

自立を支える理科授業

—第6学年『ものの燃え方』での取り組みを中心に—

秋 山 哲

1. はじめに

理科学習における理想的な子どもの姿を、子ども自らが自然事象に刺激を受け、その中から学習課題を見つけ過去の経験に照らし、既得の知識・技能を駆使し、課題の解決に向けて工夫する姿と考へ、授業研究を行っている。昨年度までは、豊かな感性を育むという観点から、これまで当たり前と思っていた事象や現象に関心や興味を持ち、さらには、そこから疑問や課題を見つけ、それを解決するために、自分なりの論理を構築し、自分なりの実証方法を考へ、実行できる理科のあり方について探ってきた。観察の視点を明確にすることで、これまで気づけなかった細かな部分にまで子どもたちが目を向け、疑問を明らかにできるようになった点、子どもたち各々の疑問を解決できる場として、課題別の学習を取り入れた実践を行うことで、子どもたち一人一人の興味を学習活動に生かし、授業を活性化できた点においては、成果があったといえる。課題別の学習における利点として具体的には、次のような点があげられる。

- 教科書の枠にとらわれず、より多くのことを子どもたちが学ぶことができる。
- 子どもたちのやりたい実験ができ、自分のわからないことが解決できる。
- 子どもたちにとって、自分を中心にした授業が進む。
- 課題別グループを固定しないことで、実験毎に考への交流を行うことができる。

以上のような事柄だけでなく、一斉授業では必ずしも意欲的に活動しない子どもが、積極的に実験に参加することができた。また、実験の内容や器具について「このようにしたいのですが」とか「こんな器具はないですか」などの援助を求める言葉や要求を子どもたちが出すことができるようになった。しかしながら課題別の学習においては、うっかりすると、子どもたちは、しばしば自分の考へに固執するあまり、結果を自分に都合の良いように解釈してしまう傾向がある。また、正しい予想なのに、実験方法の稚拙さから確かめることができず、予想そのものを放棄してしまうこともある。

そして、それぞれの課題があまりに多様であるため、課題を共有し、考へを深める場面の設定が難しいということもあった。これでは、課題を解決していくための主体的な活動とはなり得ないのである。そこで、次に挙げるような事柄について改善しつつ授業を行う必要が出てきた。

- 多様な実験を行うことで、一つの子想の確かさが増すという観点から自分以外の実験を見るようにする。
- 子どもたちの実態調査の上で、認知の違いの大きい部分を共有の場として設ける。
- 自分の立てた予想に都合の良い解釈を子どもたちがしないようにする。
- 実験計画を吟味する中で検証方法の良さについてもお互いが認められるようにする。

一つの子想を明らかにしていく過程にも多様な方法があり、それぞれを行って確かめることは、予想を裏付ける証拠となりえること、予想と違っている実験もその意味で有効であることを、子どもたちがわかっているならば、よいと言える。

- 実験方法を子どもがうまく考へだすことができないときは教師の側である程度示す。
- 子どもに任せる部分をどこまでにするかを明確にしておく。

以上のような事柄に加え、共通の課題を自分の予想にしたがって解決していくことで、お互いの考へを出し合い、深め合う場を設ける必要があると思われた。

2. 自立を支える理科授業

生活経験の違った子どもたちが、多様な考え方をすることは自明のことである。その生活経験のちがう子ども一人一人が、より主体的に活動し、自らの論理を構築していくためには、めいめいの興味を生かした学習活動の場を保障しなくてはならない。主体的な問題解決活動が成り立つということは、子ども自身が、自分が見いだした問題、自分が設定した予想、自分が考え出した観察・実験の方法、というように、全ての活動において「自分が」という意識を子どもたち自身が持つことができるということである。しかしながら、自分の考えることばかりに固執し、他の者の考えや解決方法のよさを受け入れることができなくては自立した姿とはいえない。むしろそこに、自立した子どもたちの理科学習が成り立つと考えている。

