

科学的な見方・考え方を学び合う理科学習をめざして

—第4学年「ものの温度とかさ」の実践を通して—

秋 山 哲

はじめに

これまで、科学的概念の「ずれ」に焦点を当てて理科の授業を行ってきた。日常生活経験から、子どもたちは、生活の中で目にする現象を自分なりの考えをもって観察し解釈しており、それは科学概念とは必ずしも一致していない。その「ずれ」に焦点を当てた理科学習こそ、子どもたちが科学的な概念を獲得するために重要であると考えたいからである。そこで、理科学習においては、子どもたちのもっている多様な考えを確かめることのできる検証の場を保障することに努めてきた。自ら自分の考えを確かめることが、科学的な概念に子どもたちの概念を転換できると考えたのである。

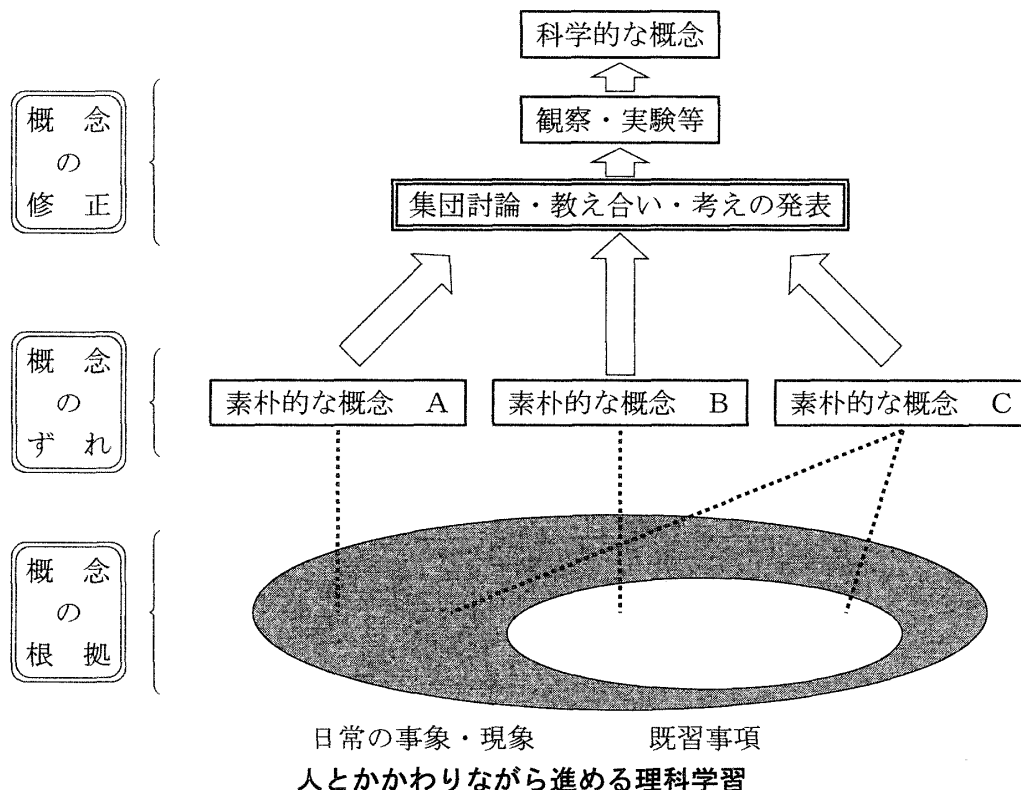
しかし、自分の考えを確かめることができる場を設けることは、学習に向かう関心や意欲を高めることはできても科学的な概念との「ずれ」を修正する力にはなかなか成り得ないことがわかった。それは、子どもたちが最初にもっていた自分なりの考えに、都合のよいように現象を解釈しがちであるからである。

子どもたちが自分の考えに矛盾があることを自覚し、修正するためには集団討論や教え合い、自分の考えを発表することなどが有効であるといわれている。つまり、より考えを深めたり、誤概念を修正したりするためには、人とかかわることが不可欠なのである。

