

学びの本質を追究する理科の授業づくり

科学技術教育部 研究主事兼指導主事 東山 憲行

要約

小学校理科の授業実践力向上を目指し、単元を構想し実践をともなう研修講座を行った。学びの本質を追究する理科の授業について考える機会とし、具体的な単元構想や授業に反映させて検証した。また、児童の実感を伴った理解を図るために、素朴な概念をもとに事物や現象に対して課題意識を持ち、児童が主体的に学ぶ姿をイメージし授業を構想する必要があること、さらに現在の実践を振り返ることで教員自身の授業づくりの課題を明確にし授業改善を図った。そして学びの本質を意識した単元を構想し、児童が自分なりの考えをもとに主体的に学ぶことができる授業実践を目指した。

キーワード：小学校理科、単元構想、単元を貫く問い、学びの本質、教科リーダー

1. 小学校理科における課題

児童の理科離れや小学校教員の理科に対する苦手意識が注目される中、平成23年度に、全国学力・学習状況調査で初めて「理科」が実施され、その結果について学校や関係諸機関において分析が行われている。その中で、特に学校と児童生徒の学習に対する意識のギャップについて指摘されている（国立教育政策研究所，2013）。

小学校の理科については、従来から、観察、実験、教材の在り方、単元構想の在り方など、指導方法について多くの研究がされてきた。

しかし、現在小学校理科における多くの課題は、改善されていないままである。この点については、毎年、新しく教員が採用され、研鑽や経験を積み上げながら、プロとしての技術を磨き続ける過程から見ても、少なからず教員の教科指導には改善すべき課題が常駐することは当然であろうし、「継承」の問題でもある。

その課題をいくつか挙げてみよう。例えば、観察・実験が教科書通りうまくいったが、児童は事象についての理解が充分できていない、児童の興味を引くために、おもしろい実験を取り入れて授業をし、児童も楽しそうに反応していたが、付けたい力が付いていない、導きたい結論を意識するあまり、教師が児童の発言を誘導し、強引にまと

めてしまうなど、枚挙にいとまがない。

このような中で、京都府総合教育センター（以下：センター）に寄せられる研修のニーズとして、児童に興味をもたせる面白い実験や若手を対象にした基礎的・基本的な観察・実験の実技研修という教材教具を扱うスキルの向上を目指したものが多い。

しかし、理科の授業改善の方向性としては、前述のように、観察・実験がうまくいけば良いというものではない。たとえ観察・実験のノウハウに関わる課題を解決できたとしても、それだけでは根本的な理科の授業改善にはならない。理科の特徴である「問題解決」の学習の特性から、単元の構想や授業の構想の仕方に大きな改善の余地が残されている。

そこで、センターでは、小学校理科の授業実践力向上を目指し、実際に授業を構想し実践を行う研修講座を行ってきた。（東山，2010；福本ほか，2012）とりわけ、学びの本質を追究する理科の授業づくりについて考える機会とし、具体的な単元構想や授業実践をもとに検証した。

2. 小学校理科の基本的な考え方

学習指導要領（文部科学省，2008）に示されている小学校理科の目標には「自然の事物・現象に

ついでの実感を伴った理解を図り」とある。理科の授業をする際には、児童が科学的なものの見方や考え方を伴い、納得して理解できるよう、単元構想をしていかなければならない。

実感を伴った理解を図るために、まず考えなければならないことは、児童の素朴概念の存在である。学習指導要領解説（文部科学省，2008）にも「理科の学習は、児童の既にもっている自然についての素朴な見方や考え方を、観察、実験などの問題解決の活動を通して、少しずつ科学的なものに変容させていく営みである」とある。児童の素朴な見方や考え方を科学的なものに変容させていく過程を授業の中でどのように設定するかがポイントになる。単元構想の際には、児童が素朴な概念をもとに事物や現象に対して課題意識をもち、問題解決の過程を経ることにより主体的に学ぶ姿をイメージする必要がある。

