

粒子概念の形成を促す粒子モデルの開発

高井 隆行・小野 晴子

「粒子」を柱とする領域（以下、粒子領域）の「見方」については、「主として質的・実体的な視点で捉えること」が特徴的な視点として整理された。しかしながら、小学校教諭からは、小学生が粒子概念を形成することは難しく、特に第3学年、第4学年の児童にとって、粒子概念の形成は難しいとの声が多かった。そこで、今回は当該学年の粒子概念の形成を促す工夫について検討したので報告する。

〔キーワード〕 粒子領域 理科の見方・考え方 実体的 粒子モデル

はじめに

小学校学習指導要領解説（平成29年7月）において、「理科の見方・考え方」について整理され、「粒子」を柱とする領域（以下、粒子領域）の「見方」については、「主として質的・実体的な視点で捉えること」が特徴的な視点として整理された。

粒子領域においては、小学校で粒子概念が形成されることを前提として、中学校では原子や分子が粒子モデルで図示され、これらの粒子モデルを活用して化学反応の仕組み、質量保存の法則及び酸とアルカリの中和反応が説明される。さらに高等学校の学びではアボガドロ数を扱うことで、物質量を用いて化学反応における粒子の動きを数的に理解していく。よって、物質を構成しているのは粒子であるという概念は小学校から高等学校まで貫いた重要な概念と言える。

しかし、当センターの小学校教諭対象の研修講座の参加者からは、理科の授業で行う探究的な学びを通して、小学生にとって微視的な粒子を実体的に捉えることは難しいとの声が多い。特に第3学年の「物と重さ」や第4学年の「空気と水の性質」では、固体、液体、気体を扱うが、児童が問題解決の過程を通して物質を粒子の集まりとして捉えることは難しく、物質が粒子でできていることを教員が言葉で伝えて終わるケースも少なくないという。そこで、今

回は小学校の粒子領域において、粒子の存在を体感できる粒子モデルの活用を通して、粒子概念の形成を促す工夫について検討したので報告する。

1 物質が粒子で構成されていることを体感するためのモデル教材の開発

当センターにはハンズオン教材として「分子の粒子モデル」がある。これは、BB弾を原子に見立てて、分子のモデルを作成するものである。この教材を生かし、BB弾を利用して物質が粒子でできていることを体感できるモデル教材の開発に取り組んだ。

(1) 第3学年「物と重さ」

小学校学習指導要領（平成29年3月告示）では、物の性質について、形や体積に着目して、重さを比較しながら調べる活動を通して、物は、形が変わっても重さは変わらないことを理解することとなっている。広げたり、丸めたりして形を変えることが容易な教材の例として粘土が用いられるが、粘土が粒子の集まりであるイメージを持つことは難しい。そこで、ビーズソファからヒントを得て、粘土が粒子の集まりであるイメージを児童に持たせる簡易な教材を考えた。BB弾をポリエチレン袋に入れて、空気をできる限り抜いた状態でポリエチレン袋の口を縛る（図1）。今回は100円ショップでBB弾

を購入し、ポリエチレン袋に300個のBB弾を入れて試行した。作成した粒子モデルを袋の上から指で圧すと、圧した時の形が保たれ、粘土に近い感触を得られるとともに、袋の中のBB弾が動くことで全体の形が変形する様子を視覚的に捉えることができる。形は変わっても袋の中のBB弾の数は増減しないので、形が変わっても重さは変わらないことの理解にもつながる。



図1 BB弾で作成した粘土の粒子モデル
(圧す前(左)と圧した後(右))

(2) 第4学年「空気と水の性質」

小学校学習指導要領(平成29年3月告示)では、空気と水の性質について、体積や押し返す力の変化に着目して、それらと押し力とを関係付けて調べる活動を通して、閉じ込めた空気は押し縮められるが、水は押し縮められないことを理解することとなっている。空気や水を押し縮める教材の例として空気鉄砲や水鉄砲が用いられるが、実験前に児童が描いた空気鉄砲の図や絵の多くは空気を粒子としてではなく、雲のように表現しているケースが多く見られる(図2)。