1 理科学習において人やものとかかわること

(1) 人とかかわる

子どもたちが、集団討論の中で、考えを明らかにする→発表する→話し合う→考えを深め、修正する→確かめる→考えを深め、修正することが必要である。



中学年の物質とエネルギーを扱うB領域においては、気体や水溶液に溶けている物、電気や磁力といった目に見えないものを扱うことが多い。目に見えないものを議論するとき、子どもたちの推論する力は話し合いを通して飛躍的に向上する。誰にも見えないものを推論することで現象をうまく説明しようと様々な経験を持ちだしてくるからである。誰もが知っている日常の現象を例に挙げて考えの根拠を示されときや、反証といえる現象例を示されたとき、考えを修正するきっかけをもつのである。また、話し合いをすることは、繰り返し自己説明を行うことにもつながる。正しい考え方はどれかを直ちに検証するより、概念の「ずれ」について互いに討論した後に確かめる方が、知的興味が高まり、理解が深まることも報告されている。

(2) ものとかかわる

考えを検証するには、ものとかかわらなくてはならない。日常生活で利用しているものを使って検証できる手だてを見つかることができれば、理科学習と日常生活との距離が縮まる。そこで、子どもたちが身近なものを集めて実験できる場づくりを心がけている。B領域においては、電池やモーター、じしゃくなど基本的な道具を与えることでこれを可能にすることができる。本実践においても、ゴムまくを一人一人に与えることで、理科室の枠を超えて子どもたちが確かめることができるようにした。

中学年の子どもたちにとって、緻密な検証方法を考えることは困難である。子どもたちは、何を確かめたいのかを明らかにできればよしとし、具体的な手法については、教師の手助けが多様な経験を積む上で重要であると考えている。

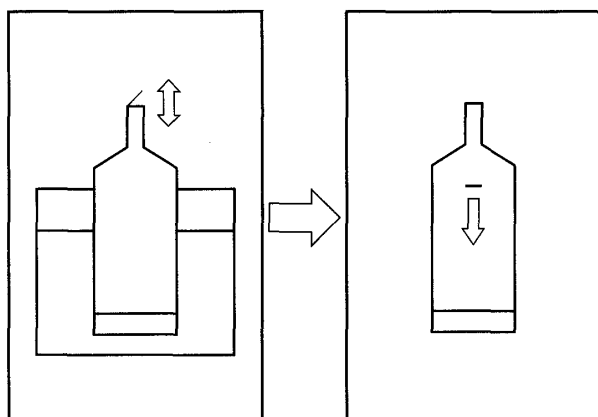
2 研究の視点

本実践では、他者とのかかわりの中でのものの見方・考え方が育つということを前提として、かかわりを促進するための一連の手だてを、①子どもの考えを探る、②考えの違いに焦点を当てる、③一人一人の考えを生かす場の保障、④確証と反証の考えを出すように促す、⑤見えないことを図で表現する力を育てることとして行った。概念転換のきっかけを集団討論の場に求める場合にこれらは欠くことができないであろうと考えたからである。また、⑤は、じしゃく、電気、水、空気を考えるとき必要と考えた。

3 かかわりの中で科学的なものの見方・考え方を育てるための支援

(1) 子どもの考えを探る

①子どもたちの多様な考えを引き出す導入を行う……………**温めると冷やすを一度にみる**



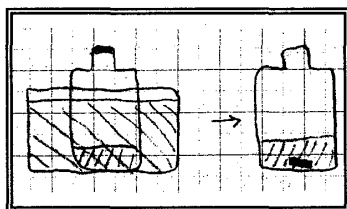
水を少し入れたペットボトルに厚さ0.5mmのゴム膜の蓋(ペットボトルの口の内径と外径の中間ぐらいの大きさ)をして、ペットボトルをお湯につけたときと出した後のゴム膜の様子を観察する。

加熱時にゴム膜がパカパカと動き、冷やすと(お湯から出すと)中央がへこみ、やがてポン」という音とともに吸い込まれる。

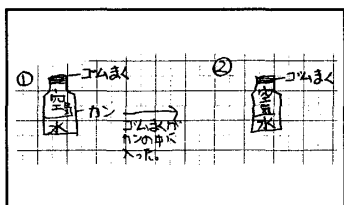
この実験では、現象の起因している要因を子どもたちがどのように考えているか探ることができる。本単元の導入で、ペットボトルに少量の水を入れ、ゴム膜のふたをして水槽に入れたお湯(50℃程度)につけた後、外に出すという実験を行った。加熱したときにはゴム膜がパカパカ動き、お湯から出すと中に吸い込まれるというものである。加熱と冷却が明らかにわかることと、要因として空気、水、容器の3つを考えることができると思っ

