

第4学年 解き明かそう！金属のふしぎ

1 本実践について

本単元は、体積の変化、熱の伝わり方に着目し、それらと温度の変化とを関連付けて金属の性質を調べる活動を通して、それらについての理解を図り、観察、実験などに関する技能を身に付けることをねらいとしている。また、主に既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想する力や主体的に問題解決しようとする態度を育成することもねらいとしている。

これまで、温度変化に関する金属の性質については、空気・水・金属の体積変化を「ものの温度と体積」、空気・水・金属の熱の伝わり方を「もののあたたまり方」の2つの単元に分けて扱ってきた。これでは、空気・水・金属で比較することで物質による共通点や差異点は見いだせても、「物質」そのものについての追究はできていなかった。

元来子どもにとって金属は、空気や水と同じくらい身近なはずである。しかし、子どもは「硬い」や「磁石に付く」といった限定的な側面では金属を捉えていないため、金属を空気や水ほどには身近に感じてはいない。それは多くの子どもが、金属が熱されてあたたまるなどの事象に出合っただけでも、温度変化によって体積が変化していることを実感してはいないことにも起因するだろう。そこで本実践では、上記の2単元を「温度変化と空気」「温度変化と水」「温度変化と金属」のように物質という枠組みで再構成する。そうすることで、子どもは温度変化に関する物質の性質に焦点を当てて追究できる。

本実践の前には、「温度変化と空気」、次に「温度変化と水」の学習を実践した。特に「温度変化と空気」では「上げ！フラスコ噴水（R4 柿原）」を基に実践し、空気の温度をドライヤーであたためたときの体積変化と対流を同時に追究できるようにした。そうすることで、「あたたまった空気は上に行くから、ペットボトルの上の方をあたためるだけでは、空気全体はあたたまらないと思う」のように、空気の体積変化とあたたまり方と関連づける子どもの姿があった。次の単元「温度変化と水」では、水の体積の変化とあたたまり方について、空気と比較しながら学習を進めた。「空気ほどではなかったけれど、あたためると水の体積は大きくなった」のように、空気と共通した性質や、空気との程度の差を明らかにしていた。

このような学びを経た本実践では、まず身近な金属に目を向けることから始める。お金、鉄琴、ブランコ、アルミホイル、フライパン、スマホなど、ありとあらゆる物に金属が使われていること気づいた子どもたちは、金属が生活に欠かせないことを見いだしていく。その上で、金属も温度変化させると体積が変化するか、あたためるとどのようにあたたまっていくかについて問う。すると、空気や水と同じく体積が大きくなるという既習内容を生かした考えと、日常生活を基に金属の体積はしないという考えが表出するだろう。そのような子ども同士の考えのズレを教師が見取り、主題「温度を変化させたときの金属は、どのようなになっているのだろうか」を設定する。



図1 空気をあたためている様子



図2 フラスコ噴水の装置

追究が始まると、子どもたちは真っ先に体積変化について調べたいという思いを抱くだろう。それは、空気や水をあたためると体積が大きくなるという既習事項を使えば「金属の体積も大きくなる」と考えられるものの、生活経験に立ち返れば「金属の体積が大きくなる場面に出合ったことがないから、体積は変化しない」とも考えられ、子どもの頭の中には2つの相反する考えが生まれるのである。これぞ切実な問いが立ち上がる瞬間である。

そこで本実践における1つ目の問題を「温度を変化させると、金属はどのようになるだろうか」設定する。子どもたちはこれまで、ドライヤーやお湯を使って空気や水をあたためてきた。はじめから「熱したい」という思いをもつ子どももいると想定されるが、これまでの培った「比べる」や「条件をそろえる」という理科の学び方を使って、これまでと同じ方法であたためるところから実験を始めるようにしたい。

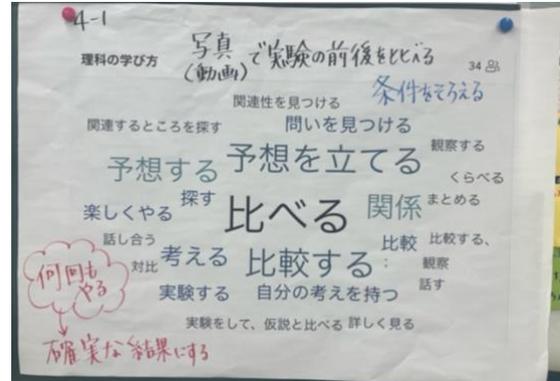


図3 理科の学び方

コンロで銅板を熱すると、体積のわずかな変化に加え、加熱部から放射状に銅板の色が変化する様子が認められる。「熱が広がっていった」や「真ん中からあたたまったのではないか」といった気づきや問いを基に、次の問題「金属の温度を変化させると、どのようにあたたまらるのだろうか」を子どもとともに設定したい。このように、単元を再構成して「金属」という枠組みで対象に関わり続けることを通して、子どもたちは金属の捉えを修正・更新することができる。

【教材について】

金属の体積変化では、どの教科書でも金属球を熱する活動が示されており、初めは通り抜けていた輪も熱して体積が大きくなることで、通り抜けられなくなる現象が示されている。これでは体積の変化は扱えても、あたためり方を検証できない。あたためり方を調べるには別の教材（金属板や金属棒）を用いなければならない、問いが連続しづらいと考えた。



図4 銅板を熱する様子

そこで、本実践では単元を通して10cm×10cmの金属板（銅板）を用いる。銅板は膨張率も熱伝導率も高く、子どもが実験しやすい素材と言える。（ホームセンターで簡単に手に入る金属の中で膨張率が高いのはアルミニウムであるが、融点が低いため劣化も早い。アルミニウムは繰り返し使用するのには適しない。）