研修講座で紹介している事例として、素朴概念を更新していく過程を教員自ら実感する簡単なワークショップがある。テーマは「ドジョウを描いてみましょう」である。

参加者は、まず、素朴なイメージを表出させるために、白紙に自分の知っているドジョウを描く。多くの参加者は、だいたいのドジョウを描くことはできる。しかし、細かな部分まで描けないことが多い。そこで、ドジョウについて自分自身曖昧な部分があることに気付く。「ひげの本数は？」「ひれの位置は？」「尾びれの形は？」等、自分の今

の知識だけでは分からないところが出てくる。すぐに本物を見て確認したくなるが、すぐには観察せずに、隣の人やグループの中で、描いたドジョウの絵を見せ合いながらお互いに比べ、「本物」に近づけるよう交流する。その中でも「ひげの本数」や「ひれの位置」等について議論し、他の人の意見を聞きながらイメージを少しずつ変容させていく（変わらないこともある）。しかし、この段階においてもまだ「曖昧な部分」は残る。その曖昧な部分を確認するために実物を観察することとなる。つまり、この過程を通して「観察の視点」が絞られるとともに「観察の必然性」が生まれる。

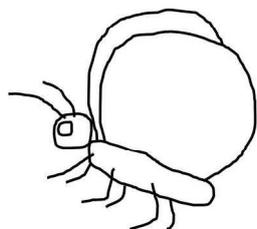
このような過程を経ることなく、いきなり実物を見せると、多くの場合「観察の必然性」をもたないまま観察を行うことになる。その結果、実物を観ていても何を観るのか、どこに焦点を当てるのか分からないまま観察してしまい、例え写真のように描けていたとしても、特徴をつかんでいるとは限らない。

児童も同じで、理科の学習の中で、教師が「今日はモンシロチョウを観察します。さあ、よく見てスケッチしましょう。」などと安易に観察させてしまうと、本物のモンシロチョウを見ても、自分がモンシロチョウの体のつくりについて今まで知らなかったこと、曖昧だったこと等が分からない状態のまま実物を見ているかもしれない。曖昧な点を自覚することで「観察の視点」が明らかになり、どこを見なければならないのか、自分のイメージと比べてどこが同じでどこが違うのかを見極めることができる（図1）。

このような学習経験をした児童は、以降のいろいろな観察の際に、闇雲にものを見るのではなく、「自分が今まで知らなかったこと」「見ているようで見ていなかったこと」を意識するとともに「特徴を捉えて」観察することができるようになる。

このように、素朴な概念をもとにして、目的意識をもって観察や実験をし、言語活動を展開しながら、自分の考えを客観的に振り返り、科学的で妥当な概念へと変容する過程ができるのである（図2）。

概念の質を高める



- ① 自分なりのイメージでチョウの絵をかいてみる。
- ② 自分で「あいまいな点」に気付く。
- ③ グループで交流し、さらに「あいまいな点」を明確にする。
- ④ 「足の数を見てみよう」「羽の枚数を見てみよう」「体の様子」を確かめよう
→観察の視点が明確に！

図1 素朴概念から観察の視点を明確にする

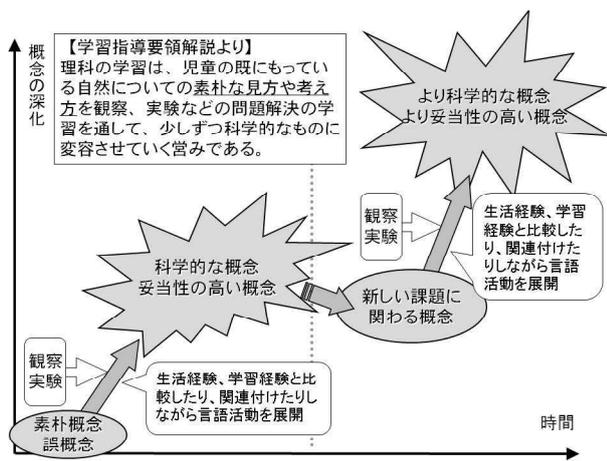


図2 理科の学習における概念の変容

3. 本質的な「学び」を生み出す「単元構想」

3.1. 自分の実践を振り返る

この研修講座では、小学校理科にかかわる様々な課題を提示し、自らの実践を振り返り、課題意識をもちながら授業改善に向けて考えられるような内容を構成した。その中で、単元構想の在り方を考える際に、ある授業例（図3）を提示した。

