

自然事象の本質をさぐり、知の更新を促す理科の学び
～体験から思考の可視化へ～

1. 研究テーマ設定の理由

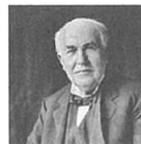
(1) 学校提案とのかかわり

本年度の学校提案は、「学びをデザインする子どもたち」である。学びとは、対象・他者・自己と対話することで成熟していく三位一体の活動であり、子どもたちは、自らの意思で目の前にある対象とかかわり、対象のもつ意味（本質）を明らかにしていこうとする。他者もまた、対象への興味をもち対象のもつ意味をさぐろうとしている。そのため、他者の対象に対する思いや考えに触れることで、似ている点や違う点を明確にしていくことにつながる。また、他者と思いや考えを擦り合わせることで、多角的なものの見方や考え方を得ていくことになる。子どもたちが学びをデザインしていくことは、理科の学習における課題解決の中で行われていく。自ら課題を見つけ、それらを解決したいと思うことから始まり、「こうなるのではないか」「きっとこうだろう」と予想し、それをたしかめるために観察・実験を行う。そこから明らかになった結果を元に予想と照らし合わせることで新たな自分の考えをもち、考察・結論を導き出す。まさに、理科に行ける課題解決である。そのため、課題把握・予想、観察・実験、結果、考察・結論の4段階のそれぞれの活動を丁寧におこなっていききたい。

(2) 理科でめざす子ども像

①自然事象の本質をさぐるとは

かの発明王トーマス・アルバ・エジソンは、電球を発明するまで1万回失敗したと言われている。しかし、そのことをエジソンは失敗とは表現していない。あるとき、インタビューに「1万回も失敗したそうですが、苦労しましたね」と言われたエジソンは、「私は1万回失敗したのではない。1万回上手く行かない方法を発見するのに成功したのだ」と言ったそうだ。めざすところは、目の前の対象に疑問を抱き、疑問を疑問として捉え、その事物・現象の本質をさぐろうとする心である。自然の本質をさぐる子どもが、理科のめざす子ども像である。



②知の更新を促すとは

子どもたちは、既有経験や既習内容では説明がつかないような事象と出合うことで、「ふしぎだな?」、「どうして?」という疑問、問題がうまれる。そして、問題を解決しようとしたとき、問題が課題となり、個別の課題をもって対象にかかわることになる。理科とは、自然に親しむ教科であり、また、科学的な見方・考え方を養う教科である。対象にかかわる場面において、自然事象の本質と子どもの思いや考えをつなげていくことは、対象のもつ真理や価値を獲得できるとともに、わかりたい、明らかにしたいという内発的な動機を強くしていくことになる。正解をすぐに求めたり、事実としてとらえたりするだけになってしまいがちな子どもたちに、目の前には見えていないものや隠れているところがどうなっているのかをさぐっていきけるようになってほしい。知の更新とは、それまでの生活の中で感覚的につかんでいる断片的な知識を結びつけたり、塗り替えたりして、科学的な概念へと再構成させていくことである。自然事象の本質をさぐる理科の学びの中で、それらを促していきたい。

2. 理科学習における「学びをデザインする子どもたち」

(1) 科学的に考える子どもたちに

子どもたちは、自分たちの身の回りのことについてその子なりの見方・考え方をもっている。それら自分の見方・考え方は、対象・他者・自己との3つの対話において更新されていく。一言で言うなら、対象に対する自分の見方・考え方をより科学的な見方・考え方へと変容させていくことである。科学的な見方・考え方とは、実証性、再現性、そして客観性をもって事象に関わっていく見方や考え方である。子どもたちの理由や根拠を他者と共有することで学びを深めていきたい。

