

科学的思考力を育む学び合いの理科学習

1 理科で願う豊かな学びの姿

私たちは、小中学校の理科学習を通して、子どもが自然の事象と出会い、その体験の中で不思議だと感じたり疑問を見つけたりして、その疑問に対して年齢に応じた課題を設定し、見通しをもって科学的な根拠に基づいて課題を解決していく力を身につけて欲しいと願っている。そこで、理科として求める「豊かな学び」の姿を、以下のようにまとめた。

- 自ら自然にはたらきかけ、興味や関心をもち、驚きや発見を体験し、疑問をもつ姿
- 驚きや発見・疑問をもとに、自ら課題や問題をもつ姿
- 課題や疑問の追求に、自分の見通し（実験方法や手順）をもつ姿
- 自分自身の追求のふりかえり（追求内容・追求の仕方と学習の構え）をする姿
- 周囲の人に自分の考えを伝え、人と力を合わせて、追求の筋道を大切にしながら、共通課題や科学的な問題を解決する姿

次に紹介する記録から、子どもが自然事象についての課題に対して自分の考えをもち、驚きや発見を体験しながら追求し、自分自身の学びの変容を認識して追求をふりかえっている様子がうかがえる。

（附属小学校での取り組みから）

〈植物のからだのはたらきの学習から：小学校6年生〉

- 私は、話し合う前も後も「どちらかといえばオオバコ」にしました。理由は、オオバコは日なたにある上に地面にそって葉を広げているからでんぶんがたくさん作れると思ったけど、オオアレチノギクは日かげにあってデンプンが作りにくいと思ったからです。一応、オオアレチノギクも日かげにあるから背を高くして日光に当たろうとしているけど、オオバコは全部の葉に平等に日光が当たっているからオオバコの方がいいんじゃないかなと思います。

（附属中学校での取り組みから）

〈電流（豆電球の明るさは何に関係するか）の学習から：中学校2年生〉

- 学習前は、豆電球の明るさは電流の大きさだけで考えていたが、電力の大きさに関係していることがわかって、始めの考えと大きく変わったなと思った。抵抗の大きさも間接的に関わっていた。電球の明るさについて、不思議ばかりでわからないと始めは思っていたが、この学習で、直列回路・並列回路の特徴がわかってたくさんの決まりを見つけられて、生活にはこのような決まりを有効に使えるようにしてあるんだなと思った。

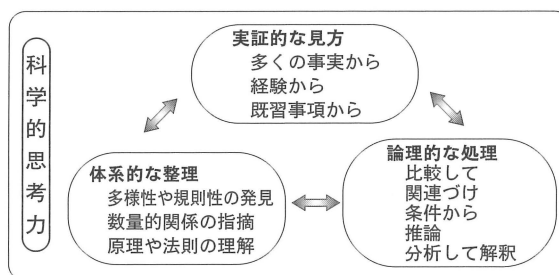
小学6年生では、自分の考えをもって話し合いをし、学習の中で思考を重ねながらより確かな自分の考えをもっていった姿がうかがえる。中学2年生では、学習による自分自身の変容を認識し、生活と関連させることによって科学の有用性を感じ取っている。私たちは、子ども同士のかかわり合いをもたせ、科学的に表現させることを大切にして科学的思考力を育成し、追求のふりかえりをさせながら科学的な認識の定着を図り、科学的な見方や考え方を養いたいと考えている。

2 昨年度までの研究の経緯

(1) 理科における思考力・判断力・表現力

理科における思考力・判断力・表現力を次のように考えた。自然の事物・現象について、実証的な見方により、論理的に処理し、事実を体系的に整理する力を、科学的思考力とした。判断力は、科学的思考により具体的に行動をするときに必要である。例えば、観察、実験などから得られた事実を客観的に