そこで示した授業の流れは、①授業の最初に教師が学習課題を提示する。②児童は、唐突に示された課題に対して予想をする。③教師は、実験方法を丁寧に説明し、児童はそれに従って実験を行い、結果を記録する。④最後に児童に分かったことを発表させ、教師がまとめをする・・・である。やや意図的な表現ではあるが、一つの授業例としてこのような授業を自分の実践を振り返り、比べながら考える機会をもった。その上で、実践上の課題について考えた。

①については、学習のねらいと一緒に提示されることが多いが、問題解決の主体は児童であるのに、問題（疑問）を提示するのが教師でよいのかという課題がある。学習課題は、児童から出た疑問をうまくつなげ取り入れたものとしたい。

②については、何の脈絡もなく、その現象だけに注目して考えれば良いという学習習慣が身に付いてしまう恐れがある。単元のどの時間でも前時までの学習やそれまでの生活経験とつなげ、それ

をよりどころにした自分なりの考えが出せるようにしたい。

③については、児童が観察・実験の意図や必然性を理解しないまま、教師が設定した「作業」を行うための活動となる恐れがある。少なくとも何のための観察・実験なのか、なぜその方法なのかを考えさせた上で観察・実験をさせたい。

④については、①②③のすべてが関わり、児童が自分なりの考えを持ち、主体的に学習してきたかが反映される部分である。まとめをするタイミングで、多くの児童がその時間学んだことが分からず、教師がまとめなければならない状況があるとすれば、授業計画そのものに問題があるといえる。

「子どもの育ち」の面から見ても、先生の指示通り活動する児童にはなっても、自分なりの考えを持ち、主体的に問題解決に取り組む力は育たない。そもそも、このような授業では、科学的なものの方や考え方を育むことは難しい。

ある授業から

- ① 授業の最初に教師が学習課題を提示する。
- ② 児童は、唐突に示された課題について予想する。
- ③ 教師は、実験方法を丁寧に説明し、児童は、それに従って実験を行い、結果を記録する。
- ④ 児童に分かったことを発表させ、教師がまとめをする。

ふーん、そうなんだ。

そう覚えておこう。

でも、あの場合はどうなるんだろう？

先生が言っているからそうなんだろうなあ。

あれもよく似ているけど、どうなのかなあ。

考えなくても、いつも先生がまとめてくれる。

図3 実践を振り返るための授業例

さらに、このような授業が繰り返されると児童の「学び方」にも大きな影響を与えてしまう可能性がある。児童が十分な理解をしないままに、「ふーん、そうなんだ。」「先生が言っているからそうなんだろう。」「自分が考えなくても先生がいつもまとめてくれる。」というように、「学び手」としては、「安易な学び方」を習得してしまうことが懸念される。また、「あの場合はどうなんだろう。」と、つながりを考えて

いるにもかかわらず、そのことについて議論したり、検証したりできず、モヤモヤした感覚のまま学習を終え、学習に対する満足感や有用感を減退させてしまうかもしれない。

当然、あらかじめ立てられた計画通りに授業を進めることも大切である。しかし、時間通り授業は完結できても、児童が主体的に問題解決に取り組めず、実感を伴った理解を図ることができなければ、それは大きな問題であるし、計画を見直さなければならない。小学校においても教師が意識を持って教えれば、教師主導で授業を進めても児童は理解できると思われるかもしれない。しかし、この点については、前述のように全国学力・学習状況調査の詳細分析(国立教育政策研究所, 2013)でも、理科授業における学校(教え手)の意識と児童(学び手)の意識のギャップがあると指摘されている。

