

豊かな気づきや感じ方を育む理科学習のあり方

—おもりのはたらきの学習を通して—

川崎 一朗

1 はじめに

最近の科学技術の進歩は目を見張るものがある。例えば、パーソナルコンピューターを例に挙げてみよう。作成した文書をコンピューターが読み上げたり、人の音声を認識して、簡単な操作ができたりすることが可能となってきた。これは、技術的には以前から開発されていたことであった。しかし、パーソナルユースで可能となったのはつい最近のことで、2年前では考えられなかったことである。このような変化の激しい世の中だからこそ、応用力や適応力を生かし、自分自身で課題を見つけ、そして解決していく能力が求められているのではないかと考える。このことをふまえた上で、理科では、次のような子ども像をめざしている。

自分でとらえた課題を自分で解決していく能力のある子ども

豊かな感性が育まれた子ども

ここで問題になるのが、子どもが自分で課題をとらえられるかということである。また、とらえた課題を自分で解決していく方法を見つけることができるのか、そして、一定の決まりをきちんと導き出すことができるのかなど、多くの問題が考えられる。これらを解決していくための一つの方法として、子どものつかんだ課題別に4～5人グループを作り、グループを単位とした追求活動をしていく授業を構築してやることにした。このことにより、一人一人の願いが実現に向かう追求活動が可能になると考えた。グループ内で実験をすると、他のグループの実験や結果が分かりにくくなる。そこで、実験終了後に実験結果の発表会をし、お互いの追求の過程を確認し合う場を設けた。発表会を通して、友達のがんばりや良さ、独創性等を認めあえることができる。教師は、各グループの活動を必要に応じて支援することができ、技能や表現を見取り評価していくことも可能である。

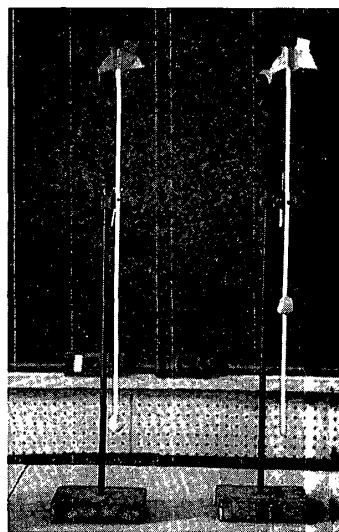
2 研究仮説と検証方法

豊かな気づきや感じ方を育むために、次のような研究仮説を立て、実践を行った。

— 仮説 —

それぞれの課題を追求していくならば、意欲的に実験に取り組み、振り子における規則性を見つけることができるであろう。

課題別の学習活動を取り入れた授業を行っていく上でポイントとなるのは、どのような課題を、子どもたちに持たせるかということである。5年生の単元「おもりのはたらき」の導入で、右の写真のような周期の異なる二つの振り子を用意し、ブラックボックスの中で動かしくみを予想させた。その後「振り子をゆっくり動かすにはどうしたらいいだろうか。」と発問し、子どもたちに考えさせた。ある程度絞



り込んだ発問をしていかないと、子どもたちは、深まりのある課題を持ちにくいと考えた。仮説の検証は、子どもたちの記録を中心に分析を進めた。

3 授業の実際 第5学年単元「おもりのはたらき」

(1) 単元について

本単元は、子どもたちが、それぞれの課題に取り組む活動を通して、ものの運動やそれに伴う変化の規則性についての見方や考え方を養うことを意図したものである。

振り子の性質を使ったものには、生活の中で、「振り子時計」「メトロノーム」などがある。しかし、子どもたちが、振り子について先行経験が十分にあるとはいえない。それだけに、多様な課題がでてくることが期待できる。

(2) 指導目標

- ① おもりの働きについて、自分なりの課題を持ち、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、振れる時間、振れ幅を関連付けてとらえさせる。
- ③ 課題別のグループで実験をすることにより、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、他のものに衝突させ、もの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……………12時間

次 (時)	学 習 内 容
第一次 (6) 糸につるした (棒につけた) おもりの動き	糸につるした (棒につけた) おもりが振れる時間と、おもりの重さ、振れ幅、糸の長さとの関係について調べる。
第二次 (3) おもりが他の物を動かす働き	運動するおもりが衝突して、他の物を動かす働きと、おもりの重さや速さとの関係について調べる。
第三次 (3) おもりの運動を利用したおもちゃ作り	おもりが他の物を動かす働きなどを利用して、おもちゃや道具を作る。

