

# 教授—学習活動の最適化に関する総合的研究 (XXXVI)

## —粒子の熱運動における認識調査とその獲得に関する研究—

吉田研究室 原田 真実

### 1. はじめに

平成 20 年改訂小学校学習指導要領において学習内容の系統性が重視された<sup>1)</sup>。「粒子」においても、小・中・高を通じた理科の内容の構造化を図るために小学校理科における粒子概念の導入方法について多くの研究がなされてきた。葉山らは、粒子モデルに関する質問紙調査から粒子モデルの導入の可能性を指摘した<sup>2)</sup>。増田は、先行オーガナイズを用いた初歩的な粒子概念の導入を試みたが、教師側からの示唆よりも児童からの自発的な気づきを待つ方が有効であると述べた<sup>3)</sup>。

「ものは小さな粒が集まってできている」という基本的な粒子概念を導入した実践は多数行われている。しかし「粒子は運動している」などの粒子の動的な性質を導入した実践は行われていない。また、増田が述べたように児童からの気づきにより粒子概念を獲得させるためには、教師自身が科学的な粒子概念を獲得する必要がある。

そこで本研究では、粒子の熱運動に関する認識調査および小学校理科における粒子の運動を導入した授業実践を行い、以下の 2 点を明らかにすることを目的とした。

- ① 粒子の運動性に対する認識の実態と課題
- ② 小学校理科での粒子の運動性導入による効果

### 2. 粒子の熱運動に関する質問紙調査

#### (1) 調査概要

対象：公立中学校 生徒 43 名

国立高等学校 理系生徒 78 名

教員養成課程学生 理科専攻 93 名

教員養成課程学生 非理科専攻 77 名

時期：2014 年 10 月～11 月

内容：大学生は自由記述、中学生および高校生は選択式で以下の項目について調査した。

- ・ 常温常圧の気体、固体（金属）の粒子の状態
- ・ 加熱したときの気体、固体の粒子の状態

### (2) 結果および考察

本稿では固体の調査結果のみを報告する。

#### a. 常温常圧の固体の粒子の状態

得られた回答を以下のように分類した。結果を図 1 に示す。

- ① 粒子は規則的に並び振動している（振動）
- ② 粒子は規則的に並び静止している（静止）

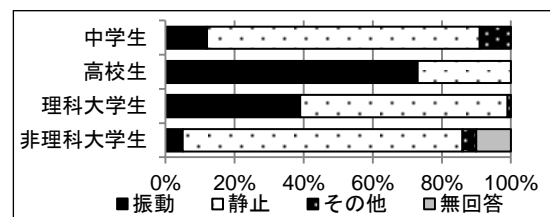


図 1 常温常圧における固体の粒子の状態

「常温常圧における気体の粒子の状態」の正答率は、中学生 91%、高校生 99%、理科専攻大学生 77%、非理科専攻大学生 16%であった。「常温常圧における固体の粒子の状態」の正答率に比べ、すべての対象群で減少している。特に、中学生は 43 名中 39 名が物質の状態変化を既習しているにもかかわらず 79%が誤答している。原因の一つとして、教科書の図や文章からの影響が考えられる。また他の対象群と比べ高校生の正答率が高い。対象の高校生は化学基礎を履修しており、物質の三態を学習し粒子の熱運動についての科学的な概念を獲得したものと考えられる。

#### b. 加熱したときの固体の粒子の状態

得られた回答を以下のように分類した。結果を図 2 に示す。

- ① 粒子の運動が激しくなる（運動大）
- ② 粒子の間隔が大きくなる（間隔大）
- ③ 粒子が外向きに出ようとする（外向き）
- ④ 粒子自体の大きさが大きくなる（膨張）

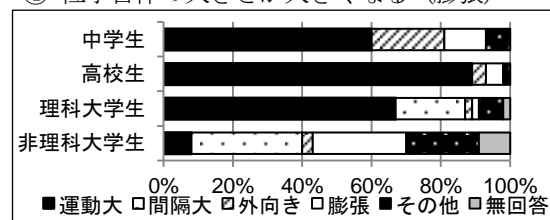


図 2 加熱したときの固体の粒子の状態

「加熱した固体における粒子の状態」の問いに対し、非理科専攻学生の大学生は正答率8%と著しく低い。また「常温常圧における固体の粒子の状態」での正答率と比較すると、すべての対象群で「加熱した固体における粒子の状態」での正答率が上昇している。これは回答者が熱運動は加熱によって起こると捉え、常温時は熱運動が起こっていないと考えていることが予想される。

