また、菊地ら（2008）は粒子概念がすべての物質に共通する概念であり、粒子概念を理解することで多くの物質学習における場面で活用でき、学習内容の理解の深化が望まれるとしている。しかしながら、菊地ら（2008）では中学校理科において粒子概念の理解が乏しいことを報告しており、生徒の粒子概念の理解には困難さがあると考えられる。

このような状況の下で、佐々木ら（2017）は、菊地ら（2014）が定めた初歩的粒子概念の内「粒子の熱運動」を取り入れた指導を行うことで、中学校段階における状態変化による体積変化や熱の出入りによるエネルギー変化を説明しやすくなり、理解を深めることができるとし、中学校第 1 学年の「身の回りの物質」単元においてブラウン運動を用いたモデル実験を行い、粒子の熱運動による溶液の均一性を示した指導を行ったことで小学校理科の溶液・溶解学習からのつながりを実感し、理解の深まりがあったと報告している。ところで、柘堀ら（2025）では小学校理科において、児童に粒子概念を導入する際には明示的に教え込むのではなく、児童の誤概念を表出・共有させ、その矛盾への気づきを通して、概念の妥当性や有益性を実感させ、より適切な理解へと変容を促す、と報告している。粒子概念の定着の困難さは指摘されており、中学校段階においても概念形成の一要因として気づきが必要であると考えられる。しかしながら、中学校理科における概念形成において気づきを導入し、どのような気づきが概念形成の一端を担っているのかを明らかにした先行研究は管見の限りない。そこで、本研究では粒子の熱運動を取り入れて生徒の気づきに着目した授業を行い、その効果を検討する。

2. 研究の目的及び方法

本研究の目的は、中学校第 1 学年理科「身近な物質」における状態変化において、授業実践を行い、菊地ら（2008）の粒子概念のうち「粒の熱運動」の粒子概念の形成において、どのような気づきが概念形成に効果があるのかを明らかにすることとする。

研究方法として、まず調査問題を作成・実施し、授業実践前の粒子概念に含まれる知識の理解度を調査する。そして、中学校第 1 学年理科「身近な物質」において状態変化における授業を、A 中学校 4 クラス 143 人を対象に計 3 時間行う。授業実践では実験と意見の共有・発表を繰り返し、生徒が気づきを表出しやすいアプローチを取り入れる。授業実践後にも授業実践前と同様の調査問題を実施し、正答率の変化から授業実践による生徒の粒子の熱運動に関する粒子概念の定着を分析する。また、授業実践では、生徒の発話を録音し、プロトコル化した後、どのような気づきが出されるのかを 4 つの気づき（事実、関係、疑問、感覚）に分けて分析する。さらに、ワークシートの自由記述からも生徒の考えを読み取り粒子概念における粒子の熱運動について分析する。

3. 結果及び考察

授業実践の結果、気づきが出された発話をした生徒は 143 人の内 49 人、出された発話の回数は 1、2 時間目で計 189 回見られた。気づきが出された発話をした生徒は約 3 割と少なく、またその中でも事実、疑問の気づきに比べ、関係、感覚の気づきは少なかった。

ワークシートの質的分析では、1 時間目のワークシートによる授業後の考えでは粒子についての言及がほとんど見られなかったが、2 時間目以降粒子についての記述が増加した。また、2 時間目には粒子同士の間隔についての記述が増え、3 時間目には粒子の熱運動についての記述が増加した。このことから、粒子の熱運動への理解が促進されたと考える。また、授業後の考えをモデル図で表現する生徒も粒子同士の間隔から粒子の熱運動を表現する図に変化していき、粒子の熱運動への理解が促進されたと考える。

調査問題の結果を用いた分析では、粒子の熱運動に関する問題の一部において、関係の気づき、感覚の気づき、事実の気づきが見られた生徒と気づきが見られなかった生徒の正答率を分析したところ、統計的に有意な差が見られた。また、粒子の熱運動に関する別問題においても気づきの有無による統計的な有意差が見られなかったものの、正答率の向上は見られ、気づきが粒子概念の理解に関係していることが伺えた。記述式にて、状態変化を表現する問題において、粒子の熱運動を用いて表現した生徒は、気づきが見られなかった生徒と比べ、関係の気づきが見られた生徒の方が正答率は上回った。また、有意差が見られなかった問題でも、気づきが見られた生徒の方が正答率は高くなることがわかった。

4. おわりに

本研究では、生徒が授業中の活動を通して得た気づきにより、粒子概念における粒子の熱運動に関する粒子概念の定着が検証された。しかし、発話だけで気づきの全てを把握することは困難であり、また、小・中学校を通して系統的な粒子概念の理解を目指す中で、3 時間という短期間では、十分な粒子概念の定着を目指すのは研究の限界であった。

附記

本抄録は、2025 年教育実践学会第 33 回大会発表資料に加筆・修正を加えたものである。

引用文献

- 菊地洋一・高室敬・尾崎尚子・黄川田泰幸・村上祐（2014）「小学校における系統的物質学習の実践的研究 ―粒子概念を『状態変化』で導入し『溶解』で活用する授業―」『理科教育学研究』第 54 号、第 3 号、335–346.
- 菊地洋一・武井隆明・三田正巳・高橋治・村上祐（2008）「粒子概念の位置づけと物質学習カリキュラム」『理科教育学研究』第 49 巻、第 1 号、35–51.
- 文部科学省（2018）『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説理科編』、東洋館出版、17.
- 佐々木聡也・坂本有希・尾崎尚子・菊地洋一（2017）「初歩的粒子概念を柱として小学校と中学校をつなぐ物質学習」『教育実践研究論文集』第 4 巻、39–43.
- 栃堀亮・清水裕太・宮本直樹（2025）「空気の性質を粒で捉える理科授業 ―必然性を実感する教材を導入して―」『茨城大学教育学部紀要』第 74 号、65–76.