

子どもの日常知に基づいた理科の学習

1 はじめに

① 指導の方針

指導にあたっては、構成主義の考えに基づき、授業の展開を考えた。クラクストンは認識の発展のために次の8つの条件を上げている。

- ・ ミニ理論同士では重なる部分がないといけない。
- ・ それぞれのミニ理論が常に考えの構成に際して活用されなければならない。
- ・ ミニ理論から葛藤が生成されなければならない。
- ・ 葛藤は学習者自身により認識されなければならない。
- ・ 学習者自身により葛藤を解消する必要性を感じ取られなければならない。
- ・ これらの学習を進めるための適切な方略について指導がなされなければならない。
- ・ 受け身の学習であってはならない。
- ・ 葛藤の解消がどのような状態を指すのかが実証的に明らかにされなければならない。

これらに基づいて指導展開を考えた。

子ども達は水蒸気をどのように認知しているかを知るためにプレテストを行い指導展開の際の参考にした。

② 子どもたちの日常知を中心に考えると、今の教科書に使われている単元構成が必ずしもよいとは限らないのではないかと考えた。教科書の単元構成は確かに科学的に系統だっていて正しいように思えるが、これは科学者の論理であって必ずしも子どもの側の論理に立っているとはいえないのではないだろうか。教科書（東京書籍『新しい理科』）では、「水のすがたとゆくえ」の単元をたまった水が水蒸気として蒸発するところが導入となっているが、空気中いたるところに常に水蒸気が存在することの理解しやすさを考えて、空気中の水蒸気の存在を調べることを導入した。

③ 授業の展開の仕方として、シャンペイン、クロツファーおよびアンダーソンによって開発された「予想－観察－説明法」の考え方を応用して授業を展開した。この方法は、提示された状況に関して仮説を述べ、なぜそのよう

に考えるかその理由を述べる。そしてそれを実際に実験しデータが集められ、その結果が討論されるというものである。なぜこの方法を用いたかという、特にこのための授業というのではなく、日常的な理科の授業として取り入れることができることと、ほとんどの理科の学習について容易に活用できる方法だと考えたからである。

④ 今回新しい試みとして、表実験－裏実験というのを考え利用してみた。表実験というのは自分が立てた仮説（ミニ理論）を証明するための実験で、裏実験とは他の人が立てた仮説を否定するためにする実験である。こうすることにより、認知的葛藤が生まれて議論が活発になるうえ、子どもたち同志がおたがいの仮説や実験に興味を持ちながら授業に取り組むことができると考えたからである。

2 指導案

学 年 第4学年

単 元 水のすがたとゆくえ

単元について

子ども達にとって水は、空気について身近な存在といえる。液体としての水だけでなく氷を作ったり、やかんから水蒸気となって蒸発したりする場面にしばしば出くわしてきている。しかし、氷と違い一旦水蒸気になって蒸発したとき、その姿を目でとらえることはできなくなり、水蒸気に対する意識も混沌としてくる。ここで身近な水の三態について学習することは、物質の状態変化を学習していく第一歩として重要なことと考える。

沸騰のときに発生する泡の正体は、空気あるいは空気を含む気体と考えている子ども達が多い。この誤概念を正しい科学概念に置き換えるためには、単に水の沸騰について知らせるだけでなく、空気中の水蒸気の存在を理解しておく必要があると考える。そこで、空気中に見えない形として存在する水蒸気（水）についてとらえさせることによって、凝結や沸騰などの現象もとらえやすくして指導していきたい。

指導目標

- 1 水の状態変化の様子に興味・関心を持って追求する態度を育てる。
- 2 水蒸気を集めて冷やすと水になることから、水蒸気は水が変化したものでないかと予想できるようにする。
- 3 ガラス器具や火などに注意して、安全に実験を進めることができるよ