とらえ、実験や観察の妥当性をふりかえり次の追求に生かしていくようなときや、科学的な知識や概念を日常生活や社会で活用するときに必要な力となる。また、自然現象の中で事実を把握し、原因や関連性を分析、類推、解釈して、科学的な根拠に基づいて、自分の言葉や図で記述したり、説明したりする力を、科学的な表現力とした。思考力・判断力・表現力は互いに関係しあって伴って育成される力である。私たちは、科学的に表現させることを大切にすることによって、思考力・判断力・表現力の育成をめざしていきたいと考えた。



科学的に表現させることを大切にすることによって、様々な方法で子どもをとらえることが可能になった。子どもの表現から、生活経験で得た知識、素朴な見方や考え方を知ることができる。それらをとらえておいて、意見交換の場で多様な考えが出されるようなはたらきかけに生かしていくと、子どもは友だちの考えからよいと思う考えを取り入れたり、考えの違いから問題を明確にしていったりした。また、ふりかえりから個々の子どもの考えの変容や思考の深まり、追求のふりかえりや新たな疑問などをとらえることができた。子どもが抱いた疑問を取り上げて、次の学習展開につなげることもあった。このように、子どもをとらえを教師が正確にとらえておくことによって、単元の中での意図的なはたらきかけが可能になり、学びを計画的につないでいくことができた。子どもをとらえることは、単元学習を進めていく上で大変重要なことであることがわかった。

一貫教育の観点から、それぞれの発達段階での理科における思考力・判断力・表現力を次のようにとらえている。

初等部前期	自然の中で体験しながら、自分なりに考えたり工夫したりして、それを素直に表現する力
初等部後期	身のまわりの自然の事物・現象の変化とその要因との関係に問題を見だし、条件に着目して計画的に追求し、言葉や図を使って考察し表現して、問題を解決していく力
中 等 部	自然の事物・現象について問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行い、事象や結果を分析して解釈し、言葉や図を使って考察し表現して、問題を解決していく力

幼稚園、小学校1・2年生には、理科の教科としての取り組みはないが、初等部前期の自然の中での多くの体験によって、その子なりの自然に対する素朴概念を形成していく。そして、初等部後期からの体系づけられた理科の学習において、子どもは自然の中での体験と関連づけ、それまでの素朴概念を問い直していく。そして、具体的な自然事象から抽象的な科学概念を帰納的に形成したり、抽象的な科学概念を他の自然事象に置き換えて演繹的に思考したりするようになる。初等部後期では、身のまわりの自然事象を対象として、具体物を使って何度も試行錯誤を繰り返しながら科学概念を形成する。中等部では、対象とする自然事象は目に見えないものや規模が大きくとらえにくいものも多いが、これまでに培ってきた科学概念を使いながら、演繹的にも帰納的にも思考していく。私たちは、発達段階による思考力・判断力・表現力の違いを踏まえ、つながりを大切にした学習指導をめざしていきたいと考え、研究を進めている。

(2) 思考力・判断力・表現力を育てる学び合い

子どもの科学認識を変容させ、思考力・判断力・表現力が育成される学び合いの理科学習となるように、次の3つの視点で研究を進めた。

①単元構成における教師の仕掛け

単元を構成するとき、単元を貫く柱をどうするか、どのような観察・実験を行うのか、どのような題材やどのようなかかわり合いの場面を設定するのかなど単元全体の仕掛けを構想して、理科学習を展開していった。また、学び合いによって得られる科学認識は、実験・観察によって再現したり実証したりできるような事象が望ましいと考えた。これによって、子どもは実感を伴って自然事象をとらえ、自分自身の追求をふりかえりながら学び合いによる自己の変容を認識することができるようにした。

