

**研究主題** 科学的思考力・表現力をめざした理科授業  
～イメージ図を用いて～

**要約**：本研究では、「粒子」に関わる学習において、「つぶ」をイメージして見えない「つぶ」を想像力豊かにとらえさせ、自分の思考の流れを表現し、それを話し合いにつなげるイメージ図のかきかたについて調べることが一つ目の目的である。そして一人ひとりのイメージを出し合い話し合うことで、どのようにお互いの考えを共有し、科学的な見方をもって議論することで科学的思考力が培われていくかを調べるのが二つ目の目的である。その二つの目的について実践、考察していくことにする。

**キーワード**：粒子概念、イメージ図、話し合い活動

## I はじめに

PISA 調査や TIMSS 調査などから、日本の子どもについて学力は全体として国際的に上位にあるものの、思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式問題、知識・技能を活用する問題に課題があると分かってきている。

このような現状を踏まえて、中教審答申の理科の改善の基本方針の5つの中に、思考力・判断力・表現力について「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、学年や発達の段階、指導内容に応じて、例えば、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動、探究的な学習活動を充実する方向で改善する。」とある。

そこで本研究では「粒子」に関わる学習において、粒子をわかりやすくとらえ、説明するためにイメージ図をかき、それをもとに話し合い活動をすることで、より科学的な概念に導く工夫をし、科学的思考力・表現力を高めることを目指していくことにした。

## II 研究の目的

粒子概念はさまざまな自然現象をとらえるときに大切な概念である。小学校段階でも粒子概念を小学校段階に合った方法で取り入れることが有効なのではないかと考えた。小学校段階では、物質は目に見えないほどの小さな「つぶ」でできているということをつまみさせるのが適当だと思われる。

子どもたちの「つぶ」についてのイメージを図に表現させることで、より想像力が豊かになり、自分の思考・表現をわかりやすく表すことができ、自分の思いを的確に相手に伝えることができると考えられる。そのイメージ図をより効果的にかかせることによって話し合いがより科学的になり、論理的に進められていくと考える。

以上の点から「つぶ」を豊かにイメージし、図に表すプロセスにおいて、科学的思考力や表現力が育まれると考える。また話し合い活動をし、自分の考えを見直したり、友だちの考えと比べながら聞いたり、友だちの考えを取り入れたりすることで、個人や全体の考えがより高ま

ったり深まったりすることで、より深い科学的思考にせまっていけると考える。これらを検証することを研究目的とする。

### III 研究の内容

#### 1 6年「水よう液の性質」実践

単元の導入で物が溶けるということは溶かしたものの「つぶ」が、水溶液中に均一に広がって溶けているということを、イメージ図をかいて確認してから「水よう液の性質」の学習に入った。その後、いろいろな水溶液について学ぶときも、いつも「つぶ」の状態を図で表し、水溶液の状態を想像できるようにした。塩酸にアルミニウムを溶かす実験では、「つぶ」がどのように働いたのかを図で表した。

ここでは、塩酸にアルミニウムを溶かす実践について述べる。

##### ①イメージ図をかくための手だて

想像力豊かにイメージするための手だてとして、グループに一つではなく、一人に一つずつ試験管を用意し、激しい変化の様子を十分に目で観察したり、手で触って熱を感じたりできるようにした。これまでの食塩やミョウバンが水に溶けたということと、金属が塩酸に溶けたということの違いを体感させたいと考えた。目で見たこと、耳で聞いた音、試験管を触って感じた熱さなどをメモをとりながら観察した。溶けはじめ、溶けている途中、溶け終わりの三段階に分けてかいた。あとで塩化アルミニウムができた反応のイメージ図をかかせる時と関連させるために三段階でかかせた。(図1)

子どもたちは細かい変化までよく観察していた。湯気のように気体が蒸発していくことや、黒く濁っていた液がだんだん透明になっていく様子をメモしている。これがイメージ図をかいたときに生かされていた。

