

# 個が生きる理科の指導と評価

## — 第5学年「おもりのはたらき」の実践を通して —

山中俊道

### 1. はじめに

理科の学習は、本来、親しみを持って自然に接すると同時に、目前にある自然事象から法則性を見だし、その法則性を一般性へと広めていく学習でなければならない。しかし、これまでの理科の学習指導は、自然科学の成果としての知識の伝達や記憶に偏りがちであった。断片的に伝達されただけの知識や、言葉として覚えただけの知識では本当の知識とはいえず、理解と呼べるようなものではない。また、これまでの学習内容のなかには、日常生活との結びつきも薄く、子供達にとって興味・関心が持ちにくい内容もあった。これらのことを反省して、今年度から実施されている学習指導要領では、科学技術の進歩、またそれにともなう情報化などの社会の変化や学習の実態などを考慮し内容の改善が図られた。それは、自然に親しむことや観察、実験などを一層重視して問題解決能力を培い、自然に対する科学的な見方や考え方および関心や態度を育成する指導が充実することを目指している。日常生活に関係が深い事項を取り上げ、観察、実験、製作などの活動や体験が一層充実するように改善されている。

### 2. 個が生きる理科学習の評価

個が生きるということは、一人一人が「わかる」ことを前提としている。そのためには一人一人が何を学ぶのか明瞭に意識化されている必要があり、教師自身が授業の目標をはっきりさせたりえて授業を展開する必要がある。目標のないところに追求活動としての授業はありえないし、その追求が成功的に行われているかどうかをチェックすることができないからである。「わかる」ということは、本人自身の認知であり、それを深めるかどうかはつまるところ、自分自身の「わかる」状態をどう判断するかといった自己評価に依存している。したがって、個が生きる理科学習を形成していくためには、自分自身の「わかる」状態を常に自己評価していく必要があると考えた。知識や技能は教師から与えられるものではなく、子供自らが学びとっていくものであり、単にどれだけ多くのことを知っているかという記憶の問題ではなく、自ら積極的に学び続ける力、すなわち、自己学習能力を身につけることが大事なのである。世の中の技術革新は目ざましく、生活上習得すべき知識が次々と生み出されている昨今、学校にいるあいだだけでなく、一生学習し続けることを前提とした教育がなされなければならないことになってきた。生涯学習には自己学習能力の形成は必要不可欠といえる。そして、自己学習が効率よく行われるためには、適切な自己評価が学習の過程で絶えずなされている必要がある。したがって、自己評価は自己学習能力を形成するために重要な要素となってくるのである。ここで、自己評価は、認知的自己評価と情意的自己評価とに分類して考えることができる。認知的自己評価とは、学習内容そのものに対する自己評価であり、情意的自己評価とは、学習意欲や興味・関心についての自己評価である。学習活動の認知的側面を支えているのは情意的側面であり、情意的側面の自己評価が認知活動に大きな影響を与えていると考えられる。また、自己評価を生かすためには学習した成就感・満足感が感じられる授業の終末構成でなければならないと考える。成就感・満足感を得るためには、個が取り組める場、個を認め生かしあう場の設定が必要である。そして、次の学習への期待を持たせるためには、自己をゆっくり振り返るゆとりが必要であると考えられる。また、次の学習に自己評価を生かすためには、自己評価の結果から次の学習計画を立てさせる、あるいは結果の自己評価にどのようにしたら完全に理解できるようになる

かも含めて評価させるというような手続きが必要であろうと考える。そこで、理科学習においても上記のような点に自己評価のポイントを置いて実践を試みた。

### 3. 第5学年の実践事例

#### (1) 単元について

日常生活の中で、かつてはおもりの働きを利用したものは、振り子時計やメトロノームなどがあったが、現在では少なくなり、逆に電子の働きを利用したものが増えてきている。しかし、これから物理学の基礎となるニュートンの力学を学習していくうえで、振り子や衝突など、おもりの働きについて学習することは、重要なことである。

生活用具の中からは、おもりの働きを利用したものは減ってきているが、乳幼児向きの単純なおもちゃなどには、まだ数多く残っている。児童は、これまでにこれらのおもちゃなどを通して、おもりの性質やおもりを利用して動く仕組みについてある程度は理解してきている。それらのことをもとにしなが、おもりの働きについて探っていきたい。

#### (2) 指導目標

- ① おもりの働きについて意欲的に調べようとする態度を育てる。
- ② 振り子のおもりの重さ、糸の長さ、振れ幅、振れる時間を関連付けてとらえさせる。
- ③ 実験によっておもりの運動やそれにともなう変化の規則性をとらえさせる。
- ④ おもりを運動させて、他の物に衝突させ、物が動く距離や変形する程度の違いについてとらえさせる。