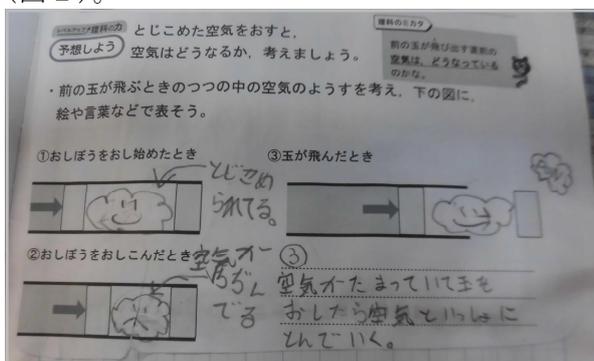


図2 空気を雲のように表現した図や絵

(資料提供：新ひだか町立高静小学校
高谷涼教諭)

そこで、児童が目に見えない粒子の存在に気付くことができるよう、注射器にBB弾を入れて水や空気の粒子を表現するモデル教材を考えた。プラスチックの注射器(50mL)、BB弾、ゴム栓を用意し、シリンジ内にできる限り隙間ができないようにBB弾を入れることで、ピストンを圧しても縮まらない「水のモデル」とした。「空気のモデル」については、シリンジ内にBB弾の量と同程度の隙間をつくり、圧すと隙間が減ることで空気が縮む様子を視覚的に捉え、更に手応えで縮む様子を感覚的に捉えることができるようにした(図3)。

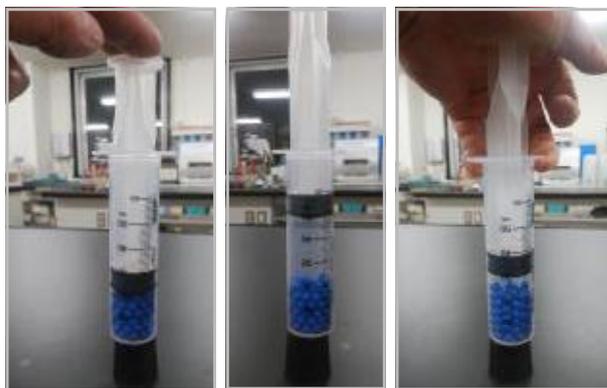


図3 水の粒子モデル(左)と空気の粒子モデル(中)、空気の粒子モデルを押し縮めた時の様子(右)

2 作成したモデルを活用した研修講座

小学校の研修講座「問題解決の力を育む実践力向上研修」において、作成したモデル教材を紹介し、受講者に実際に体験をしていただいた。



図4 研修の様子

第3学年の「物と重さ」では、BB弾を入れたポリエチレン袋の粒子モデルと粘土とをそれぞれ手に取って比較してもらうことで、粘土は粒子でできていること、その粒子の位置が動くことで形が変わること、粒子モデルの形が変わってもモデル内の粒子の数は変わらないので粒子モデル全体の重さは変わらないことなど、視覚と触覚を通して粘土の粒子を実体として捉える体験をしていただいた。

モデルを手にした受講者からは「なるほど」「物質が粒子でできていることがよく分かる」といった声が多く聞かれ、粘土を粒子モデルと結び付けることで粘土の粒子を実体的に捉えることができていた。また、第4学年の「空気と水の性質」の実験コンテンツの説明の際に、注射器にBB弾を入れた水と空気の粒子モデルを紹介し、このモデルを使うことで閉じ込めた空気は押し縮められるが、水は押し縮められないことを視覚や触覚を通してイメージできることを説明した。また、前述の粘土の粒子モデルとのつながりについて説明した。

3 研修講座における職場実践の実践事例

当センターの教科指導に関する研修講座は、受講者が、集合研修での研修内容を参考にし、授業実践を行う職場実践を行い、その成果を遠隔研修において発表することを通して実践交流をする構成となっている。職場実践の成果報告として、新ひだか町立高静小学校の高谷涼教諭から、BB弾を用いた粒子モデルを工夫して自作し、授業で実践した報告があったので紹介する。

