

5	小牧	小牧市立大城小学校	コイケ ユウタ 氏名 古 池 佑 太
分科会番号	5	分科会名	理科教育（小学校）

理科的な見方・考え方を通して表現する子の育成 ～粒子を柱とする領域を通して～

1 はじめに

小牧市理科教育研究会小学校部会では、理科的な見方・考え方をを用いて現象を観察しながら、規則性や因果関係を見出し、自らの言葉で表現できる児童を育成する研究に取り組んできた。特に昨年度からは、理科的な概念を定着させるために「粒子」を柱とした指導に着目し、事物を質的・実体的に捉え、児童が科学的な知識を実生活と関連付け、深い理解を得られることを目指している。

大城小学校4年生の子どもたち（36人）を対象に理科の授業についてのアンケートを行った。その結果を以下に示す。

【表1 アンケート調査結果（9月）】

質問項目	肯定的回答	否定的回答
1. 理科の学習は好きですか。	80%	20%
2. 実験をすることは好きですか。	91%	9%
3. 観察をすることは好きですか。	79%	21%
4. 不思議な出来事を見て、どうしてかなと考えることは好きですか。	73%	27%
5. 実験や観察を終えた後、分かったことや考えたことを友達に説明することができますか。	57%	43%

質問2より、子どもたちは、実験に対して高い関心と意欲を示していることがわかる。また、質問4や質問5の結果から、約30～40%の児童が、「考察する」ことや「その考えを他者に伝える」ことに対して苦手意識をもっていることもわかった。特に、実験や観察の結果を「説明する」段階での肯定的回答が57%にとどまっている。このことから、児童は現象を「見る」ことや「体験する」ことには前向きであるものの、そこから理科的に「考える」「説明する」といった活動に対しては、十分な支援が必要であると考えられる。

2 研究の目標

本研究では、子どもたちが理科的な見方・考え方を通して自然現象を捉え、それを自分なりの言葉や図で表現することにより、理科的な概念を定着させることを目標とする。

子どもたちは、日常生活や理科の授業で多くの「なぜ？」に出会う。例えば、「水を入れたペットボトルを圧すと中の空気が縮んだ感じがするのはなぜ？」「湯気が出たら水はどこへ行ったの？」といった疑問である。これらの現象を見たままに捉えるのではなく、目に見えない粒子の存在を想像し、図や言葉で説明しようとすることで、理科的な思考力と表現力を育成し、概念形成に結び付くと考えられる。

そのため、本研究では次の仮説を立てた。

実験結果やその考察の際に、モデル図を使って対話する機会を多く作ることで、事象に対する考えをより深める手助けとなり、理科的な表現力や思考力が養われると共に、粒子の概念を形成し、自分の考えをよりの確に表現したり説明したりすることができるようになるだろう。

3 研究の実践

(1) 4年生 とじこめた空気と水

① 単元構成（7時間完了）

時数	学習活動
第1時	空気砲で玉を飛ばし、飛び方について疑問に思ったことを話し合う。
第2時	とじこめた空気を圧すと空気はどうなるのかについて、これまでに学んだことや経験したことを基に予想する。
第3時	注射器にとじこめた空気を圧して体積や手ごたえの変化を調べる。
第4時	とじこめた空気を圧したときの体積や手ごたえの変化についてまとめる。
第5時	とじこめた水を圧すと水はどうなるのかについて、これまでに学んだことや経験を基に予想をし、注射器にとじこめた水を圧して体積や手ごたえの変化を調べる。
第6時	水と空気を半分ずつ閉じ込めた状態で圧すとどうなるのかについてこれまでに学んだことを基に予想をし、実験する。
第7時	空気と水の性質の違いについてまとめる。

② 手だて

実験を通して得た手ごたえや観察結果を基に、児童がモデル図を描きながら空気と水の体積の変化を視覚的・論理的に捉えられるようにする。

③ 実践・考察

本単元の第3時では、注射器に空気を閉じ込めて押す活動を行った。児童は「圧すと手ごたえが強くなる」「縮んでいく感じがした」と言葉では反応できたが、その状態の変化を図で表すことは難しく、多くの児童は線や矢印で表そうとしていた。しかし、「空気の量は変わるのだろうか？」という教師の問いかけにより、児童は見えない内部の様子を想像し始めた。「空気の量は閉じ込めているから変わっていない。」「空気がギュウギュウに詰まる」「量は変わっていないのに小さくなる。」などと発言し始めた。「量は変わらない。だけど大きさは変わっていないことをどうやって表そうと問うと、児童の「満員電車みたいだね」という発言がヒントとなり、多くの児童が粒子を○で表す図（図1・2）を描くことができた。

