

見つけた事実を表現によってつなげ、科学的思考力を高める子ども

ー 6年「ものの燃えかたと空気」～燃え続けるための条件をさぐるう！～の実践から ー

1. 単元の構想

本学校園では、子どもは、自然の事物・現象に対するとらえを絵や文で表現することで科学的思考力を身につけていくと考え、授業実践を行っている。本単元では、ペットボトルランプの火が燃え続けるための条件を調べる学習活動の中に、目には見えない空気の状態を表現する活動を設定し、それをもとに考えをわかり合う場を設定することで、科学的思考力を高めていこうと考えた。表現することで自分の考えをつくり、考えを出し合い、分かり合うことでそれぞれの見方や考え方をより科学的なものへと高めていけると考えた。

本学級の子どもたちは、五感を使って自然の事物・現象をくわしく観察し、些細な変化まで見つけることを得意とする子どもたちである。昨年度の単元「ものの溶け方」では、見つけたことをつなげて考え、見方や考え方を高めていけるよう、実験や観察を通して見つけた事実をもとに「溶けたものはどうなったか」について絵や文で表現する活動をくり返し設定した。S.Eは「溶けたものはどうなったか」について追求した後、単元終末の理科日記で次のように書いている。

私は最初、(水溶液の中に)なんとなく細かいつぶつぶがあるような気がしていたけど、このいろいろな実験で、私の中ではつぶつぶがたくさんあるとまとまりました。それがなぜかという、食塩水を蒸発させたときに、(食塩が)「かたまり」ではなく、「粉」で出てきたからです。粉はつぶつぶだから、F.Sちゃんので考えると、水の中に細かいつぶつぶがのめりこんでいるのではないかと思います。これが、どこかにかたまるのではなく、まんべんなく広がっていると思います。

S.Eは、終末で最初に考えたものと同じような考えに落ち着いたものの、そこに自分で見つけたことが科学的な根拠として結びついていったために、自分の見方や考え方が高まっていったことを実感している。また、友だちの表現に自分の考えを当てはめて考えているところからは、友だちの考えの良いところを取り入れ、さらに自分の考えを高めていこうとする姿勢がうかがわれる。

本単元は、「ものの溶け方」と同様、目には見えない事物・現象を対象とする。ものが燃えている様子や、燃えたもの(植物体)の変化は五感を使って確かめることができる。しかし、ものが燃えることによる空気の質的变化は、やはり目には見えない。子どもたちは、目に見えない空気については、第4学年の「もののかさと力」や「もののかさと温度」、第5学年の「植物の発芽と成長」などで学習してきたおり、その存在と、私たちの生活に重要な役割を果たしていることについては徐々に理解してきている。しかし、その空気を構成している酸素や二酸化炭素については、言葉についてはなじみがあるものの、誤った理解をしている場合が多い。例えば、ものが燃えるときに出る煙(すす)や、冬に息をはいたときに出る白いものを二酸化炭素だと考えている場合である。目に見えないものはイメージ化が図りにくいため、どうしても目に見えるものとすり替えて考えてしまう傾向がある。

本単元では、このような子どもたちの実態を基盤としながら、もの(植物体)が燃えるという現象を、ペットボトルランプの火が燃え続けるための条件を調べたり、火が燃え続けているときのペットボトルの中の空気を絵や文で表現したりする活動を通して、燃焼の仕組みについての科学的な見方や考え方を高めていくことをねらいとした。

単元を構想するにあたっては、以下の点に留意した。

- ① ペットボトルランプの火が消えてしまう現象に出会わせることで、ものが燃えることと空気の関係に目を向けさせ、ものが燃えることによって空気がどのように変化するのか調べたいという思いをもてるようにする。

ものが燃えることと空気との関係に目が向けられるよう、ペットボトルランプの中でろうそくの火が消えてしまう現象に出会わせる。火がついたらろうそくに底を切り取ったペットボトルをかぶせると、ふ

たをしたペットボトルだけでなく、ふたをしていないペットボトルをかぶせても、ほとんどの場合火が消える。穴が小さいために空気の出入りが十分にできないためであるが、これは多くの子どもたちの予想に反する結果である。この現象から、空気の質的变化や空気の動きについての気づきや疑問を引き出し、それをもとに問題づくりをすることで、「ろうそくが燃え続けるために必要な条件は何か調べたい」や、「ものが燃えると空気がどう変化するか調べたい」といった思いを引き出したい。