(2) 理科学習における子どもたちが学びをデザインする姿

小学校学習指導要領と本校の学校提案を元に、各学年で期待する子どもの姿まとめてみると下記のようなことになる。

	3年	4年	5年	6年
課題解決	対象を比べながら本質をさぐる	対象と要因とを関係付けながら本質をさぐる	条件に目を向けながら本質をさぐる	推論し、計画的に追究しながら本質をさぐる
発揮してほしい力	共通性と差異性に気付く力、発見する力	要因を抽出する力	実験の変数制御の力	根拠に基づいて予測し、述べる力
対話	自分の予想をしっかりともち、他者とともに新たな考えを生み出したり、深めたりしていく		他者の考えと自分の考えをむすびつけた上で対象とさらに関わり、自己の考えの変容に気づく	
学び方	課題解決のプロセスを知り、それまでの学びで有効であったイメージ図やモデル図などの方法を用いて自然事象を説明しようとする		課題解決のプロセスを理解し、適切に学びに応じてイメージ図やモデル図を用い自然事象を説明し、考えを抽象化しようとする	

3年生の実践事例より

3年生「風やゴムのはたらき」の単元より

- T: 普通の帆と、大きい帆、結果が出てきましたけれど、たぶんこうだろうという考えを教えてください。
- C: たぶん、大きい方が進んでいる？
- C: 帆が大きいから風が当たりやすいから。
- C: たまに6mぐらい行ったりすることがある。
- T: たまにってどういうこと。
- C: たまに大きい方は6mぐらい行ったりする。普通の帆は行ったりしない。
- C: 大きい帆は、2mで止まることはない。3m～6m進んで止まる。大きい帆が3～7mの間で止まって・・・。
- T: やってみてどうでしたか？
- C: たぶん帆が大きすぎて、風の受け方が小さいかもしれないから、普通の帆より範囲が大きすぎて・・・。

(実験結果からわかることを考えて、発表させた。子どもたちは帆が大きいほうが遠くまで進んだことをわかっていただけだが、教師があまりそうは思えていなかったところに子どもたちとの差が見られた。データを丁寧に見ていくことや整理していくことをしていれば、もっと課題にせまった学びができたはずである。)

4年生の実践事例より

4年生「電気のはたらきのヒミツをさぐろう！ ～めざせ！電気博士！～」の単元より

- T: 早く回すときとゆっくり回すときを比べるには、どうしたらいいですか。(中略)
- 太一: えっと、太陽はこういうふうに直進で進むから、光電池を向けてそれで・・・ゆっくり回るときはこれも直進で、自分のかげをこちらへんにしていくとゆっくり回ると思います。そして、かげがまっすぐになるから、その分、光がたくさんあたる・・・絵にかいたらわかる。
- T: じゃあ、絵にかいて何か先生、わかったようなわからんような・・・確かに。かげは小さいかげよな。
- 亮太: たいち君が言ってることは、半分かげでかくして半分太陽に当てるってことだと思います。
- T: 全部、かげの中に入れてるんじゃないんや。じゃあ、かくすってことやね。

(光電池とつながっているプロペラを早く回す方法とゆっくりと回る方法を考えさせて、子どもたちの予想を出しあっている場面。太一くんがその方法を説明するが、先生もクラスの多くの子どもたちも理解できにくかった。そこで、亮太くんが太一くんの気持ちになって、考えを説明している。亮太くんが説明することで理解が広がった。課題が明確となり、その後の実験へと展開することができた。)

3. 研究の展望

(1) 子どもの思考にそった単元構成

今年度の研究においては、子どもたちの思考の流れを見通し、どこでどのように自然を読み解くことがで

きるのか、そして、つくっていくことができるのかを考えた単元構成をおこなっていく。

①単元導入の工夫

単元導入については、教材・教具の開発はもちろんのこと、子どもたちの思考にそった導入を考えなければならぬ。新たな事象に出合うとき、子どもたちは今もっている事象に対する見方・考え方を駆使して、事象を捉えようとする。しかし、そこには今までの生活経験や既にもっている見方・考え方からでは説明のつかないことが起きている。それは、今まで見たことのない、あるいは、意識せずに見ていた事象なのかもしれない。その時、子どもたちの思考の中でズレや発見が起こり、対象に対する「自己の課題」をもつことになる。私たちは、子どもたちが驚き、感動を伴うような対象を準備したい。そのためには、その単元や対象について、子どもたちがどの程度知っていて体験しているのか把握する必要がある。次に、その情報をもとに、単元のはじめとして出合うべき事象を組み立てていく。ここでは、1つの事象からいくつかの課題が見つかるようにしなくてはならない。より多くの切実感のもてる課題が出せること、友達も考えに寄り添うことことは、「学びをデザインする」ことへの第一歩である。