(4) 確証の実験と反証の実験を考えるように促す……………多様な見方をあえてする

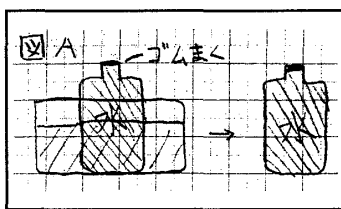
導入実験（基本の実験）



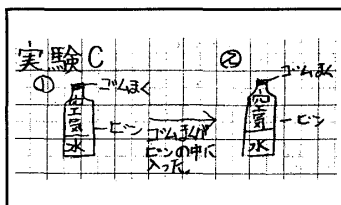
③-1 容器の材質を変えて



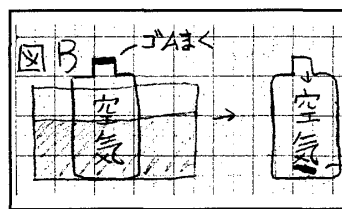
①水だけを入れて



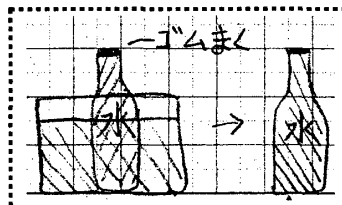
③-2 容器の材質を変えて



②空気だけを入れて



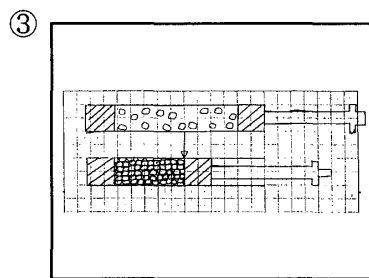
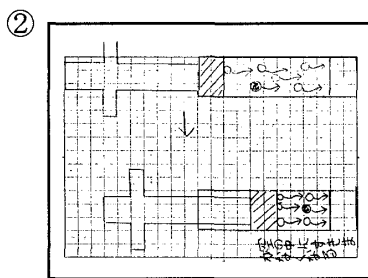
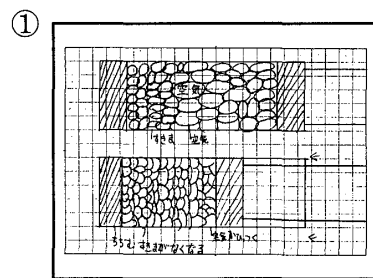
④ 2つの条件を変えて



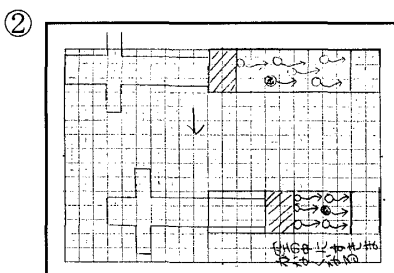
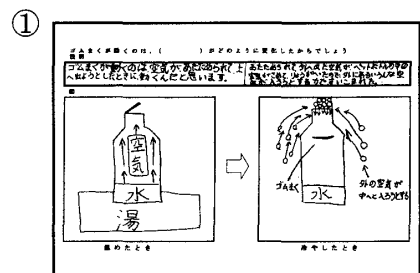
導入の実験において、ゴムまくが動く原因は、1 空気、2 水、3 容器の3通りが考えられた。1は熱気球の例が、2は鍋の蓋が動く例やお茶を冷やすとペットボトルがへこむ例が、3では、プラスチックは熱すると縮むという説が出された。これらのどれに本当の原因があるかを探るために子どもたちがまず考えた実験が上図である。空気に原因があると考えていたものが24名、水に原因があると考えていたものが13名、容器に原因があると考えていたものが2名であった。空気に原因があると考えた子は、②の実験を行った子が多いが、①や③をすることで、水や容器の考えを否定したいと考えた子どもも少なくない。②の実験は、空気の反証実験には成り得ても水や容器説を否定しきることはできないからである。①～③の実験を考えた子どもは、22名で、複数考えることができた子どもも7名あった。しかし、④のようにどの条件に原因があるか明らかにできない実験を含むものが多数あった。条件制御については主には第5学年での扱いになるが、何を確かめようと考えて実験を行っているのかを問うために本単元でも扱った。