上記のことから考えても、子どもたちに共通の大きな課題の設定は必要である。調べたいことがたくさんあって、各自が自分の思いのままの活動をしたのでは、主体的な活動というより、独りよがりな活動となってしまう、考えを深めたり友達のよさを認めたりする活動に、つながり難いのである。しかしながら、共通の大きな課題のもとに、予想や解決の方法の違いから、子どもたちがめいめいの検証方法で実験することは、それぞれが自分の思いを実現することにつながり、自分とは別の考え方や実験の様子を知ること、多様なものの見方、考え方を受け入れることにつながると考えられる。

3. 「ものの燃え方」の授業での実践

(1) 単元について

子どもたちにとって、火は身近に存在し生活の中でなくてはならないものである。しかし、ガスコンロを使って煮炊きはできても、ものが燃えることと空気の間接性を考えているわけではない。本単元では、ものを燃やしたり熱したりして、ものや空気の性質とその変化を調べ、子どもたちの日常生活の中のもの燃えるという現象について関連付けられるようにすることが必要と考えた。本校では、5月の野外活動の中で、子どもたちは自らかまどを作り飯盒炊きで夕食を作る経験をしている。かまど作りの工夫や、薪に火をつけ燃え続けさせるためには何が必要だったのか意識して想起することから、課題を見つけ、追求できる活動を設定することで、身近でかつ日常で子どもたちが抱えている考え方が明らかにできるものと考えた。燃え続けさせるために必要なことを考え検証していく中で、子どもたちがまわりにある漠然とした空気の変質に目が向いてこそ、気体である酸素や二酸化炭素の性質について考えることができるのである。

(2) 共通課題の設定

第一次 ものが燃えることと空気の変化をとらえる。…………… 1時間

第二次 酸素・二酸化炭素の性質を知る。…………… 3時間

第三次 植物体が空気に触れずに熱せられた時の変化を調べる。…………… 5時間

第四次 金属を熱したときの性質の変化をとらえる。…………… 3時間

「ものの燃え方」の単元全体を通して、指導計画を以上のように考えた。そして、単元全体を通して子どもたちが「燃焼によるものの変化」や、「空気の中の気体の性質」についてまで調べることができるようにするためにはどのように課題を設定するかということ考えた。大きな課題の設定に当たっては、以下のことが重要と考えている。

- ①単元を通じて考えることができるものであること
- ②導入の時点で、子どもたちの考えの中にいろいろなとらえ方があり、確かめる価値がありそうと思われるものであること
- ③日常の経験からヒントを得やすいものであること
- ④自由な活動（試行錯誤）が容易にでき、達成感の味わえるものであること

そこで、本單元においては「ものを燃やし続けるためにはどうすればよいのだろうか。」という課題を設定することとした。

①については、ものを燃やす活動を通して、空気の存在も意識できると考えた。そして何よりも、ものを燃やすという活動そのものが、子どもにとって興味あるものであり、単元を通じてそれが持続されるものであると考えた。

②については、本校では6年生の野外活動で、山の中で木を集め、かまどを作り、飯盒でご飯を炊くという活動を全員が経験していること。そのときは、簡単に考えていたのに、なかなかうまく炊けなかったなかった班、偶然か経験した子がいたかで簡単に御飯が炊けた班、様々な経験をしており、子どもたちの頭の中にそれがまだ強く残っていると明白であった。授業の実施時期は、野外活動の一ヶ月後であった。

③については、野外活動の時だけでなく、ものを燃やす活動は、子どもたちが家庭でも何度か経験したことのある活動であり、どの子も、何かしらの知識を持っていることが自明であった。

④については、単元を通じて行うという観点から手に入りやすいもの、扱いやすいものということで空き缶を考えた。加工するとは、子どもたちが考えた仮説を検証する上でどうしても必要なことで、壊れても惜しくないもの、特別な道具を使わなくても扱えるものということで、コーヒーの空き缶（豆をひいたものが入っている400g入りのもの）を利用した。また、燃やすものとしては、使用済みの割り箸を利用した。このことで、燃やし続けるという活動を理科室で行うことが可能となった。この缶を使用すると三脚の上に載せることができ割り箸を折って入れるのに適当な深さでもあった。