#### (3) 指導計画 …………… 9時間（本時 第一次 第1時）

次（時）	学 習 内 容	課 題	予 想	観 察	表 現	検 証
第一次（2） 振り子の振れる時間	振り子の振れる時間をおもりの位置を変えて測定する。	○	◎	○	◎	○
		◎	○	◎	○	◎
第二次（2） 振れる時間の違い	振り子の振れる時間と糸の長さの関係をとらえる。	◎	○	◎	○	◎
		○	○	○	○	◎
第三次（3） おもりの衝突	おもりを衝突させて当てられたものが動く距離を調べる。	◎	○	○	○	○
		○	◎	◎	◎	◎
第四次（2） おもちゃ作り	おもりの使い方を工夫したおもちゃを作る。	◎	◎	○	○	○
		○	○	○	◎	◎

#### (4) 授業設計の焦点

おもりの働きの学習は、本年度から新しく始まった単元である。生活の中では、おもりを使っていろいろなものを動かす、というようなものはどんどん減ってきているが、仕組みが単純でこわれにくいために乳幼児のおもちゃとして多く利用されている。本時では、これらについて経験していることを思い出させたり、興味をもたせたりしながら学習を進めていくために、ブラックボックスを2種類用意し、その中身の違いを予想させる形で進めていきたい。また、予想がおもりの働きとかけ離れたものにならないようにするため、片方のブラックボックスの中をヒントに見せることでおもりの働きに焦点化して進めていきたい。

#### (5) 本時の目標

おもりで動くおもちゃの仕組みを予想し、振れる時間は、支点からおもりまでの長さによって違

うことをとらえさせる。

(6) 準備

おもりで動くおもちゃ (2種類), ワークシート, 実物投影機

(7) 評価の観点

関心・意欲・態度	おもちゃの仕組みについて意欲的に予想し, 考えを発表することができる。	◎
科学的な思考	初めに開いたブラックボックスの仕組みから, もう一つのブラックボックスの仕組みが予想できる。	◎
技能・表現	自分の予想した仕組みをワークシートに分かりやすく書き込み, 説明することができる。	◎
知識・理解	振れる時間は, 支点からおもりまでの長さによって違うことをとらえることができる。	○

(8) 指導過程

学 習 過 程	指 導 上 の 留 意 点
<p>1 おもちゃの仕組みを予想する。</p> <pre> graph TD     A[おもちゃの仕組みを予想する。] --&gt; B[速く動く]     A --&gt; C[ゆっくり動く]             </pre>	<p>1 おもりで動くおもちゃを二つ提示し, かくれた部分の仕組みを予想させる。                  ・支点からおもりまでの長さに着目させるために長さの違うものを2種類用意する。                  ・予想の視点を焦点化するため, ゆっくり動くおもちゃの中を見せる。                  ・予想した仕組みが書きやすいようにするためワークシートに書かせる。                  ・一人一人の考えをはっきりさせるためにワークシートに書く時間を十分取る。                  ◎個に応じた記述ができていますか。</p>
<p>2 予想した仕組みを発表する。</p> <pre> graph TD     A[予想した仕組みを発表する。] --&gt; B[おもさ]     A --&gt; C[位置]     B --&gt; D[軽い]     B --&gt; E[重い]     C --&gt; F[上]     C --&gt; G[下]             </pre>	<p>2 それぞれの予想した結果を発表させ, 他の人と同じところや, 違うところをはっきりさせる。                  ・班で相談して予想した仕組みの一つを発表させる。                  ◎児童相互に評価しあい, より確かなものを求めようとしたか。</p>
<p>3 おもりで動くおもちゃの仕組みを知り次時の課題を持つ。</p>	<p>3 自分たちで予想したことを次時の課題とする。                  ・次時の課題を何にすればよいか発表させる。</p>
<p>4 本時の課題を振り返る。</p>	<p>4 本時を振り返り, 反省や気づきをワークシートに書かせる。                  ・ワークシートに書いたことを数人に発表させる。                  ◎学習内容や学習態度について自己を高めるような振り返りになっているか。</p>