3.2. 児童の思考過程を意識した単元構想

このような授業を改善するために、具体的な授業例を示した。ここでは、第3学年「ものと重さ」の単元について紹介する(表1)。

まず、単元を構想するに当たって、3年生児童の発達段階を考慮すると、具体的で単純な現象を、児童が自分で確かめながら考えられるような学習にしたい。「試し、考える」時間を大切にし、自分で考える時間を十分に確保するとともに、グループ等における意見交流で自分の考えを自由に発言し他者の考えと比較することを意識した。また、事前に児童から出された素朴な疑問をうまく把握し、単元の中に盛り込みむことも重要である。

さらにOPP(One Page Portfolio)シート(堀, 2013)を使い、単元の初めに「単元を貫く問い」(ここでは「形が分かると、ものの重さは変わるだろうか?」)を示し、事前に自分なりの考えを書かせた上で学習を進めている。

第1時は、「体重計にのり、体に力を入れたとき、重さはどうなるだろうか?」というシンプルな問いに対して考えるところから始まる。まず、

表1 第3学年「ものと重さ」の単元構想例

時 間	学 習 課 題
第1時	体重計にのり、体に力を入れたとき重さはどうなるだろうか?
第2時	二人で並んで体重計にのったときと、おんぶして体重計にのったとき重さはどうなるだろうか?
第3時	水の入ったバケツを持って体重計にのったときと、持たずにのったときでは重さはどうなるだろうか?
第4時	粘土の形を変えたとき、重さはどうなるだろうか?
第5時	アルミホイルを丸めると重さは変わるだろうか?変わらないだろうか?
第6時	角砂糖をそのままの形で量ったときと、つぶして量ったときでは重さはどうなるだろうか?
第7時	水を入れたビーカーと10円玉を別にして量ったときと、水を入れたビーカーに10円玉を入れて量ったときでは、重さはどうなるだろうか?
第8時	水を入れたビーカーと積み木を別にして量ったときと、水を入れたビーカーに積み木を入れて量ったときでは、重さはどうなるだろうか?

児童は、この問いに対して、「どうなるのか」をこれまでの生活経験等をよりどころにして自分なりの考えをノートにしっかりと書き、グループで交流する。それぞれの考えを出し合い十分吟味してから実験を行う。実験は至ってシンプルなもので短時間で終わる。その後、実験結果をそれぞれノートに正しく記入する。そして、結果から考えたこと等をグループで交流したり、自分なりに考えたことを書いて終わる。

この単元では、ある時間までは「教師がまとめない」授業が展開される。授業の終わりには「振り返り」をします。今日わかったことをノートに書

きましょう。」と指示され、その後簡単な交流をして終わるというものである。

第2時以降、児童は、前時の自分の振り返りを一つのよりどころにして考える。このような学習パターンを続けると、第4時の頃になると、予想の段階で「きっと重さは変わらない、同じだ。」という児童が多数になり、実験結果を見て「やっぱりそうだった。」とほぼ納得するまでになる。このように素朴でシンプルな問題を繰り返すことで、前時までの学習を踏まえて考えるという学習パターンが生まれ、課題に対する予想が「おそらく」「たぶん」という予想から「きっとこうなるだろう。」というものに変化していく。結果についての反応も「へえ～そうなんだ。」から「ほら、やっぱり」と変わっていく。