(3) 単元の導入に当たって

空き缶の中では、割り箸が完全に燃焼しきらないことから、燃え続けさせるためには、空気を入れ替わることが必要であることを、自分の考えた実験を通して確かめていけるように活動を仕組むことにした。そこで深い缶を使って実験することとし、途中で火が消えてしまうことから、空気に着目して多様な考え方、実験方法が発想できることを期待した。また、野外活動で経験した、薪の組み方やかまどの作り方と重ね合わせて考えることで、より身近な問題としてとらえられるようにし、意欲・関心を喚起したいと考えて行った。

はじめに行うものの燃え方の観察を、コーヒー豆の缶を使うことにした。あたかも簡単にも燃やし続けさせることができるようで、空気の入替わりがうまく行かず、この缶ではなかなか割り箸を完全に燃え尽きさせることができない。そこに子どもたちの関心は集中するであろうと考えた。野外活動においては、木の組み方を工夫していた班がほとんどであったので、そのことによって燃え続けさせることができるであろうとか、割り箸を小さく折って燃やすことで、燃え続けさせることができるであろうという予想が出ることを期待した。そこで、授業の仮説を次のように立て実践を行った。

仮説	野外活動の様子を想起して、空き缶を使った割り箸の燃焼の実験を行うことで、割り箸を完全に燃焼させる方法について、経験に照らした見通しを持った考えを出し、追求するであろう。
----	--

はじめに完全に割り箸が燃え尽きないという課題を共通の実験により提示することで、これまでの子どもたち一人一人の経験から、その原因について考えることのできるしていける場を設けることにした。そして、それぞれの考えを検証していける場と、お互いの考えを深め合う場を設定することで、「燃焼によるものの変化」や「空気中の気体の性質」についても考えていくきっかけが与えられるであろうと考えた。

(4) 導入の授業の様子

①本時の目標

深い缶の中では、割り箸が完全に燃焼しきらないことから、空気の入替わりに目を向けた多数の燃焼方法を考え出すことができる。

②準備物

野外活動のかまどの写真、空き缶、割り箸、マッチ、擦り殻入れ、濡れぞうきん

③学習の展開

学 習 活 動	指 導 ・ 支 援 活 動
<p>1 飯盒炊さんの写真を見て、よく火が燃えるにはどうしたらいいかを考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・薪の組み方 ・かまどの工夫 <p>2 深めの空き缶を使って割り箸を燃やし完全燃焼できるよう割り箸の組み方を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・かさならないようくふうする。 ・どの組み方でも燃え尽きていないことを発表により知る。 <p>3 空気の入替わりに着目して、空き缶を工夫して、割り箸を完全燃焼させる方法を考える。</p> <p>缶</p> <ul style="list-style-type: none"> ・缶を浅くする。 ・缶の底に穴をあける。 ・側面に穴をあける。 ・缶の口を大きなものにする <p>缶</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空気が入りやすくする。 ・焼却炉の形から。 ・かまど作りの経験から <p>4 それぞれの方法について考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浅くしただけでは、二酸化炭素が下に溜まるのではないか。 ・穴を開ける位置はどうか。 ・空気を送るのはどうか。 <p>5 次時に確かめる実験をすることをしり、自分なりの方法を確かめるには何が必要かを知る。</p>	<p>1 飯盒炊さんの時の写真を提示し、イメージがわきやすくする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・体験したことを話す場を設ける。 ・薪の組み方を図に書いて示す場を設ける <p>2 1で話し合ったことをもとに、空き缶のかまどで割り箸を燃やす実験を行う。</p> <p>◎空気の入替わりに着目したためあてが持てるよう、割り箸の組み方を変えただけでは完全燃焼しない深めの缶を使った実験をする。</p> <p>3 空き缶をかまど代わりにしていることをイメージするため、かまどの作り工夫について想起させる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空気の入替わりに着目できるよう助言を与える。 ・焼却炉などの日常のものから考えた方法を大事にする ・野外活動での経験を生かしているものを賞賛する。 <p>4 多様な考え方ができるようにするため、他の実験方法についても考える場を設ける</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験方法のよさについて考える場を設けることで、予想が正しいかどうか求められているのではないことに子どもたちが気づけるようにする。 <p>5 次時に確かめる実験をすることを告げ、準備の見通しが持てるようにする。</p>