第Ⅲ章 豊かな感性を育む授業実践

うにする。

4 水は、温度によって氷や水蒸気に変わることがとらえられるようにする。

指導内容と計画……………10時間

第一次 空気中の水蒸気の存在を調べる。……………4時間（本時 第一次
第3時）

第二次 水蒸気と水と温度との関係を調べる。……………1時間

第三次 蒸発と沸騰について調べる。……………3時間

第四次 水と氷と温度との関係を調べる。……………2時間

授業設計の焦点

子ども達は、空気がどのようなものか、おぼろげながら分かっているが、水が水蒸気としてその中に存在することには気づいていないものが多い。氷水を入れたコップの回りに水滴が付くことから、この水滴の出所を調べてみようということで水滴のもとがどこにあったか予想する。この予想の検証方法を考え、似た考えの者同士がグループを組んで実験に取り組む。本時は、その実験場面で、実験の結果から水滴のものは水蒸気であることをつかむようにするものである。

仮 説	予想の検証方法を考えて実験するならば、意欲を失うことなく、めあて追求できるであろう。
--------	--

本時の目標

水滴のものはどこからきたかとられることができる。

準備

コップ、氷、蓋、ビニール袋、はかり

評価の観点

関心・意欲・態度	意欲的に実験に取り組み、水滴のものはどこからきたかを調べようとしている。
科学的思考	実験結果から水滴のものは空気中の水蒸気であることを予想することができる。
技能・表現	実験器具は正しく扱うことができる。
知識・理解	水蒸気は空気中にあることをとらえることができる。

学習の展開

学 習 活 動	指 導・支 援 活 動
<p>1 自分に取り組む実験を確認し、グループに分かれる。</p>	<p>1 グループごとに必要な実験器具を準備する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験の目的を見失わないようにするため、実験の目的を再確認する場を設ける。
<p>2 グループごとに水滴のもとはどこからきたかを調べる実験に取り組む。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コップに蓋をして中の水が出ないようにして実験してみる。 ・コップに色水を入れて色水がしみだしてくるか実験してみる。 ・乾いた空気と湿った空気で水滴の付き方を比べてみる。 ・水滴を拭き取って重さを調べる。 ・水位が下がっていないか調べる。 	<p>2 ◎予想別の問題解決の場とするため、実験計画書により、それぞれの活動を明確にしておく。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・正しく実験が行われるよう、机間巡視をしながら指導を行う。
<p>3 水滴のもとはどこからきたか調べた実験の結果を発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コップに蓋をしても水滴は付く。 ・色水はしみだしてこない。 ・水の重さは変わらない。 ・コップの水位は変わっていない。 	<p>3 グループ毎にした実験の結果について学級全体の考えとなるようにするために全体に発表する場を設ける。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・他のグループの実験結果について分かりやすくするため、グループの代表に演示実験をしながら説明するようにする。 <p>◎他のグループの発表を失敗ではなく、深まりとしてとらえ、肯定的に評価する。</p> <p>◎検証方法のよさも評価する。</p>
<p>4 実験の結果から水滴のもとはどこからきたかを考える。</p>	<p>4 水滴のもとはどこからきたかを確認するため、自分達の実験について振り返る場を設ける。</p>

3 授業の経過

(1) 課題「コップのまわりについて水はどこからきたのか。」について子ども達から出されたミニ理論と、検証方法を確認しグループごとに実験した。

ミニ理論

- ・ 水と氷を一緒にすることで水が冷やされ、その水が「冷たさ」となってコップの表面ににじみだしてきて水滴となった。
- ・ コップのなかの水がそのまま表面にしみだしてきた。
- ・ コップのなかの水が空気中に消えて出ていき、コップのまわりに水滴となつてついた。
- ・ コップのなかの氷が空気中に消えて出ていき、コップのまわりに水滴となつてついた。
- ・ 空気中の酸素とコップのなかの水がひっついてコップから出て、コップのまわりに水滴となつてついた。
- ・ 氷のなかにある空気があがってきて、コップのまわりに水滴となつてついた。
- ・ 空気中の水蒸気がコップがまわりに水滴となつてついた。

