

研究主題 実験の結果をもとに科学の法則を児童自身に見い出させるための工夫  
～第5学年「ふりこのきまり」授業実践を振り返って～

仙台市立通町小学校 梅津祥吾

## 1 はじめに

本稿では、平成26年度10月に、筆者が仙小教研理科部会の研究授業にて実践した提案授業の成果と課題について、述べていくこととする。昨年度、仙小教研理科部会では、科学する楽しさを味わいながら、主体的に理科を学ぶ子どもの育成を目指し、研究と実践を重ねてきた。ここでは、研究の視点に「実験の結果をもとに科学の法則を児童自身に見い出させるための工夫」と掲げられており、筆者もその視点に基づいて、教材の作成にあたった。

授業は、前任校の宮城教育大学附属小学校第5学年1組で実践したものである。本学級は、男子17名、女子18名の子どもたちがおり、日頃から、自然の事物・現象に興味をもちながら理科の授業に親しむ姿が見られた。前単元の「物の溶け方」では、器具を安全に用いて、実験を行う技能を少しずつ高めてきていた。その一方で、溶質を適当な分だけ量ったり、水をこぼさないように扱ったりするなど「正確に」実験を行う技能については、特に個人差が大きく、課題の残る面が見られた。

併せて、観察・実験の結果と、考察を区別して記すことが難しく、実験中の新たな気づきや、事象の変化していく過程に着目できない点も課題であった。これらは、科学的な新しい見方・考え方を子どもにもたせていく手続きの上で、大切な要件であると言える。そこで、こういった子どもの技能差と、思考の過程に応じるために、以下で述べる授業作りの手立てを講じていくこととした。

## 2 教材開発の動機について

本単元「ふりこのきまり」を指導する際に、関連教科の既習事項として、①数値の平均を求める計算力と、②振り子を正確に操作する実験技能が必要であると言える。

まず、前者についてだが、本単元の追究活動を重ねていくと、振り子の運動の特性を観察することよりも、電卓を叩いたり、平均値を算出したりすることに重きが置かれてしまう場面が見られる。ややもすると、振り子の運動の減衰やその軌跡など、振りこの運動に関わる深い気付きを見逃してしまうこともあると考えた。

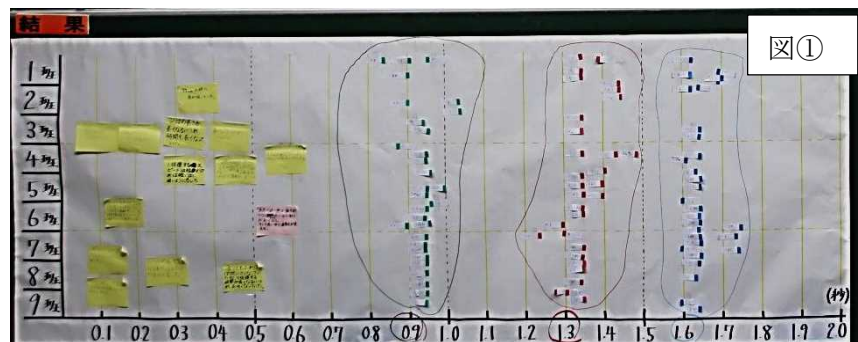
理科の観察・実験においてはその結果だけに留まらず、実験途中の事象の変化の過程にこそ着目し、疑問点や新たな課題を見い出していくことが、問題解決活動の本質だと言える。そのために、振り子の運動そのものに重きを置いた授業構成を提案したいと考えた。