2 単元の構想

今回の実践では、次の2点をポイントとして単元を構想する。

- 体積の変化を調べる際には、湯やドライヤーであたためた後に全体の場を設定することで「お湯では十分にあたたまらない」や「熱し方が足りない」という困り事を引き出す。その上で、体積の変化を調べるにはどんなあたため方をするとよいのかを問い「もっと熱くしたい」という思いを引き出すことで、子どもとともに火を使った実験方法を設定する。
- 金属は、空気や水と比べてどうだったかと問うことで、空気・水との共通点（温度が変化すると体積が大きくなること）や、空気・水との差異点（体積の変化量は、物質によって異なること、空気がもっとも大きくて金属が最も小さいこと）に気付けるようにする。

3 研究の視点に沿った具体的取り組み

(1) 自分事の追究に向かうための問題設定と単元構成の工夫

単元導入では、空気や水の性質を振り返って考えたことで生じる「体積が大きくなるはずだ」という思いと「金属は硬いため体積は変化しないはずだ」という思いのズレを表出させ、主題「温度を変化させたときの金属は、どのようになっているのだろうか」を設定する。

また、金属の体積変化を調べようとして加熱したときに生じる「真ん中からあたたまっているのではないか」といった問いを基に、金属のあたたまり方についての問題を設定する。

(2) 複数の観察、実験の結果から科学的な考察へと変容させるかかわり合いを生み出す工夫

1つ目は、実験結果を模造紙に整理する際の手立てである。例えば、温度を変化させた時の体積の変化を整理する際には、複数の変数の関係を同時に追究できるようにする。子どもたちは試行錯誤しながら実験を繰り返すため、多くのデータが得られる。そのデータを学級で1枚の模造紙に貼って集約することで、共通点や差異点が浮き彫りになる。自分たちの結果だけでなく他のグループによる結果も踏まえて考察できるようにすることで、より客観的な考察へと向かうことができる。

2つ目は、モデル図を通して自他の考えを比較しやすくする手立てである。熱が伝わっていく仕組みや体積が変化する仕組みをモデル図に表す際には、金属の図を教師が用意し配付する。共通した様式にかき込んだものを共有することで、自他の考えの共通点や差異点が明確になる。このとき、「金属の粒が温まって動こうとするけれど、隣にも粒がいるから十分に動けない」や「金属はリレーのバトンのように熱を次の粒に熱を伝えていく」というように自分なりの捉え方を図や絵を介して共有したり比較したりすることで、子どもは考えを整理しやすくなる。このような目には見えない変化を、図や絵に表し、見える形にしてかかわり合う場面を繰り返し設定することで、金属に関する概念を獲得したり、更新したりできるようにする。

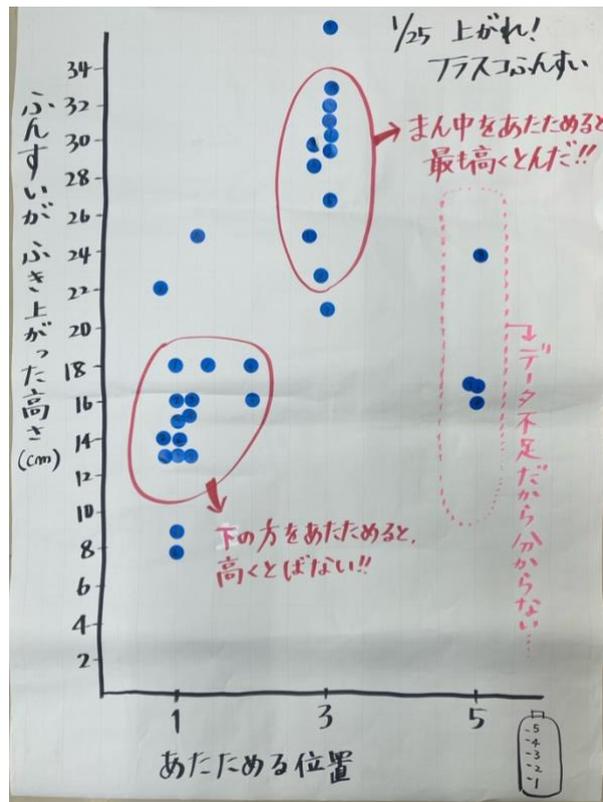


図5 ペットボトルどこをあたためると高い噴水にできるかについての実験結果

(3) 自ら問題解決の過程と学びの姿を振り返る手立ての工夫

1つ目は、毎時間の振り返りである。子どもは分かったことや不思議に思ったこと、もっと知りたいことを記入していく。主題についてその日に分からなかったことや、分からずに困っていることも記すことで、自分たちの問題解決の過程を振り返り、次時にどんな実験をすべきかを検討しやすくなる。また、友だちとの関わりによって生まれた新たな考えも記していく。その際、学び方の指標に基づいて理科の見方・考え方を働かせている記述（本実践では温度と関係付けている記述や、質の変化を捉えようとしている記述）を価値付ける。

2つ目は、学習支援アプリを用いた単元シートである。1つ目に挙げた毎時間の振り返りを1枚の大きな台紙に集約して貼り付けられるようにすることで、子どもは思考の過程や変容を自覚できる。実験の際の動画やデータ、板書など子どもが貼りたいものを貼り付けて残しておくことで、子どもは単元シートを見れば単元の学びを捉えられるようにする。