### 3. 小学校理科における粒子の運動の導入

#### (1) 調査概要

対象：公立小学校 第4学年児童 30名

時期：2014年10～11月

授業内容：増田の先行研究に基づき、第4学年「ものの温度と体積」において粒子の運動に関する先行オーガナイザを与える授業実践を行った。授業前に与えた先行オーガナイザは「ものは目に見えない粒が集まってできている」「粒はいつも動き回っている」の2点である。その後、空気・水・金属の順に温度変化による体積変化の実験を観察させ、なぜ体積が変化したのかを図と文章で記述させた。

方法：児童の考えの変化についてワークシートの記述から分析した。

#### (2) 結果および考察

各実験後のワークシートの記述から得られた児童の考えを以下のように分類した。

- ① 粒子が上昇・下降するから（上昇・下降説）
- ② 粒子が膨張・収縮するから（膨張・収縮説）
- ③ 粒子の間隔が離れたり集まったりするから（離散・集合説）
- ④ 粒子の動きが大きくなったり小さくなったりするから（粒子運動増大・減少説）

空気・水・金属それぞれの温度変化による体積変化において、児童のもつ粒子概念を図3に示す。

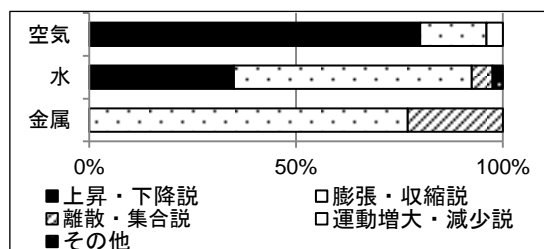


図3 児童の考えの推移

空気では「粒子上昇・下降説」を用いて説明する児童が80%を占めた。しかし、空気・水・金属と体積変化に関する授業が進むにつれ「粒子膨張・収縮説」で説明する児童の割合が増加し、金属では77%にまで上昇している。この理由として空気では、授業中温かい空気は上に上がるという児童の発言がみられたが、液体・金属ではこの既有知識を用いて説明できなくなったため考えを変更したと考えられる。また、なぜ体積が変化したかを話し合う場面において「粒子膨張・収縮説」を用いて発言する児童が多く、他の児童がその意見に影響されたと考えられる。

気体の体積変化を「粒子運動増大・減少説」で説明した児童が4%見られたが、液体・金属では見られなかった。

#### 4. まとめ

質問紙調査の結果から、非理科専攻の大学生が常温における固体の物質において、熱運動の概念を保持していないことが明らかとなった。教員養成段階で誤った粒子概念を保持したまま教師となり理科指導を行うことは、児童に誤概念を与えかねない。よって、教員養成段階において科学的な粒子概念の獲得が必要である。

粒子の熱運動の先行オーガナイザを与えた授業実践では、75%の児童が粒を用いた表現をした。しかし、物質の温度変化による体積変化を粒子の運動と関連付けるまでに至らなかった。今後の課題として、粒子については第5学年「ものの溶け方」、第6学年「燃焼の仕組み」「水溶液の性質」においても扱われているため、他学年でも同様の実践を行い授業内における児童の概念の変容について調査する必要がある。

#### 【引用・参考文献】

- 1) 文部科学省(2008)『小学校学習指導要領解説理科編』, 大日本図書, pp.1-15.
- 2) 葉山優, 小嶋美也子, 勝呂創太, 圓谷秀雄, 金田知之, 下篠隆嗣(2006)『小学校理科への物質の粒子像導入の可能性—児童のもつ粒子像についての調査—』, 東京学芸大学紀要自然科学系, pp.15-39.
- 3) 増田伸江(2011)『小学校における初歩的粒子概念導入の試み—イメージ図作成の授業実践から—』, お茶の水女子大学附属小学校研究紀要, pp.63-77.