- ② 自分の考えを絵や文で表現したり、友達と考えを出し合ったりする活動を通して自分の追求をふりかえり、調べる方法を工夫しながら燃焼のしくみについてより深く追求できるよう、個別に追求する活動をくり返し設定する。

第2次では、燃焼と空気との関係に注目しながら、ろうそくの火が燃え続けるために必要な条件について個別に追求する活動をくり返し設定する。1回目の追求の後、全体で考えを出し合う場を設定し、さらにもう一度個別に追求する活動を設定することで、ペットボトルランプの中のろうそくの火が燃え続ける条件について、見つけた事実をもとに推論できるようにする。

- ③ ろうそくが燃え続けるための条件について、見つけたことと目には見えない空気の変化を結びつけて推論できるよう、ろうそくが燃え続けたときのペットボトルの中の空気の状態を絵や文で表現する活動を設定する。

ろうそくが燃え続けるための条件について、ろうそくが燃えているときの空気の流れや、空気の質的变化について、見つけたことをもとに推論することができるよう、火が燃え続けたとき、ペットボトルランプの中の空気はどうなっているか、絵や文で表現する活動を設定する。また、それをもとに考えを出し合うことで、燃焼の仕組みについての見方や考え方を高めていく。

以上の3点に配慮し、単元を以下のように展開する。第1次では、火がついているろうそくに底を切り取ったペットボトルをかぶせ、火が消える現象に出会わせた。ふたをしたままかぶせたときだけでなく、ふたを外してかぶせたときにも、徐々に火が小さくなり、ほとんどの場合、ついには消えてしまう。この現象の観察を通して出された気づきをもとに問題づくりを行ったところ、火が消えていく様子や、消えた後に出る煙の動きへの気づきから、予想に反してふたなしでもほとんどの場合すぐに火が消えた理由や、ふたなしで一部燃え続けた結果があったのはなぜかについて、その原因を空気と関連づけた多様な考えが出された。そこで、学習課題を「ペットボトルランプの火が燃え続けるために必要な条件を調べよう」と「ものが燃えると、まわりの空気がどう変化するか調べよう」に整理した。第2次ではまず、「ろうそくが燃え続けるために必要な条件は何か」を取り上げ、個別に追求する活動を設定した。1回目の実験では、「空気が多いほど燃え続ける時間は長いはず」と考えてペットボトルの大きさを変えて調べたり、「空気の通り道が必要だ」と考えてペットボトルに穴を開けたり、ねん土を切り取って底にすき間をあけたりして追求を行い、その結果をもとに「ろうそくが燃え続けているとき、ペットボトルの中の空気はどうなっているか」について絵や文で表現した。燃焼の仕組みについての見方や考え方を高めていけるよう、実験結果や表現したものをもとに全体で考えを出し合った後、もう一度個別に追求する場を設定し、1回目の実験方法を修正して調べたいことを再度追求できる場や、さらに詳しく調べる場を設定した。第3次では、「ものが燃えると空気はどう変化するのだろうか」という疑問を取り上げ、石灰水や気体検知管などを使って、燃焼前の空気と燃焼後の空気の違いを調べていった。

2. 単元計画

(1) 活動展開計画 (11時間)

次	主な学習活動	時	具体的な学習活動
1	ペットボトルの中でろうそくが燃える様子を観察しよう	1	・ろうそくの火が、底を切ったペットボトルランプを被せることによって消える現象を観察し、見つけたこと、気づいたこと、これから調べてみたいことを書く。
		2	・見つけたこと、気づいたこと、不思議に思ったこと、これから調べてみたいことを発表し合い、問題づくりをする。

2	ペットボトルランプの火が燃え続けるために必要な条件を調べよう	3 4・5 ⑥ 7・8	<ul style="list-style-type: none"> • ペットボトルランプの中のろうそくの火が燃え続けるための条件を調べる実験計画を立てる。 • 自分で立てた実験計画をもとに、ろうそくが燃え続ける条件を個別に調べる。また、実験結果に即して、燃え続けたとき、あるいは消えてしまったとき、ペットボトルランプの中の空気はどうなっているか、絵や文で表現する。 • 燃え続けるための条件やペットボトルランプの中の空気はどうなっているかについて考えを出し合う。 • 再度、ペットボトルランプの中のろうそくが燃え続ける条件について個別に追求を行い、燃え続けたとき、あるいは消えてしまったとき、ペットボトルランプの中の空気はどうなっているか、絵や文で表現する。
3	ものが燃えると、まわりの空気がどう変化するか調べよう	9 10 11	<ul style="list-style-type: none"> • ものが燃える前後の空気に二酸化炭素がどれだけ含まれているか、石灰水を使って調べる。 • 気体検知管を使って、ものが燃える前後の空気に酸素と二酸化炭素がそれぞれどれだけ含まれているか調べる。 • 学習したことをもとに、ものが燃える前後の空気がどうなっているか、絵や文でまとめる。