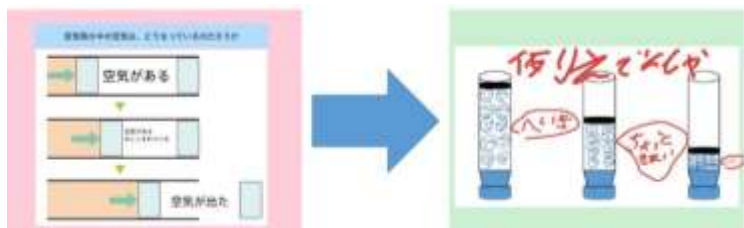


図1 粒子を満員電車に例えた児童の図の変化

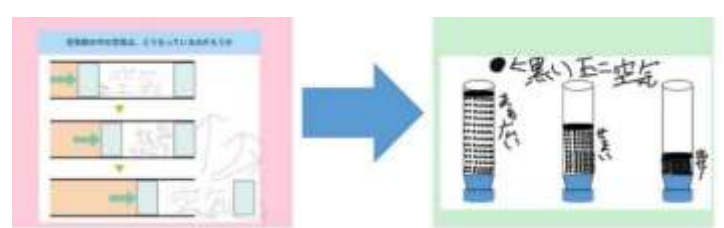


図2 図1の児童の発言を聞いて変化した児童の図

図3では、「圧す前」と「押した後」で○の数を変えずに、密にすることで「空気の量は同じなのに体積が小さくなる」ことを表現する工夫が見られた。また、「圧す前は○の間が広いが、押した後はせまい」といった説明を図とセットできるようになった。一方、水については、最初から「押しでも変わらない」という実感があったことから、「もともと○がぎっしり詰まっている」という図を描き、「水はこれ以上縮まない」とモデル図を効果的に使いながら論理的に説明する児童もいた。

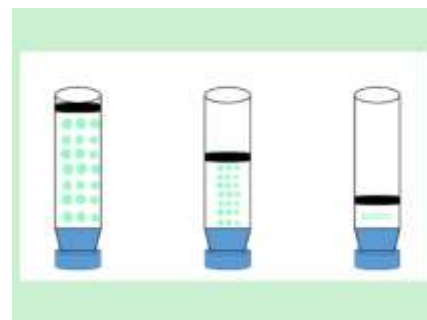


図 3 空気を表したモデル図

さらに、第6時の実験（水と空気を半分ずつ入れて飛ばす）では、空気の縮み方が発射の威力に影響することに着目して実験を行った。はじめはとぶ距離と水の量の関係が理解できない児童もいたが、「空気が縮むほど反発力が強くなり、水が多いと縮む空気の量が少なくなってしまう。」ということをも、モデル図を使用して説明する児童（図4・5）が出てきたことでクラス全体の理解が深まった。



図 4 水を表したモデル図

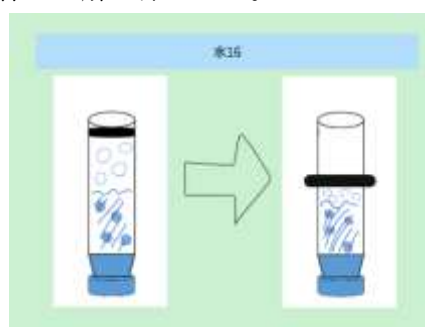


図 5 空気と水を半分ずつ入れたときの図

この実践において、水のモデルを使って現象を説明させることによりモデルを使わないときに比べ、空気が圧縮される仕組みや水が圧縮できない理由を深く考え、論理的に推論する姿が見られた。

(2) 4年生 水のすがたと温度

① 単元構成

第1時	沸騰する前後の水の様子について気付いたことや疑問に思ったことを話し合い、疑問を見出す。
第2・3時	水を熱したときの水の様子や温度の変化を調べ、グラフに整理してまとめる。
第4時	熱した前後のビーカーについて気付いたことや疑問に思ったことを話し合い、湯気や泡の正体についての疑問を見出す。
第5時	水を熱して湯気や泡の正体について調べる。
第6時	水を熱したときの変化についてまとめる。
第7時	氷のでき方について気付いたことや疑問に思ったことを話し合い、冷やしたときの水の温度や様子の変化について疑問を見出す。
第8・9時	冷やしたときの水の様子や温度と体積の変化を調べ、表やグラフに整理する。
第10・11・12時	冷やしたときの水の様子や温度の変化についてまとめ、温度による水のすがたの変化について学んだことをまとめる。

