

混沌から構造化へ

子どもの認識過程に着目した理科学習

○谷岡義高

○TANIOKA yoshitaka

奈良女子大学文学部附属小学校

□混沌とした学習、構造化、自立した学習、学習場、熱の不思議調べ、

1. 混沌とした学習

「理科の授業」 柳 景子

私たちの4年月組では、今「熱の不思議調べ」という課題で、理科を学習しています。

みんなで話し合っているいろいろな疑問を出し合っています。その疑問について、工夫して実験をしました。実験からは、多くのことを発見することができました。本で知っていることも、実際自分たちでしてみると、よく理解できました。理科の実験には、マジックのような楽しさがあります。このような実験を繰り返すことで、実験に使う道具の名前や、使い方や、持ち方も分かりました。クラス全体のふんいきも積極的になり、意見がいっぱい出て、みんなが頑張ってきているようです。

「理科の用意」 南方哉英

私は理科の実験のために、1日前に、お母さんとお父さんと私と3人で、用意をしました。私は明日、何をするかを考えました。そして、体積の増え方や縮まり方の実験をしようと思いました。そして、道具をそろえました。指輪と、パチンコ玉を用意しました。そこで、金属は温めると体積はなぜ増えるのかなと思って、お母さんに聞くと、お父さんに聞いてと言われて、お父さんに聞くと、少しは言いかけたけど、あまりわかりにくそうだった。

2. 混沌とした学習場とは

自立した学習は、子どもの視座からの始まりを大切にしたい。子どもの視座とは、子どもの心からの興味や疑問であり、成長過程の欲求でもある。子どもの成長や生活を抱え込んだ思考から発した学習への働きかけは、それぞれの課題に向けられた力強い活動力を生み出し、追究力を高めていく。ここでは子ども文化としての学習体系の構成を目的とした、自

立した学習の成立について考えていきたい。

子どもの自立した学習を成立させていくには、子どもたちの小さな疑問を出し合える学級環境が必要である。教師が質問して答えを求めていく学習では、分かった一部の子どもにしか答えられない。しかし、「何か、分からないことはありませんか。」と第一声を上げることで、全ての子どもの学習がそこから始まると言える。

授業の枠組みは、子どもの生活や興味の対象から引き出すのが一番適切である。しかし、教師が設定してもよいと考えている。子どもの学習しなければならないことは、世の中に無数にある。その中に適切な枠組みを共通理解することにより、深く考える対象、これまでの知識を見直す対象が見えてくるものである。

子どもたちは、とてもいろいろな間違ったらえ方をしている。また意外な思い違い、大人には予測の付かないようなことを知らないなどで、学習につまずいている場合が多い。このような生活の中の素朴な疑問を出し合い、ゼロからの出発、いやマイナスからの出発ができるような学級環境を作ることを目指す。学習を始めたい。遠回りのように思えるけれども、自立学習を成立させるための結果的には一番の近道であると考えている。

このような学習を求めると、系統的な学習、指導案を書いて教師がそこから外れないように進める授業ができなくなる。子どもたちの疑問は、系統的な順番に出てくるものでもなく、教師の意図などおかまいなしに玉石混交状態、まさに疑問が混沌として渦巻いてくるのである。しかし、この混沌状態が出来るのがまず大切な第一段階と捉えている。一本の思考順序を全員でたどるような学習では、子どもたちの工夫や思考が入る余地がとても少

課題Ⅱ-3

ない。この混沌状態というのは、生き抜く力を育て、小さな問題解決を経験する環境であると言える。なんでもない場面で困難に出会い、また多くの初体験をするのである。そして、追究のための解決活動がしだいに共有されていくことで学級全体が活性化され、互いに学び合う環境が作られるのである。

3. 混沌からの構造化

子どもたちはあらゆる触手を伸ばして、自己確認をしながら解決活動を行い、自分達の疑問に関わっていくのである。自立した学習力は、このような自活の場面で芽生えるのである。自分の工夫による解決活動が進み、自ら解決した喜び、成し遂げた満足感を得、そして失敗の体験も体得するのである。活性化された混沌の中で、自分の分かり方で分かり、それぞれなりに成長することがここでは大切にされるのである。

この段階を経過すると、次第に混沌状態が整理されて、物と物との関係、物と自分との関係などが形成される次の学習の段階が見えてくる。理解できるというのは、物事の関係が分かるということである。疑問と疑問が関係し合って新たな大きな課題が見えてきたり、小さな疑問が解決されることで、大きな構成が出来るようになったりするのである。また、分かり方や発見したことを互いに検討し合って、学級全体が有機的につながり、考えが関連してきて構造化されてくるのである。自立学習の小さな疑問の芽が、学級全体の論議の中で検討される要素として提供されることが大切である。そして、個々の取り組みが全体に関連していき、学級の学習文化へと育っていくのである。学び合う喜び、自分の考えが検討される経験、学びを構造化していく思考力の獲得など、個別に取り組んでいた混沌段階から新たな構造化の段階へと進んでいくのである。ここに、学級の文化としての学習体系が、作り上げられていくのである。