②学び合いを可能にする課題設定

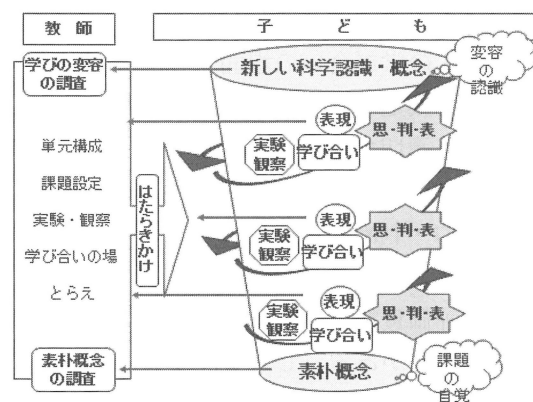
学び合いのための課題設定については、課題を解決する意欲が喚起されるように、子どもが課題解決の見通しをもつことができ、その解決に当たって、意見が分かれることが予測でき、学級で力を合わせることによって解決できる課題（最近接発達領域）がよいと考えている。これにより、多様な意見を共有することで個々の追求の問い直しをすることができ、学級全体で力を合わせて解決するときには思考力・判断力・表現力が高まると考えた。

③学び合いの場面でははたらきかけ

学び合いの場面では、互いの意見を比較させたり関連させたりするための発問を工夫し、思考が拡散してから共通の科学認識に迫るような教師のはたらきかけが必要であると考えている。教師は、子どもの意見を受け入れながら子どもの考えをつなぎ、子どもの思考を深めていくようにした。また、子どもをゆさぶり思考を深めさせながら、科学認識に基づいて焦点化させたり、課題解決のための視点を与えたりすることが大切であると考えている。例えば、中学3年生の動滑車のはたらきを考える学習において、子どもが表す図には、物体にはたらく力の矢印とヒモを引く向きを表す矢印が混ざっていたので、物体にはたらく力に注目し、その力に対して必要な力を考えるようにはたらきかけたところ、次第に共通の科学認識に迫っていった。このように、学び合いの場面で、子どもの科学認識の何を変容させれば共通の科学認識に迫ることができるかを見極めることが重要であることがわかった。

3 本年度の研究

右の図は、理科の学習における子どもの科学認識の変容の過程を表したものである。自然事象についての子どもの素朴概念は、次第に変化し新しい科学的な知識や概念となる。この科学認識が変容していく理科学習の中で、思考力・判断力・表現力を育成するためには、教師の意図的なはたらきかけが不可欠である。科学的に表現させることを大切にし、子どもを的確にとらえ、適切なはたらきかけをして、子どもの科学認識を大きく変容させ、思考力・判断力・表現力が育成される学び合いの理科学習をしていきたい。そこで単元・題材配列表の作成にあたっては、自然の事物・現象についての課題に対して子どもが自らの考えをもち、それを図や言葉を使って自分なりに表現したことを学級全体で共有する場を設定することによって、学びを変容させながら科学的な見方や考え方を高めていけるようにした。また、今年度は、子ども自身が学習前の素朴概念を自覚し、単元の学習における課題をもつことと、学習の後に、自分の得た新しい科学認識を確認して、自らの学びの変容を認識させることを大切にしたいと考えた。一人ひとりの子どもが、自らの学びの変容を認識することによって、自らの追求をふりかえり、学びの意味を自覚するものとする。



(1) 思考力・判断力・表現力を育て高めるための授業づくり

まず、子どものもつ素朴概念をとらえて単元構成をする。初等部後期では、単元の最初に自然事象に出会わせて、疑問に思うことや調べてみたいことを出し合って「問題づくり」を行う。このとき、教師は一人ひとりの子どもの素朴概念を把握することができる。また、子どもにとって、自分たちで考えた「問題」であるため学習意欲が喚起され、単元学習の見通しをもつことができる。中等部では、単元の学習に関係する自然事象をとりあげて、素朴概念調査を行う。子どもの素朴概念を把握することで、最近接発達領域の課題を設定して、学び合いの中での課題解決において思考力・判断力・表現力を高めていきたいと考える。

また、子どもの表現から子どもの思考を読み取って授業づくりに生かしていく。初等部後期では、「理科日記」の記述によって、一人ひとりの思考を知ることができる。学級全体の場で取り上げたい子どもの考えをあらかじめ選んでおくことで、多様な考えを引き出す手だてとなる。また、学び合いの場