(1) 図や絵による空気や水のイメージの共有

空気はある程度圧することができるが、圧すほどに強い反発を生むこと、水はまったく圧せないことについて、図や絵を描きながら児童とイメージを共有した。

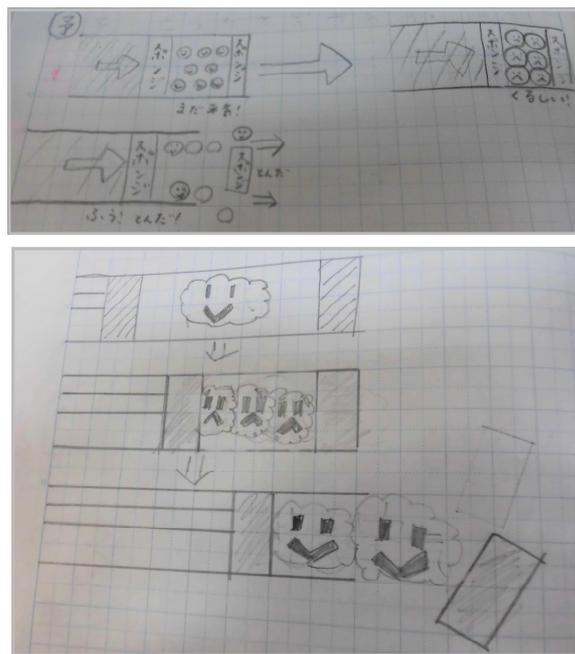


図5 児童が描いた図や絵

図や絵を描くことにより、目に見えない空気や水を可視化し、理解を深められるように工夫した。しかし、単元の学習が進むにつれて、児童の頭の中には「空気はちょっと圧せる（押し返される）、水は圧せない。」という事実のみが残っているようだった。実際、練習問題やテストなどにおいて個別の知識については回答できるが、今後の基礎となる「目に見えない小さな粒（粒子）」という概念は全く育っていなかった。

そこで、児童と一緒に空気と水の粒子モデルを作成し、物質の性質について改めて考えてみた。

(2) 自作の粒子モデルを用いた授業の展開

モデルの作成には次の材料を使用した。

- ・教材「水と空気」（株式会社サンワ）
- ・BB弾（100円ショップで購入）

教材「水と空気」は、筒に空気や水を入れて、押し棒を圧したときの縮み具合を確認する教材である。これに、BB弾を入れ、水の粒子モデルと空気の粒子モデルを作成した。



図6 自作した水の粒子モデル（上）と
空気の粒子モデル（中），空気の粒
子モデルを押し縮めた時の様子
（下）

作成した粒子モデルを使って空気や水を押し縮めることを体験することにより「だから水は圧せないのか！」「空気がある程度圧せたのは隙間があったからなのか。でも、圧していくと隙間がなくなるもんね。」といった声が児童から聞かれた。この粒子モデルを通して、児童は「空気は圧すとちょっと縮む（押し返される）、水は圧しても縮まない。」という事実のみの捉えにとどまっていた状態から、理由も分かった上で説明できるようになり、粒子概念の形成につながったと考える。また、以前に「自然のなかの水のすがた」で学習した「水は水蒸気になると見えなくなる」ということを「気体の粒子が目に見えないことと同じ」という考えにつなげることができた。粒子モデルで得たイメージを蒸発や水蒸気とも結び付けて考えることで、効果的な学び直しができた。

(3) 研修の実践を通して

理科において「目に見えないものを可視化する」というのは大きなテーマだと日々感じている。今回は工夫次第で効果的な学習ができることを学んだので、今後は理科に限らず様々な教科でできることを探してみたい。

4 まとめ

「粒子」についての基本的な概念等を柱とした内容のうち、第3学年の「物と重さ」は「粒子の保存性」に関わる内容、第4学年の「空気と水の性質」は「粒子の存在」に関わる内容である。粘土、水、空気の粒子をBB弾で実体的にモデル化したことで、単に言葉で児童に伝える場合よりも、物質が粒子からできていることを実感を伴って理解できることが実践報告により確認できた。理科の導入の段階で粒子概念が形成されることは、中学校、高等学校への系統的な学びにも大きく影響すると考える。今後も微視的で概念形成が難しい粒子概念の形成を促す教材開発に努めていきたい。

5 おわりに

今回、研修講座で紹介した実験教材を参考に授業で実践し、その成果を報告いただいた、新ひだか町立高静小学校の高谷涼教諭に感謝いたします。

参考文献

- 1) 「小学校学習指導要領」（平成29年3月告示）文部科学省
- 2) 「小学校学習指導要領解説」（平成29年7月）文部科学省
（たかい たかゆき 化学研究班）
（おの せいこ 上川教育局義務教育指導班）