(5) 見えないものを表現する力を育てる

空気（力による変化）……………「空気と水を調べよう」より



空気（熱による変化）



①は空気膨張説、②は空気上昇説である。「空気と水を調べよう」での運動の方向を示す矢印や空気を粒子として捉える考えが生かされている。

4 成果と課題

(1) 話し合いは深まったか

他者とかかわりながら学習を進めていくためには、子どもが自分の考えを明らかにし根拠をはっきりともつことができるかどうかことが重要となる。「毛糸はお湯で洗うと縮むので容器も縮むかもしれない。」や「水筒のお茶が冷えると蓋が開かなくなるのは、中が縮むのと同じ？」など子どもの生活に根ざした発言が見られたのは、根拠を問いつけたことの成果であると考えられる。日常の現象と結びつけるのは、一つのモデル化であり、子どもたちが自己説明をしながら考えていること現れではないかと考える。昨年度より、B領域において目に見えないものを図に表すことに取り組んできたが、図を使って説明することにより、多様な考えやが出てくるようになった。たとえば、空気に原因があるとした子どもにも暖められた空気は上に上がると考えている子どもと、ふくらむのだと考えている子どもがいる。ふくらめば重くなるのだと考える子どもと変わらないとする子どもなどより細かな相違点が明らかになるからである。これらが共通に理解されてこそ、子どもの概念は科学的なものになっていくのだと考えられる。話し合いで相違点を絞り込み、解決できなかったことを検証していくことで、子どもの考えは変わるのではないと思われる。

(2) 話し合いで子どもの考えは変わったか

導入実験を観察した後の話し合いの中では、日常の具体例が出るとはじめの考えが変わる子どもはたくさんいる。熱気球の例が出れば上昇説に傾くし、鍋が噴きこぼれる例が出れば水原因説に傾く。結局どちらかわからなくなったというところまで話し合うことが大切ではないかと考える。

(3) 検証で子どもの考えは変わったか

しかし、水だけをペットボトルに入れて実験をしても、水は温めると溢れ、冷やすとゴムまくはへこむのであるが、多くの子ども（30人近く）は、このことを問題にしない。始めに見た現象のように大きな動きではないため、変化がなかったと記録している。

しかし、はじめに水に原因があると考えていた子どもは、わずかな変化をよく見ている。そして、水の量が増えたため、十分温まらなかったからだ結論づけている。空気説でこのことに気がついた子どもは、水があふれたり、ゴム膜がへこんだりしたので水も少しは膨むが、主な原因は空気であろうと考えた「注射器で押ししたり引いたりしたとき、水が伸縮しなかった」ことを思い出した子は、増えたり減ったりする量がわずかなので、容器が縮むのかもしれないと考えた。子どもたちは、はじめに抱いた考えに都合のよいように事実と向き合っていることが伺える。

(4) 科学的な概念は獲得されたか

多様な立場で実験を行い、再度話し合いをもつことで矛盾を感じ考えを変えていくことも多い。容器説は、金属の膨張の実験を行い考えを変えた。水説は、温度が低いと考えるようにならないことを納得した。本単元は、「ものの温まり方」「水のすがた」と続き、子どもが抱く新たな疑問がそこで解決できるようになっている。子どもの抱く考えにあるわずかな違いを取り上げ、子ども自身に説明を求めていくことで、科学的な概念は獲得されていくのではないだろうか。学習の後、日常の現象を獲得した知識を使って子どもたちが自分自身で説明していく姿勢を求め続けることで、本当の意味で科学的な概念が獲得されたといえるようになるのではないかと思う。

引用・参考文献

稲垣佳世子・波多野宜余夫『教育心理学研究』16巻, 1968, pp191-202

稲垣佳世子・波多野宜余夫『日本心理学会第53回大会抄録集』, 1989, pp837-838