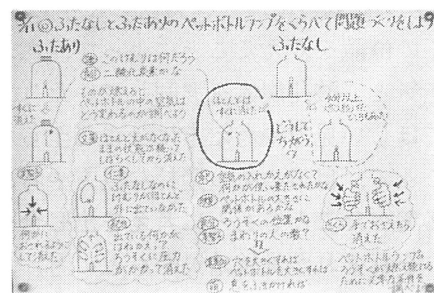
(2) 評価計画

次	時	自然事象への関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の技能・表現	自然事象についての知識・理解	理科における思考力・判断力・表現力
1	1 2	火が消えた理由を考え、いろいろな視点から調べようとする。	見つけた事実をもとにして、火が消えた理由を説明している。	ふたありとふたなしの2つ条件を比べて調べている。		見つけた事実をもとに考えたことを絵や文で表現している。
2	3 4 5 6 7 8	ペットボトルランプの火が燃え続けるための条件を調べようとする。	見つけた事実をもとに、火が燃え続けるための条件を推論している	自分で立てた仮説を検証するための実験方法を考え、燃え続けるための条件を調べている。	ものが燃え続けるには、空気がたえず入って出ていく必要があることを理解している。	火が燃え続けているとき、ペットボトルの中の空気はどうなっているか、絵や文で表現している。
3	9 10 11	ものが燃える前後の空気の質的变化に興味をもち、進んで調べようとする。	結果をもとに、ものが燃えると空気中の酸素の一部が使われて二酸化炭素ができると考えている。	窒素や酸素、二酸化炭素の、どの気体にもものを燃やすはたらきがあるかを調べている。	ものを燃やすはたらきが、酸素にはあり、二酸化炭素と窒素にはないことを理解している。	ふたありのペットボトルをかぶせると火が消える理由を、学習したことをもとにして絵や文で表現できる。

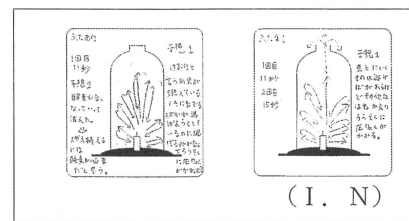
3. 授業の流れ

(1) ペットボトルランプの火が消える現象に出会わせて、問題づくりを行う（第1次）

ねん土に立てたろうそくに火をつけ、底を切り取ったペットボトルをふたをしてかぶせると、およそ10秒ほどで火が消える。この現象に出会わせた後、「ふたを外してかぶせたらどうなるだろう?」と問いかけたところ、全員が「今度は燃え続ける」と予想した。しかし実際には、おおよそ「しばらくすると消える」という結果になる。子どもたちは、この予想に反する現象をもとに、見つけたこと、気づいたこと、不思議に思ったことなどを出し合い、問題づくりを行った。



今日は2つの実験をしました。その結果、ふたあり、ふたなしは、消え方や秒数はあまり変わりませんでした。でも、私の予想にある逃げ場が1つあったので、次はもうちょっと大きい逃げ場があるとたぶん長い時間燃え続けると思いました。次は、横に穴がある物でもやってみたいです。(I. N)



やっぱり燃え続けるために必要な条件は、空気とけむりの出口だと思います。ろうそくは空気にふれていないと燃え続けられないし、けむりの出口がないといつまでもけむりがあるのだと思います。私の予想では、空気が入るところがあっても、けむりのパワーが強くて、ろうそくのまわりにけむりがあると思います。なので、けむりの出口も絶対に必要です。でもまだよくわからないのは、空気はどのようにしてペットボトルの中にあるかということです。ペットボトルをまわっていたら、ふたなしのときには空気まで出てしまうと思うからです。また、考えたいと思います。(T. F)