②学習形態の工夫

子どもたちが学びをデザインしていくためには、その学習形態を工夫していくことが不可欠である。さくっていく自然事象や子どもの実態にあわせて3つの学習方法を使い分けていきたい。

	取り組み方	特徴
同一課題方法別学習	<ul style="list-style-type: none"> ・課題は同じであるが、その追求の方法は個人（グループ）にゆだねる方法 ・課題把握・予想を立て、課題を見つけていく初期の段階には有効 	<ul style="list-style-type: none"> ・1つの課題に対して様々な方法で解決を試みることになるので、多くのデータが得られ、多面的なとらえ方ができる
同一課題同一方法学習	<ul style="list-style-type: none"> ・ある程度学習を進めてきた後、その抽象化する際に有効な方法 	<ul style="list-style-type: none"> ・自然の多様性から規則性を読み解くためには、同じ方法であっても1つの結果が導き出すことができる
複数課題並行学習	<ul style="list-style-type: none"> ・自分で課題を設定し、自由に調べていく方法 ・単元の終盤、発展的な課題 	<ul style="list-style-type: none"> ・子どもは自分のペースで学習をすすめることができる。今まで培ってきた科学的な見方・考え方、問題解決能力を見直すこともできる

上記のように仮定しているが、今年度、どの単元、どの場面で活用することがより有効であるのかを研究していきたい。

③自由試行と課題把握・予想を大切に

養老孟司さんと宮崎駿さんの対談集「虫眼とア二眼」のなかで、宮崎さんは「子どもたちが自ら『体験』することで、目の前にあるものを自分で考えて対処できる力をしっかり身に付けてほしい、そういう力は人間の根本としてあるはず」と言われている。子どもたちは自然と対話し、さまざまな発見をしていくのは、遊びの中からスタートである。対象と遊ぶことは理科の授業においては、「自由試行の場」ということになる。課題把握・予想し、確かめてみることで深まる学び。遊びの場が授業の中にあることで、自然をさぐり、その関係性を読み解いていく時間を保証することになる。そのため、自由試行の場では、対象に親しみ、興味をもたせるといった教師の思いでは不十分である。子どもたちにとって遊びの場が真に学びの場になるように、対象との対話を積み重ね、自己の課題を持つことができるようにしていかなければならない。

また、人は失敗することで多くのことを学ぶ。そのことがより良い考えを生み出していくことになり、より妥当性の高い考えにつながる。自分の考えをまとめていくために、より多くの情報を得ることが大切である。理科においては、それは実験であり観察である。自由試行の場などにおいて、可能な限りの観察・実験を行わせてあげたい。先述のエジソンも多くの実験を行い、新しい考えを導き出している。しかし、単に何度もすれば良いわけではない。自分がなんのために、観察・実験を行い、それによって何が導き出されるのかを理解しておく必要がある。そのために、特に予想を大切にしたい授業を心がけていく。しっかりとした予想をもって、対象と関わり、より良い考えにつなげていきたい。