(9) 授業の概要

— おもりで動くおもちゃ二つを提示して。

T. これを見てください。

C. おう。

C. これ何。

C. あれ何。

T. 動いているでしょ。

C. 速さが違う。

C. 緑の方が速い。

T. この中の仕組みはどうなっているんでしょう。

C. 2本の棒の先に丸いのが付いていてそれがゆれるからイルカがゆれると思います。

C. おもりが付いていると思います。そのわけは、振り子時計みたいな仕組みになっていて、時計は同じ速さでカチコチ動いているけど、これもそうなっていると思います。

C. 中に支点があってそれを中心に動いている。

C. 2本の棒じゃなく、1本の棒だと思います。

C. 速く動く方は、モーターを使っていると思います。

T. ゆっくり動く方の仕組みを見てください。

— ゆっくり動く方のブラックボックスの中を見せる。

C. やっぱり。

T. 速く動く方の仕組みを予想してください。

— ワークシートを配る。

T. 自分の予想をプリントに書いてください。

— ワークシートを書きながら。

C. もう1回見せて。

C. 同じ位置にしてみせて。

C. いろいろ書いてもいいですか。

T. 班で見せあって代表で発表する人を決めてください。

— 班ごとに話し合い、発表する人を決める。

C. おもりを上に上げる。

C. おもりを上に上げる。

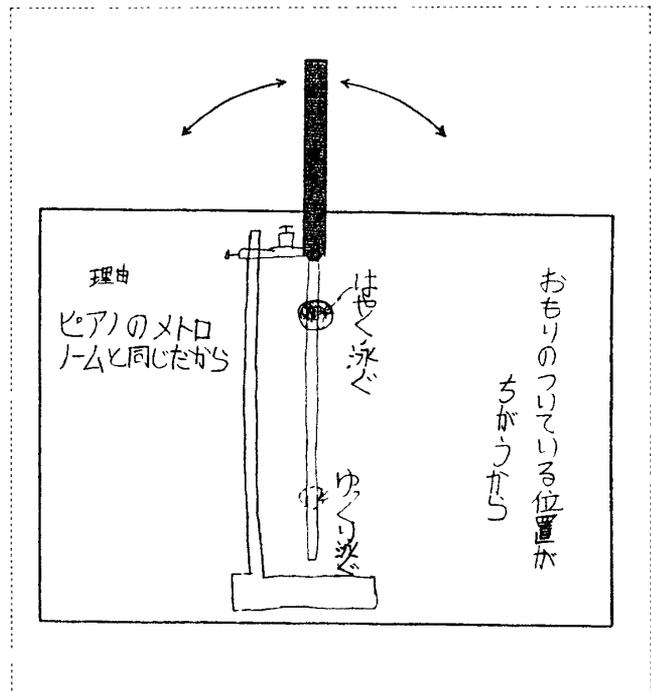
C. おもりを小さくする。軽くする。

C. おもりを下に下げる。

C. おもりを重くする。その他の考えとして、メトロノームはおもりを下げるけど、この場合はメトロノームのようにおもりを上げると速くなる。または、おもりをなくす。

C. メトロノームをひっくり返したと考えると、おもりを上げる。

C. メトロノームはおもりを上げると振れ幅が大きくなって遅くなり、下げると振れ幅が小さくなって速くなるから、おもりを下げるといいと思う。



- C. おもりをたくさんつけるといいと思います。
- C. 棒を短くしたらいいと思います。
- T. いろいろな考えが出ましたが、意見はないですか。
- C. メトロノームはおもりが上にあって、これとは反対になっていて、メトロノームをひっくり返して考えると、上の方が速く動く。
- C. 深い考えはなくて、棒の下があいているから下にはまるんじゃないかなと思った。
- C. メトロノームは振れ幅が小さいほど速くて、振れ幅が大きいほど遅いので、振れ幅が大きかったのでおもりを上げるといいと思いました。
- C. メトロノームは支点が下にあるから、さかさまにして考えて上が下になって下が上になるからメトロノームで下げるということはこれでは上げることになる。
- C. 実際に見てみよう。
- C. 百聞は一見にしかずよ。
- T. それでは見てみよう。  
— ブラックボックスを開ける。
- C. ほらやっぱり。
- C. いえー。
- T. たくさん考えを出してもらったけど、まだ、確かめてないのがあるね。次の時間何をしたらいいと思う。
- C. おもりについてまだ調べてないので、おもりを重くしたらどうなるか。
- C. おもりの重さで振れ幅がどうなるか。
- C. 今日は先生がしただけなので、一つ一つ自分たちで作って確かめてみたい。
- T. では、次の時間は実際に自分たちで作ってみて確かめてみよう。
- T. 今日の時間を振り返って感想を書いてください。  
— ワークシートに感想を書く。
- T. 誰か発表してみてください。
- C. おもりを下げたら遅くなり、おもりを上げたら速くなることが分かった。
- C. メトロノームと同じように考えていたけど、メトロノームとは反対になっていることが分かった。
- T. これで今日の学習は終わります。