4. 子どもの自立

このような混沌から構造化への過程では、

全員の子どもたちの追究が毎回成功するわけではない。何度もいろいろな場面で、このような過程をたどりながら、個人が力を付けていくものである。教師はそれぞれに取り組んでいる子どもたちの、取り組みのよさ、着眼発想のすばらしさを見つけだし、意識させていくことが、大切な仕事である。また、失敗に学ぶ態度を育て、どの子の取り組みにも多くの学ぶべきことがあるという意義付けをしていくことも大切である。子ども達との共同作業として、できるだけ多くの取り組みから学びを構造化していきたい。そして、失敗なども含めた底辺の広い子ども文化としての学習体系を作り上げていくようにしていくことが、自立した学習のあり方だと考えている。

5. 理科における「混沌から構造化へ」の要件

私の学級の国語や「しごと学習」では、子どもの疑問を出し合い、以上で述べてきたような活動や討議学習などが、ある程度成立しているように感じる。しかし、理科はどうも、教師の肩に力が入っていて、できていなかったように感じる。それは、教科の持つ特性が現れているからだと考える。国語や「しごと学習」は素材選択の横の広がりが大きく、理科は縦の系統性が強いようだ。横の広がり大きい教科は、広い面の上に子どもの選択による学びの構造を構成していきやすいのである。しかし、縦のつながりの構造が見えがちな教科では、それまでにある構造をたどらせようとする教師の思いが強かったのではないかと感じる。

そこで、理科としても「新たな学びの構造を作っていこう」という取り組みを始めるにあたり、構造をたどらせる理科との違いについて考える必要がある。これまで、理科は教える内容が多く、実験の時間や準備などで精一杯であると言われる。また、学習の順序、技能、実験の安全性などの問題で、規制が多くあるのも現実である。これらの課題を乗り越えて、新たな枠組みで学習を構成していく必要があると考えた。

新たな学びの構造を構成していく理科学習

課題Ⅱ-3

では、

- ① 大きな枠組みで単元を計画し、その中で活動の自由度を確保する。
- ② 新たな構造を構成するには、底辺の広い経験の上に学びの構造を積み上げるようにする。生活の中の経験や疑問、失敗を含めた学び、自分達の実験から発見した内容を検討していきながら、新たな学びの構造を構成していくことが大切である。
- ③ 並行して取り組む解決活動を保障する準備と安全の確保が必要である。いろいろな種類の実験が子ども主体で進められるので、基本的な安全の確保についての指導が特に大切である。常に子どもの取り組みに注意をはらい、適切な支援をしていきたい。
- ④ 個別の実験や観察のあとの、討議学習の時間を大切にする。自分の実験の結果と分かったことを互いに発表していき、質疑をしていきながら自分達の学習の関連を図り、学びの構造を構成していくようにする。

以上のような要件を大切にしていこうと、これまで理科では取り組みにくいと感じていた自立的学習のあり方が、少し見えてきたようだ。

6. 第4学年「熱の不思議調べ」の実践から

4年生の学級では、一学期には「奈良の川」「自然だより」の活動に取り組み、二学期は「秋の博物館」「重さ比べ」「熱の不思議調べ」へと取り組みを進めている。

子どもたちは、熱の不思議についていろいろ疑問を出しあい、学習の取り組みの順序を話し合った。その中で、最初に太陽光と熱について調べていきたいと決まり、その三時間の学習の後での話し合いのノートを紹介する。

初めに、子どもたちが、実験から見つけた光と熱の法則を書く。

〈光と熱の法則〉

- ① 光や熱は、虫眼鏡によって曲げられる。
- ② 光や熱は、鏡で反射される。
- ③ 光や熱は、ガラスを通り抜ける。
- ④ 白は、光や熱を反射する。
- ⑤ 白と銀では、銀色の方が熱をよく反射する。

⑥ 濃い色の方が、こげやすい。

などの分かったことが抽出されてきた。

■森喬生 今までやっていて、鏡で反射した光は、熱も一緒に写し出されることが分かりました。僕は、鏡や銀色では、光とか写し出さななと思いましたが、木に1~3枚の鏡で光を写し出して温度を測ったら、二十一度もあつたので、光と熱はいつもくっついているんだなと思いました。

■前川真基 僕は、①の虫眼鏡の実験をしました。僕はここから、虫眼鏡のレンズに入ってくる熱と、焦点の温度は同じだと思いましたが、でも、虫眼鏡の中に入ってくる温度が58度だとは、分かりませんでした。(t. 紙が燃え出す温度は、300度ぐらいですから、おそらく焦点温度は300度以上にはなっているのでしょうか。温度計では、正確に焦点温度の測定はできませんね。) 焦点の温度が高いから、熱を曲げる事が分かります。濃い色は、吸収し、薄い色は反射することが分かりました。

■柳景子 光と熱で、光は太陽光、熱はその太陽光から熱で、光と熱は同じ意味だと思っているけど、関係ないと私は思います。

■坂本智史 僕は、①の虫眼鏡の熱を曲げると言う意見で、一回ほくも紙を燃やしたんだけど、ガラスと違って虫眼鏡は焦点からこげだしているの、前川真基君の意見に賛成です。②の光と熱は反射するという意見では、やっぱり鏡では、光を反射するけど、その光には温度があるので、光も熱もあまりかわらないと僕は思います。