しかし、実は、第4時を終えたこの時点においても、多くの児童の素朴な概念を変容させるまでには至っていない。ここで「ゆさぶり」をかけることでその「納得」を一層確実なものにする。第5時には、「アルミホイルを丸めると重さは変わるだろうか？変わらないだろうか？」と問う。薄っぺらで、ふわっと風で飛んでいきそうなアルミホイルと、それをカチカチに固め、机の上に落とすと「ストン！」と落ちて「コンッ！」と音のする丸めたアルミホイルを比べ考える。第1時から第4時までの学習で「外から物を加えない限り、形が変わっても、物の重さはかわらないだろう。」と思っていた児童も、アルミホイルの形や様子の違いから「あれ？」と思う。交流の時には、これまでの学習を裏付けにして、「変わらない。」と主張する児童とアルミホイルの形や様子から「変わる。」と主張する児童に分かれ、大きな議論になることもある。児童は、「ゆさぶり」方によっては、それまで妥当だと思っていた概念をあっさり放棄する。まだまだ本当の納得をしていないのである。児童はこのような過程を経た学習をすることで「ああ、形が変わっても重さは変わらないんだ。」と改めて、納得することになる。

思考を「ゆさぶられ」ながら、一定の納得が得られた児童は、以降の学習をどのように取り組む

だろうか。第6時以降、児童はこれまでの学習をしっかりと振り返り、「あの時はこうだったから。」「あの場合と似ているな。」と学習経験や得られた知識をよりどころに、自信をもって考えを述べるようになる。予想では「きっとこうなるはずだ」、結果を見て「やっぱり」という学習をくり返すのである。第8時には、第7時の水に沈む10円玉と違い、水に浮く「積み木」に戸惑い、予想の段階で「ゆさぶられる」児童も出てくる。しかし、結果を見て「この場合もそうなのか」と実感をもって理解することとなる。

そしていよいよ「まとめ」をするが、この時点では、教師がまとめなくても、児童が自らまとめることができるようになっていく。教師がまとめをしない間は、自分の考えをよりどころにし、自分の考えそのものを検証できる。その検証を繰り返すことで、納得しながら問題の核心に迫ることができたのである。また、児童は、学習を進める中で「単元を貫く問い」に立ち戻りながら、自分なりの考えを醸成し、素朴概念を妥当な概念へと自ら変容させていく。ここには、学ぶことの有用感を感じながら、児童が自ら主体的に学び、「学び手」として育ってゆく姿がある。このように、学びの本質を意識することで、「児童が納得して学習できる学びの過程」をつくることができる。

高田(2010)は、授業構想力の課題について「今、課題設定について、あまりに無頓着になっているのではないだろうか。〈中略〉安易に『押さえて』しまったり、学習経験の積み重ねを考慮しないままいきなり問題解決的な課題設定をしてしまったり児童の思考が行き詰まり、結局教師主導で強引に引っ張ってしまったりすることが多いように思われる。一つの概念を理解する場合、多方面から考え、予想し、確かめ、迷い、方向性が見えてきて、やはりそうだったのか、と納得することが必要である。一つの実験を行わせ、『こんなことがわかりますね。覚えておくのですよ。』ということではあまりに乱暴である。児童の思考過程や理解の順序に対する配慮を欠いた単元構想があまりに多いように思われる。」と指摘する。

具体的な単元構想例を実際にたどり、児童の思考過程を理解することで学びの本質に焦点を当て、授業の何を改善すべきなのかを考えることができた。

4. 研修で実践された授業から

この研修講座を通して、各学校で実践された授業は、すべて学校や児童の実態に合わせて計画された。どの学校の実践でも児童から出てきた疑問をうまく単元構想に取り入れ、主体的に学ぶ姿をイメージしながら、単元を通して付けたい力を付けていく実践計画がつけられた。そのいくつかを紹介する。

A校では、第3学年「電気で明かりをつけよう」の単元で、児童が疑問と納得感を積み上げて考えていく授業を目指し計画された。スモールステップで児童に考えさせ、豆電球に明かりが付くときと付かないときを、毎時間シンプルな実験により確かめた。このような学習を数時間継続した後に、「隣り合った水道の蛇口に乾電池と豆電球をつなぐと、豆電球に明かりはつくだろうか？」と児童になげかけた。児童は、前時までの実験結果や生活経験から知っている水道についての知識をよりどころに、自分なりに結果を予想した。そこには主体的に問題解決の方法（学び方）を実践する児童の姿が見られた。