授業のはじめに野外活動の写真を提示したことで、そのときのようにすがかなり思い出されたようである。うまくいっている班とそうでない班の写真を提示したので、考えるヒントにもなった。また、ものを燃やす活動そのものに子どもたちが興味を持っており、それぞれ集中して活動することができた。この時間では、どのグループもうまく燃え続けさせることができないかったことから、木の組み方以外の工夫へと考えをめぐらせることができた。

(5) 子どもたちの考えと次時の実験の様子

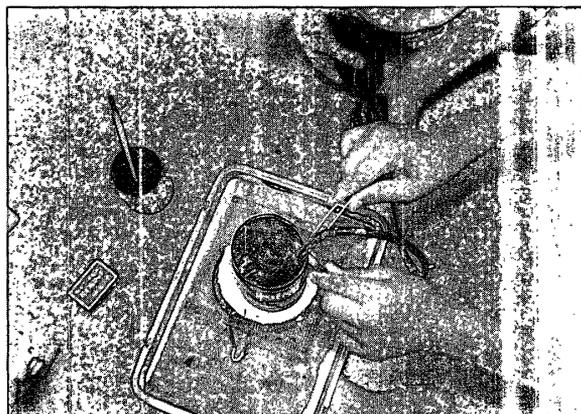
①は実験の準備をしているようす②から④は、実際に確かめているようすである。

①空き缶に工夫を加えている様子



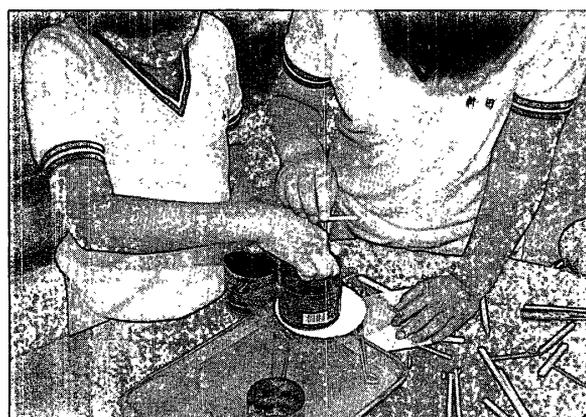
缶に工夫を加えて空気の通りをよくしようとしているところである。子どもたちの考えを実際に確かめることのできる物とするには、缶の加工が容易なことが条件となる。

②缶の中に空気を送り込む方法



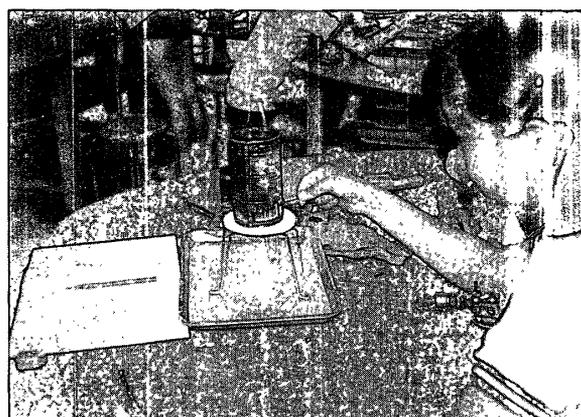
二連球を使って缶の中に空気を送り込んでいるところである。うちわで送り込む方法も考えたが燃え残りが、底にあることから、底に空気送ることを考え出した。