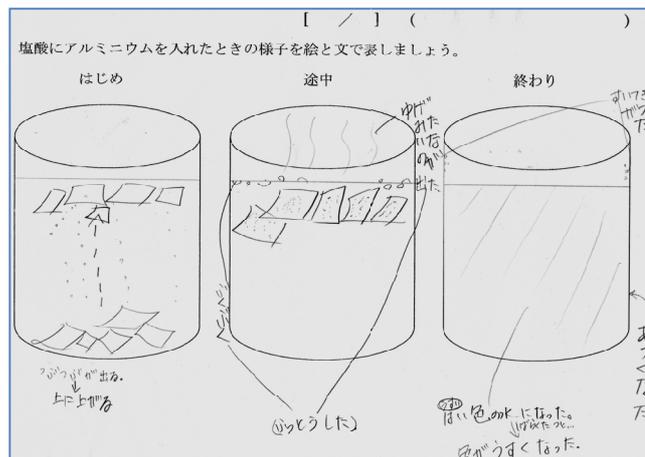


図1 塩酸にアルミニウムを溶かした観察メモ

ワークシートにかくときは記号を共通にした。アルミニウムを△、塩酸を●とした。塩酸は水素イオンと塩化物イオンに分かれて存在しているが、小学校段階では一つの記号で表すのが適当であると判断した。友だちに自分の考えを伝えたり、友だちの考えを聞いたりするとき、いろいろな記号があると類似点や相違点が分かりにくいので共通のものにした。イメージ図をかいているとき、子どもから「蒸発させ出てきたアルミニウムではないものはどう表せばよいか。」という質問が出たので、それについては自由に表してもよいことを伝えた。塩化アルミニウムの記号については記号のかき方によって、どんな考え方をしているかが分かりやすいので自由とした。また図だけではなく、言葉で補足することを伝えた。

イメージ図を分析すると、塩酸とアルミニウムが合体して全く別のものができるという考えが平成21年度は80パーセント、平成22年度は70パーセント近くを占めていた。(図2 次ページ)

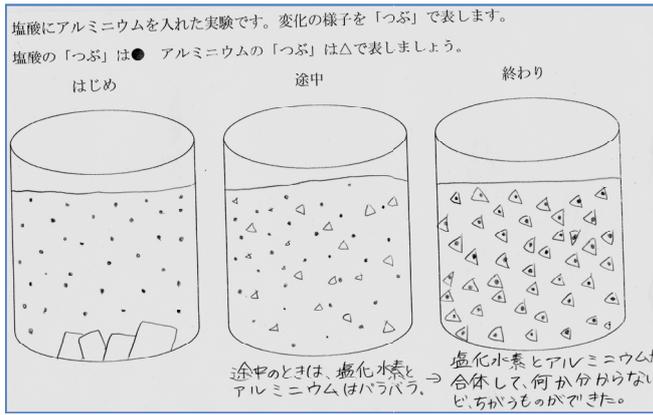


図 2 塩酸にアルミニウムを溶かしたイメージ図

21年度は三段階のイメージ図をかいたが、22年度は溶け終わった時の状態のみに絞ってイメージ図をかかせた。溶け終わった時のイメージについての話し合いに重点を置きたいと考えたからだ。

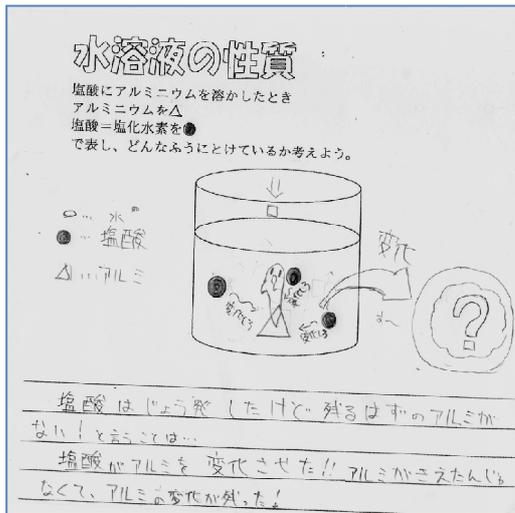


図 3 平成 22 年度のイメージ図

ワークシートの「どんなふうにとけているか考えよう」という記述が、溶けている途中のことを指すのか、溶け終わった後を指すのかが曖昧だった。図 3 のイメージ図は塩酸にアルミニウムが溶けている途中の「つぶ」の状態をかいたものである。塩酸のつぶがアルミニウムのつぶに「変化しろ～」と働きかけ、アルミニウムのつぶが化けてアルミニウムとは違う物になったことを表しているが、溶

け終わりの図がないため、アルミニウムの△がどうなったと考えているのかということがわからなかった。ワークシートについては三段階のものの方が良いということが分かった。また、ワークシートにかく指示についても吟味が必要であると分かった。

②イメージ図をもとにした話し合い活動

平成 21 年度は学級全体で、平成 22 年度はグループでの話し合い活動をしてから、学級全体の話し合いをした。

話し合い活動をする時は、友だちの考えと自分の考えとの共通点、相違点は何かを考えながら聞くように伝えた。説明を聞く前に、イメージ図だけを見て友だちがどんな考え方をしたのかを予想してから説明を聞いた。イメージ図を見ただけでも、だいたいの考えは分かるようで「ぼくといっしょや。」とか「なるほど。」というつぶやきが聞かれた。