#### (10) 授業を終えて

速さの違いイルカの絵が動く、二つのブラックボックスを提示した導入は、子供達にその仕組みを予想させ、知りたいという意欲をもたせるには効果的であった。「もう1回見せて。」「同じ位置にしてみせて。」と言う発言が、十分にそのことを裏付けている。この時点で、本時のめあて意識は十分に持てたものと思われる。イルカの色をはっきりと違う色にしたり、振れる速さの違いをもっと大きいものにしたり、単位時間あたりの振れる回数を数えたりするなどして違いを明確にしたならば、さらに効果的ではあったが、自己評価を行うための第一歩ともいえる自己の認知的目標をもたせることができたといえるのではないだろうか。ワークシートにはそれぞれ図と文を使って工夫して書いていたが、書きやすさを考えれば何らかの基準があった方がよかったし、多様な表現を求めれば何もなかった方がよいともいえる。子供達が考え出した予想は、大きく分けて4種類あった。おもりの位置を上げるもの。おもりの位置を下げるもの。おもりを重たくするもの。そして、おもりを軽くするものである。この中の、おもりの位置を変えるものはメトロノームの発想から生まれ、おもりの重さを変えるものは「てこの原理」で、支点に近くなるとおもりが軽く感じるから

おもりの位置をすらせることと、重さを変えることは、同じことだという理由であったようだ。予想を発表する前、班で相談して発表するようにしたが、これは児童相互の評価により、より確かなものを求めるつもりであったが、相談する時間が十分でなかったようだ。また、十分に相談できたとしてもそれぞれの知識がまだ不十分で考えを出し合うのが精一杯であったため、相互評価による深まりを求めるには無理があったように思われる。班にとらわれず個々の考えを出し合っていた方が深まりがあったかもしれない。また、発表する際に使用した実物投影機では、ワークシートがはっきりと映らなかったので見にくかったし、説明が分かりにくかったので具体物を操作しながら発表すると、内容が分かりやすく、討論も活発になったのではないだろうかと思われる。しかし、「一つ一つ自分たちで作って確かめてみたい。」という次時への課題が子供達の方から自然に出てきたことは、子供達が、めあて意識をしっかりと持ち、取り組んだ結果といえ、当初のねらい通り次時への期待が持てる終わり方であったといえるのではないだろうか。

振り返りの場面では、多くの子供が分かったことを具体的に「おもりを上につければ、速く動くことが分かった。」などと記述し認知的自己評価にとどまるものも多かったが、一方で「早く実験がしてみたい。」などと次時への意欲を感じさせる記述をし、情意的自己評価をしている子供も多く見られた。中には、「今日は、人の意見がよく聞けた。一つの方法ではなく何種類も考えられるのはすごいと思った。一つ一つ試して実験の結果が早く分かりたい。」と書き、まず自己評価をし、次に友達を評価し、最後に自分の課題を把握している子供や、「みんなの意見が物などを例えにして考えていたのでよいと思った。今回は自分の発表などで考えたけれど、次はしっかりと実験してみたいと思った。」などと振り返っている子供も見られた。自己評価は、めあて意識と向上心によって生まれるものである。その意味で、自己評価を求めていこうとすれば、はっきりとしためあてがつかめる授業がなされなくてはならないであろう。そしてその積み重ねをしていくことが向上心を生み、自らを高める評価力の育成につながるのではないだろうか。

評価活動を継続してきて、一つの疑問に行き当たることになった。それは、子供達に予想をさせるとき、一般に根拠がある予想は価値が高く、単なる思いつきや勘による予想は価値が低いとされているが、果たしてそれは本当なのかということである。理科の授業では、子供達に予想させることがよくある。そのとき私自身も含めて多くの教師は、経験や知識に基づく予想は高く評価するが、思いつきや勘による予想は低く評価するのが普通である。しかし、このような評価活動を続けると思考が硬直化し、独創的な思考が生まれなくなるのではないだろうか。科学研究の現場では、科学者の抱く信念や偏見が重要な役割を果たすことが多い。思いついたあとから理由付けがなされることはよくあることである。思考の非論理性や偶然が大発見をもたらした例は、よく耳にするところである。何を結果に期待するかという偏見や、データにこうしたことが隠されているのではないかといった信念がなかったら、いくらたくさん資料を並べても、データを集めてもそこに何も見えてこないのではないだろうか。根拠がない予想であっても、そこに結びつけるための実験や観察が正しくなされればよいのであって、初めに論理的根拠が示されないからといって予想の価値が低いということはないのではないだろうか。あまりでたらめな予想はどうかと思うが、根拠がないからといって評価を下げ、アイデアを出しにくくするよりも、むしろ予想が正しいことを証明するような手立てを考え出させる方が大事なのではないだろうか。

参考、引用文献

文部省『小学校指導書 理科編』 教育出版

北尾倫彦・速水敏彦『わかる授業の心理学』 有斐閣

S. K. ネットル・桜井邦明『独創が生まれない』 地人書館

武村重和『新理科 新教材の授業づくり』 明治図書