面で、科学的な見方や考え方を高めていくきっかけになる子どもの考えをとらえておくと、話し合いを組み立てていくことが可能になる。中等部では、ワークシートやホワイトボードの記述によって、子どもの思考を読み取っている。ワークシートは、一人ひとりの思考の過程が記述される。ホワイトボードは、グループの話し合いにおける学習ツールとして使っている。自分の考えを一人ひとりが確かなもち、それをグループで表現することで、自分の考えがより確かなものになる。各グループがまとめたホワイトボードを、記述の内容ごとに分類して黒板に貼ると、多様な考えを知る手だてとなる。ホワイトボードの記述について学級全体で発表させながら、科学的な見方や考え方を高めていきたいと考える。学び合いを成立させるための教師のはたらきかけとして、子どもの発言に対して、評価するのではなくリボイシング（再声化）と言われる発話を大切に、復唱したり要約したり引用したりすることによって、子どもの意見を受け入れながら子どもの考えをつなぎ、子どもの思考を深めていけるようにする。また、共通の科学認識に迫るための的確なはたらきかけをするためには、子どもの学習状況を的確にとらえておくことに尽きる。さらに、学び合いの場面で、単元の柱となる視点を「思考の道具」として子どもに示すはたらきかけによって、共通の科学認識へと変容させていきたい。

(2) 学び合いによる思考力・判断力・表現力の評価

①教師のはたらきかけによる子どもの変容

教師は、学び合いの場であらかじめ子どものつまづきを打開する「思考の道具」としての視点をもった上で授業を行う。子どもの多様な意見が出され、個々の考えがより明確にされたところで、教師の与える視点によって、子どもをゆさぶる。この与えられた視点によって子どもの思考は深まり、新しい科学認識を得る。これを学級全体に科学的に表現させることによって、学級全体の学びとなるようにしていく。この学び合いの場面での、教師のはたらきかけや子どもの表現の相互作用分析を行うことによって、課題設定やはたらきかけ、教師が与えた視点が適切であったかを評価していき、どのようなはたらきかけが適切なのかを検証していく。

②学び合いによる思考力・判断力・表現力の評価

思考力・判断力・表現力の評価は、「科学的な思考・表現」の評価の観点の評価規準によって行う。評価規準や評価基準は、本学校園が考える「理科における思考力・判断力・表現力」を基盤にして設定する。評価資料としては、理科日記や実験・観察レポートやふりかえりなど、毎時間ごとに子どもが記述するものがある。しかし、1時間の学習の中で子どもの学びが大きく変容することがあっても、思考力・判断力・表現力が1時間で育成されるわけではないので、単元を通して思考力・判断力・表現力が高まったかを評価していきたい。そのために、学習前の「問題づくり」や素朴概念調査と、学習後の変容を比較しながら、評価規準によって評価を行う。

4 成果と課題

私たちは、思考力・判断力・表現力を育成する学び合いの理科学習をめざして研究をしてきた。学び合いの場は、科学的に思考する場として有効であった。しかし、思考の場を設定するだけで、子どもの学びが深まるわけではない。学び合いの場で、何を思考させれば子どもの学びが変容するのかを見極め、「思考の道具」として子どもにはたらきかけることが重要であることがわかってきた。「思考の道具」を見極めるためにも、子どもをとらえることが大切である。

また、学び合いを評価することは、子どもの思考を深く探ることにつながり、より確かに子どもをとらえることができた。そして、それを学習展開にいかしていくことができ、PDCAサイクルとして機能させることができた。今後は、学び合いによる学びの変容が、個々の子どもにとって生きてはたらく力となったかの検証が必要であろう。

(文責 高橋 里美)

【参考文献】

- ・秋田喜代美・藤江康彦（2010年3月），授業研究と学習過程，日本放送出版協会
- ・高垣マユミ 編著（2010年4月），授業デザイン最前線Ⅱ，北大路書房
- ・堀哲夫（2004年8月），学びの意味を育てる理科の教育評価，東洋館出版社