(2) 子どものイメージが生き、それを生かす授業

①子どもがイメージを描くとは

子どもたちが課題解決のプロセスのなかで、自然事象に対して、自分なりに予想して実験に臨んだり、結果を解釈しながら考察したりすることはとても大切なことである。その予想や考察の際に、どうしてそのように考えたのかを自分なりに明確にしたり、友達に伝えたりするために自分の考えを視覚化することは不可欠である。自分の考えを表現するときに、言葉だけでなく図や絵を利用しながら、相手に伝えるようにする。そうすることで、友達との考えの違いに気づいたり、共通するところを共有したりすることができるようになる。これまでも、本校理科部では子どもたちの考えを視覚化するために、イメージ図を活用してきている。そのなかでは、物理化学分野でのイメージ図の活動が多く、粒子モデルを描かせたりしてきた。目で見ることのできないものをイメージ化し、描かせてきた、今年度は目に見えることのイメージ化にも取り組んでいきたい。理科での学習は、直接見たものでなくその背後にあるものについても学ぶ。実際には目に見えることでもその背景をイメージ化してとらえていくことを試みていきたい。

②体験と言語をつなげるためにイメージを生かす

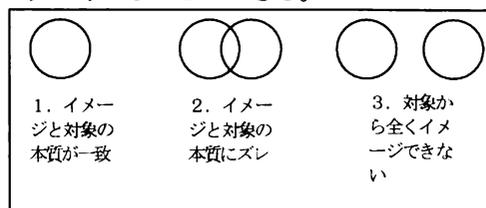
理科では、具体的なことから抽象的なことへ考えを広げていくことが多い。具体とは、自然事象に関わる体験であり、抽象とは課題解決の過程を通して獲得していく言語や概念である。この体験から言語に至る課題解決の過程を進めていく上で、イメージすることは非常に大切な活動となる。イメージ化していくことは、体験と言語をつなげることになるからである。

イメージと対象のもつ本質との関係については、右下の図のように考えることができる。

1では、イメージと対象のもつ本質が一致してしまっているので、わかりきっている学習になり、子どもたちの意欲が高まらず主体的な学びは望めない。

3では、対象のもつ本質からイメージがつかむことができず、課題が高すぎ、難易度の高い課題解決となってしまふ。

2では、イメージと対象のもつ本質にズレがあり、「どうしてだろう。」「たぶん、こうなるはずだけど。」と、半知半解の魅力があり、子どもたちの主体的な学びが期待できる。つまり、まずは2のような状態を子どもたちの中に作り出していくことが必要となる。そのあと、できるかぎり1につなげていくような授業展開を行う。イメージは、その知識理解と思考・表現の関係性が見えてくるところにその有効性がある。それぞれの発達の段階に応じて押さえるべき科学的な概念を把握し、子どもたちの体験と言語をイメージでつなげていきたい。



③情報機器の活用

情報機器の活用については、より効果的な活用法を探りたい。私たちは理科学習において、子どもたちにできるだけ本物を触れさせたいという思いをもっている。しかし、どうしても本物に触れることができない場合は、二次情報（映像、画像、模型など）の活用が有効的であり、これまでも活用してきている。また、子どもたちの思考の流れから、必要になった情報を提供する場合や、自分たちの学習を振りかえる場合にも、活用してきた。しかしながら、子どもたちがデザインしてきた学びをないがしろにして、こちらの考えの押しつけるような活用法にならないよう気をつけていきたい。

4. 研究の評価

思いや考えが表れる「文章・絵・図・言葉・モデル化・身体表現」から、子どもたちがどれだけ自然事象の本質をさぐり知の更新を行うことができたかをみとっていく。今年度は特に、教師が子どもの考えに寄り添う中で、子どもたちがどのように問題意識をもち、追究活動を行い、どのような科学的な概念を獲得することができたのかをそれらの表出物からみとっていく。

【参考文献】

- [1] シリーズ日本型理科教育 「理科」で何を教えるか 日置光久著、東洋館出版社2007
- [2] 子どもの科学的イメージを引き出す6つの技法 鷲見辰見 学事出版2004
- [3] 状況に埋め込まれた学習、ゾーンレグ、巧(エヌ・ウェンガー)、産業図書1993
- [4] アニ眼とムシ眼
- [5] 学習指導要領の解説と展開 理科編、教育出版2008