■富田浩司 僕は、前川真基君の言った①で、当たっていると思うんだけど、それは、太陽の光は、そのまま曲げられないので、光は虫眼鏡で曲げられると思います。④の熱も光も、白は反射すると書いてあるけど、僕は反対で、白は光を反射するけど、熱はあまり反射しないと思います。紙はいつかは熱くなるから、多分そうだと思います。

■南方哉英 私は、前の理科の時間に、銀紙と白色の紙の上に1℃の氷を置いて、そこは28度~33度くらいの地面の温度で実験すると、銀紙の方が早くとけた。実験②もやると、黒と茶色だと、黒は1秒以内で燃えた。その燃え方

課題Ⅱ-3

は、前川真基君達の言った、虫眼鏡は光と熱を曲げる。なぜ、どうなって燃えるかは、焦点以外、影になっているからだと思います。私は、銀色の方が氷が早くとけたと結果が出たけど、昼馬真弓さんは、白色の方のガラスが氷が早く溶けたわけは、だぶん私の考えでは、ガラスと紙とでは、違うのではないかと思います。ガラスは早く温まるのではないかと思います。白でも早く中の氷が溶けると思います。虫眼鏡では、氷が溶けるのと同じで、黒っぽい色が1~2秒以内でこげることが分かった。それは、私の考えでは、白色のは太陽光の熱を反射しやすく、少しずつ長い時間をかけてこげる。黒は、反射しにくくて、光が集まってこげると私は思います。

■久保奈津子 昼馬真弓さんが言った、銀と白の色紙に、氷をのせて溶ける早さのことで、もし、土の上などにおくと、土の温度が所どころ違うと思うので、土やコンクリートの温度を測ってからやったらいいと思います。自分の実験をして分かったことは、鉄のボールとプライチックのボールに氷を七個ずつ入れて、どちらがはやく溶けるかをすると、鉄のボールで、それは太陽の熱で温められて早く溶けたんだと思います。虫眼鏡で折り紙を燃やすことはやっていないけど、色によって、熱の集める温度が違うと思いました。みんなの意見を出し合って、いろんな事が発見できて、よかったです。

■中村瑛子 私は、⑤の決まりは少し変だと思います。もちろん、銀色より白の方が反射しにくいけれど、それなら、金や銀は、あまり色がこくないからよく反射しやすいと思います。けれど、反射しやすいなら、光や熱を反射するのもおそいと思います。⑤と⑥の決まりをくっつけると、なんとんく変です。銀は、色がこくないから反射しやすいけど、白も色がこくないから反射しやすい。だから、同じです。でもなぜ、銀の方が反射しやすいのかな。(t. 白や赤や黒などの色と同じようなあつかいで、銀色や金色をあつかえないのかもしれないね。金や銀色は、色の仲間に入るのでしょうか。)

■中川陽一郎 僕は⑥のことで、とにかく紙

はミクロで見るとでこぼこになっていて、その中に光が入ったら乱反射するから、こがす時は、反射は関係ないと思います。

■高橋亜衣 私は、「虫眼鏡は光も熱も曲げる」で、前川真基君はすごくいい発見をしたと思います。これは正しいと思います。発見②で、「鏡は光も熱も反射する」で、私は光は反射しても、熱は反射しないと思います。鏡で反射させた光の所は温かいけど、光はきっと温かいんだと思います。

■伊東真理 私は、虫眼鏡で色紙を焼くのは、濃い色(黒や紺)は、焼けるのが早いけれど、うすい色(白やピンク)は焼けないと、今日分かりました。③で私も同じ実験をしたら、ガラスの氷の方が早く溶けたけれど、形や色も同じ容器にすればよかったなあと思いました。

■北野紀子 私は発見①の「曲げる」という意味が分かりません。けれども、虫眼鏡の大きさによって、焦点の温度が変わるなんて思っています。今回、紙を燃やしたりする実験はしませんでした。虫眼鏡の光の集め方を調べているのがすごいなあと思いました。あと、発見②も「光も熱も反射する」というのが、私は熱は反射しないのじゃないかなあと思いました。鏡を光に当てると、鏡本体は温かくなれないのかということを知りたいです。熱が反射するということは、どういうことなんでしょうか。そこがよくわかりません。他に、発見⑤の銀と白の問題で、私はまだ「吸収」「反射」の意味がよく分からないので、考えしか出せないけど、私は夏になると車のシートベルトの銀色の部分をさわってやけどしそうになるのを覚えています。だから、私は、銀が光をよく集めると思います。

7. おわりに

子どもが創る学習は、子どもの生の声にこそ、育ちを読みとりたい。教科書にはとらわれていない、素朴で本質的な追究の芽がそこには感じられると思う。混沌とはしているが、子どもたちの気づきの端々に、ミニ科学者のような、互いの学び合いが始まっている。子どもが自立した追究の始まりが、ここでは紹介できたと思う。