(4) 活動の概要

本実践では、課題別の学習活動を取り入れた。その場合、同一の問題あるいは目標を意識した場合でも、解決方法は子どもによって異なることが多い。しかし、子どもたちが考える解決方法は、それぞれが全く違ったものではなく、いくつかの種類化されると考えられる。そこで、子どもが問題別あるいは解決方法別のグループを作り、問題解決の活動を行うことで、自分の持った解決方法に立ち返ることができると思う。グループで活動をすると、他のグループの実験方法を見ることができない。そこで、グループごとに発表会をし、新しい発見や課題を見つける場とした。

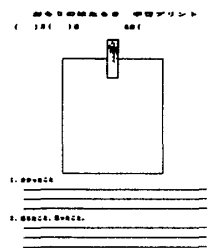
本稿では、第一次 糸につるした (棒につけた) おもりの働き 6時間 をどのように展開したか、述べてみたい。

子どもの活動と教師の支援

自分なりの課題をつかむ
2時間

- 周期の違う二つの振り子のしくみを予想する。 ◆自分の考え方をはっきりさせるためワークシートを用意する。
- ・おもりの重さが違う。
 - ・おもりをつけている場所が違う。
 - ・おもりの形が違う。
 - ・棒の長さが違う。

振り子がゆっくり振れるにはどうしたらいいだろう。



◆振り子に十分さわった後に予想させる。



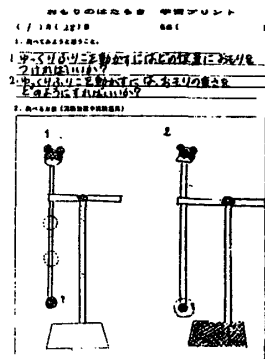
- ・おもりを重くしたらいい。
- ・糸の長さ（棒の長さ）をながくしたらいい。
- ・振り子の角度（振れ幅）を大きくしたらいい。
- ・棒を重くしたらいい。
- ・おもりを支点よりうえにつければいい。

子どもたちが考えた課題を類型化したもの

1	糸の長さ → 変える	おもり → 同じ
2	棒の長さ → 同じ	おもり → 変える + 角度（振れ幅）
3	棒の長さ → 変える	おもり → 変える
4	糸の長さ → 変える	おもり → 変える + 角度（振れ幅）
5	棒の長さ → 同じ 支点を変える	おもり → 同じ
6	支点の上におもりをつける	

グループで実験し、記録をまとめよう。

- 個々の考えをもとに、グループとしての実験方法や実験器具について話し合い、図にまとめる。
 - ・おもりはどのようなものがあるかな。
 - ・釣りで使うおもりはどうだろう。
 - ・糸はどのようなものがあるかな。
 - ・棒に穴をあけるのはどうしたらいいだろう。
 - ・記録のしかたはどのようにしようか。
 - ・10往復の時間を何回か計って、平均すればいいよ。