意見を出し合う中で、「空気の量」が多い方が長い時間燃えることや、「空気の循環」について、内部の循環が関係しているのではなく、外の空気との入れ換えが必要なのだということについては、ほぼすべての子どもたちが納得することができた。また、「空気の入れかえ」は、I. Nの理科日記にもあるように、その必要性については、意見を出し合う中で多くの子どもたちが納得できた。しかし、穴の条件については、大きさ、数、位置についての条件の整理がつかなかった。また、なぜ入れ換えが必要なのかという点においても、空気の質的变化と結びつけて考えている児童はまだ少数派であった。そこで、この時間に出された考えのうち、穴の位置に注目した子どもたちの実験を3つ取り上げ、燃え続けるために必要な穴の条件に焦点を絞って、2度目の個別の追求へとつないだ。

③再度個別に追求し、考えを出し合う。

今日は、穴を6個下にあけてみる実験をしました。今日の実験で1つだけ燃え続けるための必要な条件が見つかりました。それは、「出入り口の穴」がないと燃え続けられないということです。なぜそう思ったかという、1つだけの穴では、その穴しかないから、そこから中の空気がその穴から出たり、外から入ったりして時間がかかり、ろうそくの火に、十分な冷たい(新しい)空気がこないから消えてしまう。(I. N)

私は、Eちゃんが言った「1cm以上の穴は燃えた」というのでよく分かりました。私も気になっていた結果でした。なので、1cm以上の穴だったらどこに穴を開けてもいいと思います。また、上と下の穴は、私は下の穴の方がよく燃えると思います。なぜかという、ろうそくに空気がふれるまでの時間は、下の穴の方が短いと思うからです。やっぱり、近くから空気が入った方がはやく、そしてよく燃えると思いました。(T. F)

条件の焦点を絞って、再度追求する場を設定することで、I. Nは出口と入り口の2つが必要であるとする見方を獲得している。また、T. Fは友だちの考えも参考にしながら、大きさと位置との関係について「(直径)1cm以上の穴なら1つの穴でも燃え続ける」や、位置に関して、「入り口の穴がろうそくに近い位置にあった方がよい」という見方を獲得している。位置に関しては、空気の質的变化に目を向けたことと、絵に空気の流れを表していたことが結びついた結果だと考えられる。

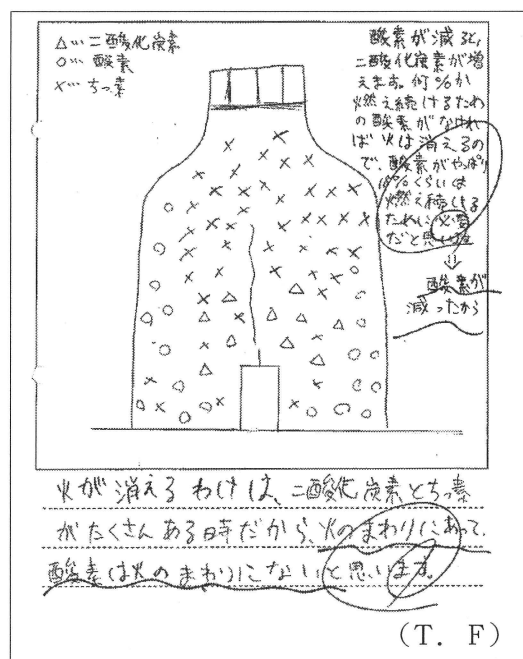
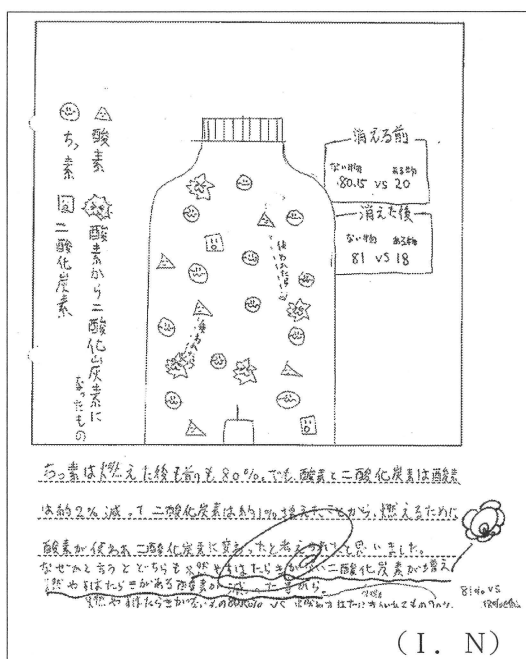
④全員で共通の課題を追求する