B校では、第4学年「ものの温度と体積」の単元で、「単元を貫く問い『ゆで卵が瓶に入っていたのはなぜだろうか？』」を提示し、その問いを振り返りながら学習を進めた。また、事前課題として、へこませたピンポン球を児童に配り、「もとにもどしてくるように」とだけ伝え、児童は家庭で、自分なりの方法（家族と一緒に考えることも可）で、多くの児童がピンポン球を元の形に戻してきている。このような事前の働きかけにより、実験の予想や考察をする際、事前の共通体験や前時までの実験結果等をもとに、根拠のある考えをもち学習に臨むことができるようになった。

C校では、第3学年の「光の性質」の単元の導

入において、暗室にした理科室の中で、鏡を使った光の反射の活動を行った。「鏡を使って、光を反射させよう。」となげかけられた子ども達は、鏡を手に自分なりの方法で光を反射させた。しかし、なかなかうまくいかない。多くの児童が壁面に設けられた「まと」に反射させた光を当てることができないのである。困った児童は、反射させる光を求めて、光源に集まってしまい実験どころではなくなった。しかし、これは児童の素朴な考え方が良く表れた授業であった。「反射」という現象のイメージを充分もっていないこともわかった。光源としてライトを使い、一点からの光であったため、「的あて」の活動は、野外において日光をたよりに反射させるよりも難しい。その児童の素朴な活動の様子から次の授業の展開や働きかけを考えることができた。

5. 教師力向上の視点から

ここに述べてきた「学びの本質を追究する理科の授業づくり」の成果は、他の教員研修や研究資料に反映させ、京都府内の小学校の様々な場面で積極的に波及させている。

そして、研修講座を受講した教員は、教科リーダーとしての力を発揮し活躍している。例えば、小学校・中学校理科の指導力を向上させるための研修において、小学校の代表として模範授業を公開したり、地域の研究会において、教科リーダー的な立場で実践を報告したり、勤務する学校において、研修の実践で始めたOPP A (One Page Portfolio Assessment) の考え方をもとにした実践を自校の校内研修の中で、自らの実践に基づいた説得力のある提案をしたりと、府内の様々な研修場面において活躍している。

今後も引き続き、継続的な教師力向上、人材育成の観点から、今後も小学校現場で活躍する教科リーダーを育成していく必要がある。

また、この研修講座は、京都府の示す「「教師力」向上のための指針」(京都府教育委員会, 2008)における人材育成の考え方をセンターとして具現

化したものである。大量退職・大量採用の状況の中で、教科リーダーが授業の課題を提示し、学校や児童に実態に応じた工夫・改善をしたり、若手の教師に助言等を行ったりして、今回示した授業改善のコンセプトが小学校現場の中でさらに広まることを期待したい。

参考・引用文献

京都府教育委員会(2008)「教師力」向上のための指針～新しい人材育成システムの構築に向けて～, 京都府教育委員会.

国立教育政策研究所(2013)理科の学習指導の改善・充実に向けた調査分析について【小学校】, 国立教育政策研究所教育課程研究センター.

東山憲行(2010)小学校理科の授業実践力向上を目指した教員研修, 理科の教育, pp.30-33. 日本理科教育学会編集, 東洋館出版社.

堀 哲夫(2013)教育評価の本質を問う一枚ポートフォリオ評価OPPA, 東洋館出版社.

福本浩介・栗山真美子・東山憲行(2012)学びの本質を追究する「小学校『授業づくり』講座」, 京都府総合教育センター紀要. pp.41-51.

文部科学省(2008)学習指導要領解説 理科編, 大日本図書.

高田裕志(2010)校内研修活動の活性化による授業の充実に向けて, 理科の教育, pp.13-18. 日本理科教育学会編集, 東洋館出版社.