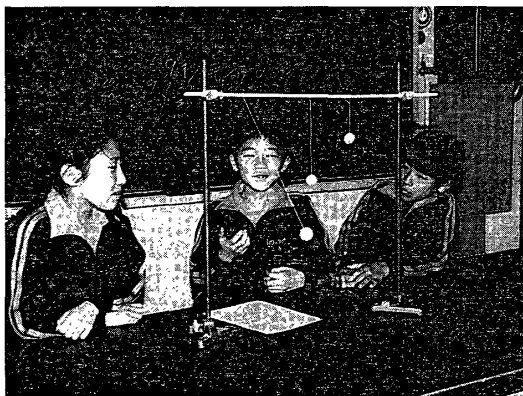


◆材料については、教師が準備できる物とそうでない物とを伝えておく。

- グループ別に実験をし、結果をまとめる。
 - ・予想と違う。もう一度やってみよう。
 - ・予想どおりの結果がでた。ほかの実験方法でやってみよう。

◆実験方法、記録の仕方などは、グループごとに指導をする。

実験結果を発表しよう。



- 実験結果を発表する。
 - ・やっぱりそうか。
 - ・おかしい。もう一度確かめてほしい。
 - ・同じ実験をやってみよう。



◆発表を聞くだけだと、集中できなくなりがちなので、発表の方法を工夫させておく。

- 実験結果をまとめ、これまでの学習で気づいたことや感じたことを書く。

振り子（糸につるしたおもり）が1往復する時間は、おもりの重さや振れ幅に関係がなく、支点からおもりの位置（糸の長さ）だけによって変わる。

※ 子どもたちが書いたものは、次頁に詳細する。

(5) 子どもたちの記述から

① おもりの重さと周期について

図2を書いたグループの子どもが書いた記録をみてる。自分たちでやった実験結果を詳しく記録し、ゆっくり振れる振り子は、どのような条件にすればいいのかつかめている。

重さがけっこうかわると、ふれかたもかわるんじゃないかな?とっていたけど、実験すると、あまり関係ないということがわかりました。実験してよかったです。

この中で、あまり関係ないと子どもは結論づけているが、本当にそれでいいのだろうか。ここで問題になるのが、お

重さ	時間 (10往復)
54.2 g	15.1 秒
27.1 g	14.8 秒

もりの重さを半分にした時の実験結果である。この結果が正しいかどうかを判断するには、実験方法や実験器具を検討していかななくてはならない。実験には誤差が生まれるが、誤差の範囲かどうかという判断は、子どもにはできにくい。例えばこの実験で0.3秒の差を、ないとみるのか、大きな差だとみるのかは、重要なポイントである。これは、3回測定した平均値である。これには問題はないように思われる。問題になるのは、重りのふれ幅である。子どもたちは、最初に、90度の振れ幅を持たせた。その理由は、90度という角度が、合わせ易いということと、振り子が勢いよく振れると思ったのだと考えられる。しかし、一般的に振り子は60度を超す振れ幅では、誤差が生じやすいということが知られている。したがって、実験をしている子どもたちに、振れ幅のことを支援していく必要性があった。

② 振り子の振れ幅と周期について

子どもたちの発表が進み、振れ幅について実験したグループの発表を聞いた子どもたちが、「おもしろい。振れ幅が大きい振り子と小さい振り子とでは、時間が違うのではないか。」という意見を述べた。左の表が実験結果である。この表では、差は認められない。この結果を発表したグループは、「振れ幅が大きいと振り子のスピードが速くなり、振れ幅が小さいと振り子のスピードが遅いので、時間は同じである。」と反論した。そこで、全員で検証するために、一斉に同じ実験をすることにした。実験器具は、最初に使った棒を利用した振り子である。学級の8つの班の実験結果を平均したのは、左の表の通りである。この結果を見て困ったのは、「時間は同じ」という意見の子どもたちである。知識として、振り子の周期には振れ幅は関係ないということを知っていた子どもたちも含めて、自分を揺さぶられたときである。この実験結果を吟味するとき、「誤差」を抜きには説明が付かない。子どもたちの中には、90度のふれ幅を持たせたもののスピードが速いのに、一番ゆっくりふれていることに疑問を持つ子どもが多かった。どうしてなのかを考えていくうちに、

振れ幅	時間 (10往復)
90度	14.13 秒
45度	14.02 秒
30度	14 秒

課題別のグループの実験結果

振れ幅	時間 (10往復)
90度	16.8 秒
45度	15.3 秒
30度	15.1 秒

課題別のグループの実験結果

おもりのはたらき 学習プリント
()月()日 名前()

1. 今日の授業でわかったこと。
 ① おもりの位置の実験 (まさは、上から20cm、下から90°の所からけっこうおもりは一番下につけた場合と支点から22cmの所につけた場合をくらべてみる実験) おもりの位置が下...10往復の時間(約15秒) 支点から22cm...10往復の時間(約11秒)
 ② 上のことから、おもりを下につけた方が、往復の時間1秒長いことがわかりました。(ゆっくりふれ幅)
 ③ おもりの重さの実験 54.2gのおもりの10往復は約15秒、その半分の27.1gのおもりの10往復は約14.8秒。
 ④ 上のことからおもりの重さは半分にしたらあまりかわりがないので、往復の時間はおもりの重さには関係ないことがわかりました。
 2. 感じたこと、思ったこと。
 ① おもりの位置は、下の方が、往復の時間が長い。
 ② おもりの重さは、往復の時間に関係ない。
 ③ 重さのけっこうかわると、ふれ幅もかわるんじゃないかな?とっていたけど、実験すると、あまり関係ないということがわかりました。実験してよかったです。

図 3

もりの重さを半分にした時の実験結果である。この結果が正しいかどうかを判断するには、実験方法や実験器具を検討していかななくてはならない。実験には誤差が生まれるが、誤差の範囲かどうかという判断は、子どもにはできにくい。例えばこの実験で0.3秒の差を、ないとみるのか、大きな差だとみるのかは、重要なポイントである。これは、3回測定した平均値である。これには問題はないように思われる。問題になるのは、重りのふれ幅である。子どもたちは、最初に、90度の振れ幅を持たせた。その理由は、90度という角度が、合わせ易いということと、振り子が勢いよく振れると思ったのだと考えられる。しかし、一般的に振り子は60度を超す振れ幅では、誤差が生じやすいということが知られている。したがって、実験をしている子どもたちに、振れ幅のことを支援していく必要性があった。