検証

- ・ コップに水だけ、または氷だけを入れて水滴がつくか観察したが、水だけ、または氷だけを入れても水滴が表面につくことがわかった。
- ・ コップに氷水を入れ、水滴が表面についたとき水位が変化したか調べたが水位に変化がないことが分かった。
- ・ コップの口をラップで蓋をしても水滴がつくか調べたが、蓋をしても水滴が表面に付くことがわかった。
- ・ 水槽の中をヒーターで温め、外を氷で冷やして水槽の内側に水滴が付くかを調べたが、水滴は付かなかった。あらかじめ冷やしておいた鉄球を空気中に放置しておくこと、表面が濡れること、ビニール袋に空気を集め氷で冷やすとビニール袋の中に水滴が付くことがわかった。

(2) 実験の結果について発表しあい、課題「コップのまわりについて水はどこからきたのか。」を検討した。

コップに氷だけを入れても、冷たい水だけを入れても表面に水滴が付いたことや、コップの中の氷水の水位を調べても変化がないこと、ラップで蓋をしてもコップの表面に水滴が付くことなどから、コップの中の水とコップの表面の水とは直接関係ないということが分かった。また、冷たい鉄球を空気中に放置しておくこと、濡れることや、空気を入れたビニール袋を冷やすと中に水滴が付くことから、コップのまわりについて水は空気中からきたのではないということがわかった。

4 成果と課題

課題別に授業を進めるのではなく、同じ課題に対して子ども達一人一人が

どう解釈し、どう検証していくかということで授業を展開していった。子ども達個々の日常知を基にして、それぞれのグループごとに異なる実験を進めていくという点においては、課題別の授業と共通するのであるが、同じ課題について異なる実験を進めたということで、前年度の課題であった子ども達同志がかかわりを持って授業を進めるようになった。

どうしてこのような自然現象が起きたかを予想させ、その検証方法を自分たちで考えていった。提示された自然現象について説明はできても、それを検証する方法を考えついたり、検証したりすることは発達段階からいって難しいということがあるが、このような学習方法を続けることで次第にきたえられていくので、4年生でも無理ではなかったのではないかと考える。

表実験と裏実験を設定して学習の展開を試みた。これは、実験観察の結果が理論に一致するからといって直ちにその理論が正しいとは結論づけられないということや、反証過程で合格できなかった予想は謙虚に改めなくてはいけないという姿勢づくりをすることに役立った。また、必然的に対立を起こさせることで、ひとつの実験結果をどのように解釈し、どのように推し進めていけばよいかははっきりしてくるようになった。こうすることでお互いの理論や検証方法について深め合うことができた。しかし、この方法によると必ずどちらか一方の検証結果は理論と矛盾することになる。理論と矛盾する結果が出た実験を失敗だと考えている子ども達も多くいたので、実験の成功は、結果と理論が一致することではなく何がわかったかにあり、何もわからなかったという実験が失敗であるということを指導する必要があった。

実験計画を立てるとき、どこまで自由にしてどこから支援しなければいけないか迷うことがあった。できるだけ自分たちだけで計画できるようにしたが、今回はそれを補う実験を示した。明らかに失敗すると思われる実験を子ども達が設定しようとした場合、どこまでまかせるかが課題である。

参考文献

- R.オズボーン、P.フライバーグ編『子ども達はいかに科学理論を構成するか』（森本、堀訳）東洋館出版社
- R.T.ホワイト著『子ども達は理科をいかに学習し教師はいかに教えるか』（森本、堀訳）東洋館出版社
- 森本信也著『子どもの論理と科学の論理を結ぶ理科授業の条件』東洋館出版社
- J.S.ブルーナー『教育の過程』（鈴木、佐藤訳）岩波書店（山中 俊道）