③口の広い大きな缶を使う方法



缶が細長い物であったことから、缶の口を広くすることや缶を短くすることで空気の通りをよくしようと考えた子どもたちもいたが、どうしても最後まで燃えなかった。

④缶の下側に穴を開ける方法



缶に穴をあける方法を考えた子どもたちは、位置を変えたり、大きさを変えたり、空気の流れを観察するため、線香の煙を使う方法も考えた。

(6) 子どもたちの考えを深めるために

「ものが燃え続ける」という言葉は、子どもにとってあいまいである。「よく燃える」という表現も「長く燃える」のか「パッと燃える」のかとらえ難いところがある。そこで、完全に燃え尽きた後の割り箸の灰を子どもに見せることにした。缶の側面下側に釘でたくさん穴を開けて燃やした後の割り箸の灰は、白っぽく、さらさらしている。子どもたちが燃えたと思っている黒く炭になったものとは明らかに違っている。「ここまで完全に」という示し方をすることで、空気の入れ代わりに注目した活動を引き出すことができる。また、どのように空気の流れを作ったらよいか操作活動を通して学ぶことで、子どもたちに生きた知識となって残るといえる。

身近なものを実験に使うこと、経験したことの想起から単元を導入するところは、子どもたちにとって興味あるものになっていた。導入時の一枚の野外活動の写真を見ることから、経験に照らした考えが2つでた。一つは、「風を送るとよく燃えるのではないか。」という考えであり、扇ぐと炎が大きくなったことをとらえていた。もう一つは「風が入らないようにしないといけない。」という相反するものであった。これは、かまどを作るときに、風が入らないようにしないとうまく火が付かなかったことによる考えである。授業においては、空気が入れ替わるといえることが必要ということについて子どもたちの目を向けようとばかり考えていたが、適当でなければいけないという点について子どもたちは経験上気付いていたといえる。お互いの考えを出し合う場面において、たくさんものの見方が出ることで、いろいろな考え方の価値に気がつけることと思われる。また、自ら考えた実験方法で、自ら作った実験装置を使い、確かめてゆけたことに価値があったと考える。

しかしながら、独りよがりな考えに固執しないためには、他の者の実験方法のよさに着目するだけでは十分とは言えない。それぞれの考えを出し合う場をいかに持つかが課題である。

5. おわりに

子どもたちが、自分の考えを実現できる場を学習の中に設定することは、意欲的な活動をうながすものであるといえる。そしてそれが、正しい科学概念を獲得することにつながるかどうかは、お互いが、様々な考え方を出し合う場が保障され、自分にはない考え方をどれだけ納得できるのか探っていくことに価値を見いだせるかにあると考える。冒頭で述べたように、子ども自身が、自分が見いだした問題、自分が設定した予想、自分が考え出した観察・実験の方法、というように、全ての活動において「自分が」という意識をもって活動することに留まらず、誰もが納得のいくものであるかを常にとり続ける姿勢を持つには、たくさんの方の考え方を知る場が必要であり、その正当性を見極める場が必要であると考えられる。

一人一人の考え方に基づいた理科の授業を考えていく上で、お互いが、お互いのことを知り、考える場をいかに持つかという工夫を今後どのように取るかが今後の課題である。話し合い活動に至るまでに、子どもたちの記録や、実験計画の中から考えの共通する部分と独自の部分を教師がつかみ、その土俵作りが必要であると考えている。逆に、共通した課題の中に、独自の考えがたくさん生まれる場面こそ、学習が活性化するのもかもしれない。大きな課題どのように設定し単元を構成していくか、お互いの考え方を知り吟味する場、自分の考えを振り返る場をどのように仕組むか、今後取り組んでいきたい。

参考文献

- | | | |
|---------------------|---------------------------------|--------|
| 森本信也著 | 『子どもの論理と科学の論理を結ぶ理科学習の条件』 | 東洋館出版社 |
| R. T. ホワイト著 | 『子どもたちは理科をいかに学習し教師はいかに教えるか』 | 東洋館出版社 |
| 森本信也編著 | 『子どものコミュニケーション活動から生まれる新しい理科授業』 | 東洋館出版社 |
| R. オズボーン&P. フライバーグ編 | 『子どもたちはいかに科学理論を構成するか』 森本信也&堀哲夫訳 | 東洋館出版社 |
| | 『豊かな感性を育む』 広島大学附属東雲小学校 | |