「上と下に1つずつ穴があった方がいい」のか、「上と上でも燃え続ける」のかという点において、全員で納得することができなかつたため、全員で穴の大きさや位置を同じ条件にして調べた。全員の結果を出し合うことで、「上と上」よりは「上と下」に穴があった方が燃え続ける確率が高いことを確認した。またその根拠として、今までの実験で見つけたことをもとに、「手をかざすと上の穴からは熱い空気が出ていたから、上からは新しい空気が入りづらい」ということや、「下の穴は手をかざしても熱くないけど、穴をふさぐと火が消えた」、などが出され、すべての子どもたちが納得することができた。

今日はみんなで話し合っ「空気の入れかえ」が大切なことがわかってよかったです。空気の入れかえが必要な理由も、今まで実験してきたことから言えるので安心です。それで私は、最初にペットボトルの中にどんな気体が入っているか、どんな役割があるかを調べたいです。(I. N)

やっぱり、空気にはやくふれることができる場所に穴を空けないと燃え続けられないということが分かりました。Sちゃんが(上の穴では新しい空気が入ろうとしても、出ようとするけむりと)「ぶつかる」と言っていました。私はじゃんけんで言うと、けむりがパーで空気がゲーみたいな感じだと思います。あと、二酸化炭素って何なんだろうと思いました。また、(大きい穴のとき)空気は上の穴からどうやって入るのかということが疑問です。(T. F)

第1次の問題づくりで「ものが燃えるとペットボトルの中の空気はどう変わるのか調べよう」という課題を設定していたものの、空気の質的变化については、第2次で問題解決を行



う中で徐々に着目できるようになっていったというのが実態である。見出した問題を、条件を焦点化しながらくり返し追求し、絵や文でその見えない変化を表現してきたことで、第3次に入るときは、ほぼすべての子どもたちが、五感を使って見つけた事実をもとに「空気はろうそくが燃えることで別のものになった」という見方を獲得していた。そこで、石灰水や気体検知管を使って燃焼前後の空気の質的な違いについて調べ、最後に、ふたつきのペットボトルをかぶせるとろうそくが消えるわけを、絵や文で説明する活動を設定した。I. Nは、消えた原因を単に「酸素が減ったから」だけでなく、「燃やす働きがあるもの」と「燃やす働きがないもの」の比率が変化したことが原因だと表現している。空気中の酸素の体積が全体の18%まで減少することで火が消えるというバランスまで深く理解していることがうかがえる。また、T. Fも同様に、二酸化炭素が消したのではなく、燃やす働きがある酸素が18%に減ったということを強調して表現している。

4. 成果と課題

本稿では、「ものの燃え方」の実践をもとに、子どもたちが、自然現象について自ら見いだした問題や学級全体で共有した課題を実証的に検討し、論理的な処理を行いながら、自分の見方や考え方を体系的に整理していく姿、科学的思考力を高めていく過程の一端を示した。これまで述べてきたように、実験・観察を通して見つけたことをもとに、まだはっきりとはわからないことについて絵や文で表現することを通して、子どもたちは自分の見方や考え方を構築していく。そして、友達の見方、現象・事実(事実)、自分が表した外的表象(言葉・絵などの表現)、既有知識などをすり合わせながら、自分の見方や考え方を体系的に整理していく。とくに見つけた事実との整合性を大切にしながら、このようなすり合わせをくり返し行っていく力を、科学的な思考力だとすると、表現する活動や、それをもとにわかり合う場を設定していくことは、理科授業における有効な手だてだと考えられる。

しかし、何を表現させる課題とするのかについては、単元によって、子どもの実態に応じてまだまだ検討していく必要がある。今後は、どのように表現する場を設定することが効果的なのか、実践を行う中でさらに探っていきたい。また、何を表現させるかだけでなく、個別に見いだした問題を追求する場のあり方についてのさらに検討していく必要性を感じている。条件を焦点化しながらくり返し追求していく場を設定することは、科学的思考力を高めていく上で有効であると感じる一方で、結果的に3度も実験を繰り返すことになったことには見通しの甘さを感じている。これらを課題としながら、今後も、表現することを通して科学的な思考力を育てる理科授業のあり方を探っていきたい。

(文責 深田 剛生)