子どもたちの発表が進み、振れ幅について実験したグループの発表を聞いた子どもたちが、「おもしろい。振れ幅が大きい振り子と小さい振り子とでは、時間が違うのではないか。」という意見を述べた。左の表が実験結果である。この表では、差は認められない。この結果を発表したグループは、「振れ幅が大きいと振り子のスピードが速くなり、振れ幅が小さいと振り子のスピードが遅いので、時間は同じである。」と反論した。そこで、全員で検証するために、一斉に同じ実験をすることにした。実験器具は、最初に使った棒を利用した振り子である。学級の8つの班の実験結果を平均したのは、左の表の通りである。この結果を見て困ったのは、「時間は同じ」という意見の子どもたちである。知識として、振り子の周期には振れ幅は関係ないということを知っていた子どもたちも含めて、自分を揺さぶられたときである。この実験結果を吟味するとき、「誤差」を抜きには説明が付かない。子どもたちの中には、90度のふれ幅を持たせたもののスピードが速いのに、一番ゆっくりふれていることに疑問を持つ子どもが多かった。どうしてなのかを考えていくうちに、支点にかかる抵抗や摩擦ではないかということを考える子

どもも出てきた。振れ幅と周期の関係については、正確な実験値を求めることに無理があるようである。

4 分析と考察

授業後の子どもたちの感想をいくつか紹介したい。

私は、好きな実験をやるというのが好きです。だから、このような実験をして、みんなで話し合う勉強のしかたがやりたいです。

今日は11班の発表で、わかりやすい図と説明があったから、1番おもしろいと思った。他の班と自分の予想が全然ちがっていたから、いい勉強になったと感じた。

おもりを使って実験するのはおもしろかったです。もう一度、自分たちだけで（おもりのはたらきじゃなくてもいいです。）やってみたいと思っています。Tさんは一人でやっていて、すごいと思いました。

おもりの重さがちがっても、1往復する時間は変わらないことが分かりました。ふりこの長さがちがっていると、1往復する時間は変わることが分かりました。

ほくは、おもりの重さが重いほど速く振れると思っていましたが、それはまちがっていました。このような実験は、とても楽しかったです。

ふりこの勉強は今日で最後なのですが、もう少ししてみたいと思います。みんなの意見や考えが分かってきて、私もふりこのことがよく分かってうれしいです。またべつのことでも、こんな授業がしたいと思います。今回の授業では、ふりこのふれ方のきまりなどがよく分かって良かったです。

本稿の冒頭で述べた仮説は、まず、それぞれに課題をもち、追究することである。この点については、単元導入時に課題を絞り込みやすいものにしたため、どもども課題を持つことができた。意欲的に実験に取り組み、振り子における規則性を見つけることができるということについては、上記の子どもたちの文章から検証したい。課題別の学習方法は、子どもたちにとって充実感が得られるものであろう。「好きな実験をするのが好き」「もう一度自分たちでやってみたい」「このような実験は、とても楽しかった。」「また別のことで、こんな授業をしたいと思います。」などの記述から、意欲的に取り組んだことが分かる。しかし、実験結果の記録の仕方や、処理の仕方を十分に支援しきれていなかったために、満足のいく実験結果が出にくい班もあった。規則性については、自分の実験結果を他の班の結果と比較する事により、確かにしていくことができたと思う。

課題別の学習形態をとるとき、個人の課題は深まるが、他の班の課題は自分のものになりにくいという問題が起こる。これを解決するために、各班で発表会をした。本実践では、11の班を構成したため、発表が最初の班は一生懸命に観たり聞いたりできているが、終わりのに近づくにつれ、意欲の低下が見られた。中には、発表を工夫しようと、発表原稿を用意した班もあった。しかし、発表会そのものが初めての経験だけに、単調なものが多かったのは否めない。

自分でとらえた課題を自分で解決していく学習形態は、子どもたちにとって、魅力的なものである。自分で実験をしていく過程で、いろいろな気づきや感じ方をしていたことが、活動の様子や文章から見取ることができた。しかし、課題に広がりや深まりを持たせるためには、どのような支援体制が望ましいのか、課題別の学習に取り組むのに望ましい単元はあるのかなど、多くの課題が考えられる。これからの実践の中で、明らかにしていくことができればと思う。

参考文献 文部省 『小学校指導書 理科編』 教育出版株式会社

入江 隆明 編 『理科授業と多岐探求学習』 明治図書

文部省 『初等教育資料』 平成5年11月号・平成6年12月号