② 手だて

水を沸騰させたときの様子を観察し、モデル図を描かせることで、水と水蒸気の状態変化を視覚的・論理的に捉えられるようにする。

③ 実践・考察

第4時に熱したビーカーの前後の様子を見た児童は「水が消えた」「雲になった」と発言していたが、第5時に湯気や泡の正体について調べる実験を行った後、「水はどこへ行ったのか」という問いに対し、モデル図を描きながら考察を進めた。ある児童は、○で表された粒が水から離れて上に向かっていく図を描き、「水はばらばらになって空気中に飛んでいった」と説明した(図6)。この表現を受けて、別の児童からは「○が熱で元気になって動いたんじゃないか」「火で熱くなって上に飛んでいった」という意見が出された。

図を使って発表した児童に対して、「それだと温度で粒子の動きがどう変わるかわかりやすい」と意見を出す児童もあり、粒子の視点を基にした表現力で他者との思考の共有が進んだ。

さらに、「水は目に見えなくなったけど、空気の中に粒がある」と表現する児童や、「湯気は水の粒が集まって見えているのではないか」「冷たいところでまた集まって水に戻る」(図7)といった、凝縮のプロセスを粒子の動きとして捉える意見も出始めた。実際に、冷却後にスプーンに水滴が付く様子を見て、「飛んでいた水の粒がくっついたんだ」とつぶやいた児童もいた。また、児童同士の発表の中で、「○の動きがわかりやすかった」「粒がどこからどこに行っただのか見えるように描くといいよ」といった相互評価が行われ、自分の考えを伝えることだけでなく、他者の考えを読み取る力も育成されていた。中には、他の児童の図を見て自分の図を修正する姿もあり、モデル図が現象をとらえ、説明することを促す有効な手段となっていた。



図 6 水を温めたときの図



図 7 湯気を水の粒として表した図

4 研究の成果と課題

(1) 研究の成果

本研究を通して、モデル図を効果的に学習活動に用いることで、児童に理科的な見方・考え方が形成され、自分の考えをよりの確に表現したり説明したりすることができるようになることが明らかとなった。具体的には以下の点が成果として挙げられる。

この授業後3月に大城小学校4年生の子どもたち(36人)を対象に理科の授業についての事後アンケートを行った。その結果を以下に示す。【表2 事後アンケート結果】

質問項目	肯定的回答	否定的回答
1. 理科の学習は好きですか。	91%	9%
2. 実験をすることは好きですか。	91%	9%
3. 観察をすることは好きですか。	81%	19%
4. 不思議な出来事を見て、どうしてかなと考えることは好きですか。	81%	19%
5. 実験や観察を終えた後、分かったことや考えたことを友だちに説明することができますか。	79%	21%

① 仮説の妥当性について

授業後のアンケートでは、「考えたことを友だちに説明できる」と肯定的に回答した児童が43%→79%へと大きく伸びており（表1→表2）、これはモデル図を用いた対話的活動を通して、児童が自分の考えをもとに説明する力を伸ばした結果であると捉えられる。また、モデル図を使ったことによって下記のような効果も得られた。

ア) 理科嫌いの児童の態度変容

授業前には理科に苦手意識をもっていた児童が、「粒を描くのが楽しかった」「見えないものを想像するのが面白かった」といった感想を述べ、実験や考察への積極的な関わりが見られるようになった。

イ) 粒子概念の理解の促進

児童は、初めは目に見える現象にとどまった理解をしていたが、モデル図を通じて見えない粒子の存在や運動を想像し、説明しようとする姿勢が育っていった。例えば、「空気を圧すと粒が詰まる」「水の粒はすでにぎっしり」といった発言からも、粒子の視点が定着し始めていることがわかる。

ウ) 表現力の向上

自分の考えを図で表し、それを用いて友達に説明する活動を通して、児童の言語的・視覚的表現力が向上した。また、他者のモデル図と比較しながら自分の考えを修正する姿も見られ、思考の共有と深まりが促された。

エ) 理解の可視化による指導の手がかりの獲得

児童の理解の様子をモデル図という形で可視化することで、教師は誤概念やつまずきの把握が容易となり、個別支援や全体への対応が行いやすくなった。

(2) 今後の課題

本研究で立てた仮説は実践を通して一定の妥当性があると確認できた。また、今後の課題としては、以下のようことが挙げられる。

① モデル図の質と統一性の課題

児童によってモデル図の表現にばらつきがあり、図がかえって誤解を生む場面があった。粒子の描き方を○で統一するなど、記号の共通ルールを明確にし、理解の助けとなる図の基準を共有する必要がある。

② 対話の深まりの差

モデル図の活用によって児童同士の対話が生まれたが、その深まりには個人差が見られた。今後は、友達のモデル図を的確に読み取り、自分の考えと関連づけて質問や意見を交わせるようにするための言語支援の工夫が重要となる

③ 概念の発達段階への配慮

抽象的な粒子概念を扱うためには、学年や児童の理解段階に応じた丁寧な支援が必要である。具体的な現象から出発し、モデル図で抽象化するという流れを丁寧に設計することが課題である。