塩酸とアルミニウムが合体して全く別のものになるという考えが多かったが、同じ考えだと教師が分類したイメージ図の中にも、説明を聞いてみると違う考え方であることがよくあった。

H児『最初は塩酸のつぶが全体に広がっていて、途中アルミニウムが上にあがって白くなってきて、アルミのつぶが一回上に行ってまた全体に広がってアルミのつぶと塩酸のつぶがフュージョンしてくっついてなんかになる。』

アルミの溶け方の違いを説明していた。実験のアルミが溶ける様子から推測したことが分かった。H児のフュージョンという言葉だが、ドラゴンボールという漫画の言葉で、二人の人間が結合し一人の人間になる現象であるそうだ。子ども同士では良く伝わるようで、聞いている子どもたちは何度もうなずいて納得していた。T児『最初はみんなと同じやけど途中がちがう。アルミが上に上がって、塩酸のつぶがアルミに

近づいていってばらばらにして、ばらばらになったのをみつけて融合する。』

これまではアルミニウムが自然にばらばらになったような考え方が多かったが、塩酸のつぶがアルミニウムをばらばらにしたという考えだ。これを聞いた子どもが「塩酸は強いんやね。」といった。

**Y児**『アルミニウムがどんどん浮いていって、途中下の方が透明になったから、そこに塩酸とアルミニウムが合体したのがある。まだばらばらになっていないアルミニウムが上にある。最後は塩酸が少しだけ残っている。』

実験で観察したことやこれまでの学習が生きていることを感じた。F児は塩酸がアルミニウムを変えるが塩酸自体は変わらないという考えだったが、このY児の考えを聞いて「Yの考えに変わった。」と言っていた。塩酸はアルミニウムを変えるだけだから合体しないと考えていたが、合体するという考えに変わったようだ。友だちと考えを出し合うことで今まで持っていたイメージが変わった。

話し合いを聞いていると、アルミニウムが全く違うものに変化することは間違いないが、塩酸がアルミニウムを変化させたのであって、塩酸ははじめと変わっていないというイメージを持っている子どもが多かった。そこで塩酸にBTB溶液を入れたものと、アルミニウムと反応した後の液にBTB溶液を入れたものを比べた。色が変わっているのを見て「相討ちや。」とか「塩酸の方が入っとるのが多かったんや。」と言った子どもがいた。化学変化という意味を捉えている表現だと感じた。

平成22年度はグループでの話し合い活動を経て、全体の話し合いをした。グループで話すことでアルミニウムのつぶ△と塩酸のつぶ●がばらばらに存在しているような、明らかに間違っている考え方はなくなり、全体の話し合いには出てこないの、話し合いが深まった。

#### IV 成果と課題

##### ① イメージ図をかくための手だて

☆イメージをふくらませるために、五感を働かせる体験を意識して取り入れたが、子どもたちのイメージ図を見るとその体験がよく生かされ、それをもとに考えたことが表現されていた。

★体験をイメージにつなげるためには、子どもがしっかりと課題をつかんでいないと、漠然とした体験になりイメージにつながりにくい。

☆イメージ図のかきかたについては、「つぶ」のかき方がばらばらだと、話し合いでお互いに見合ったときに理解しにくい。ある程度共通なものを決めて、子どもの思考を知りたいところは自由にかかせるのが良い。ワークシートの形式については、子どもの表現を限定しない、子どもの思考の流れに沿ったものが良い。

★イメージ図をかかせる時の、教師の指示の言葉やワークシートの文章がイメージ図に大きく影響するので吟味の必要がある。また子どもが形式を選んだり、自分で作ったりできるようなワークシートについても研究していかなければならない。

##### ② イメージ図をもとにした話し合い活動

☆子どもにとったアンケート結果からもイメージ図は自分の考えを表現しやすいし、友だちの考えも理解しやすいと考えていることがわかった。イメージ図をもとにした話し合い活動は、互いの考えの類似点や相違点が視覚的にわかりやすい。そしてその類似点や相違点について話し合ううちに、思考が科学的に広がったり深まったりした。その深まった思考はその後の学習に生きていることがわかった。イメージ図をかいたり、話し合い活動をしたりするプロセスにおいて科学的思考の高まりが見られた。

★グループでの話し合いの質を高めていくためには、話し合いのルールやマナー、グループの話し合いをどのように教師が把握するか、グループで話し合われたことを全体にどのように広めるかなどについて研究の必要がある。