## 3 講じた手立ての概要

### (1) 手立て1について

#### 【色付き付箋紙を活用した結果の集計】

そこで、授業が算数科に偏らず、正確なデータを捉える方法として、模造紙に学級の子ども全員分の実験結果を、色付き付箋紙で貼付する集約の仕方を提案した（下図①参照）。



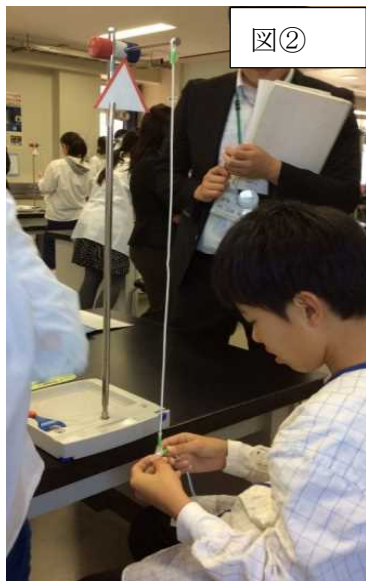
得られた実験結果と同値の場所に、色付き付箋紙を貼付するようにさせ、その集まり具合を、振り子の運動の規則性として捉えさせていくこととした。(左側の空いたスペースには、実験中の細かな気づきや、疑問に思ったことなどを別のメモ用付箋紙に書かせ、貼付させた。)ここでは、数値によってではなく、視覚的な表現によって、結果を共有させていきたいと考えた。そうして、振り子の長さが、振り子の運動の規則性を定める条件であることや、誤差がどの頻度で生じているのかということについて、「見て」捉えられるようにした。

ただし、振り子が1往復する時間の平均値については、授業の終末段階で算出させ、理科の科学的な手続きや見方についても学ぶことができるように留意した。

## (2) 手立て2について

### 【誤差の小さい実験用振り子】

次に、②で挙げた、子どもの実験技能を保障するために、実験結果の誤差が極めて小さくなる器具を用意した(下図②参照)。実験用固定台



図②

に角度計と15cmのステンレス釘を取り付け、直径3mmのナイロンプレード(1m:32円の物)を吊るすようにした。ナイロンプレードの先端を輪状に固定したことで、子どもが容易に振り子を交換で

きるようにした。また、鉄釘とナイロンの摩擦も小さかったことから、たこ糸を用いる従来の実験用振り子と、ほとんど変わらない予備実験データを得ることができた。おもりは、実験用天秤の付属品を用いるようにした(10g・20g・30g)。これらを合わせて、学級36人(2人組×18グループ)分の実験セットを用意した(実験用固定台9台の不足があったので、附属中学校の協力を得て用意することができた)。

触れ幅を示す角度計も、余計な数値は書き込まず、画用紙を三角形に切り、色線で60°など角度を示すだけのシンプルなものにした。

器具の操作については、子どもによる実験技能の誤差を小さくすることができるよう、「振り子の下端(おもりを取り付けた部分)をペンで持ち上げて、ペンを引くようにしておもりを



図③

離す。このとき、左手にストップウォッチを持ちながら、一人で計測する」という方法を統一した(下図③参照)。

このことで、おもりを離す際に勢いを加えてしまうことや、計時する際のタイミングのずれを防ぐようにした。併せて、器具の操作と計測を、振り子に対して正面の位置に立つて行うように指示した。また、実験ペアのもう一人は、実験中の操作に不備が無かったかチェックすることと、結果をノートに記録するという役割分担を設けるようにした。これらによって、振り子の運動を的確に捉える場面を、確実に保障できるようにした。

## 4 授業中の子どもの姿と成果

本時は、本単元の中の5時間目である。学習課題を「振り子の長さが長くなると、振り子が1往復する時間はどうなるか」と設定した。前時までの「触れ幅」「振り子の重さ」を変えた条件下での授業においても、本時と同様の手立て1・2を活用しながら、実践を行った。ここでは、振り子の長さを25cm, 50cm, 75cmと変えて、実験をさせた。子どもは、3つの条件下で、10往復する時間を計測した後、その値を10で割り(小数点を付けるだけ、と

指導した)、1 往復する時間を求めさせた。その後、その値を色付き付箋紙に記入し、模造紙に貼付するという展開である。

### 【実験の様子】

実験においては、子どもから「振り子が短いほうが掛かる時間が短いね」「振り子が長いと時間が掛かる」「3 とか 4 往復目くらいから、振れ幅が狭くなっている」「勢いも同じくらいになる」と、様々な気付きを得ることができた。図 1 にも示したように、条件ごと大きな誤差も少なく、予備実験と同様の結果も得られた。

手立て 1 の色付き付箋紙は、模造紙の上で貼り直しが利くので、正しく数値を表すことができたようである。加えて、貼る場所を子どもが間違えた際にも、同じ班の友達が指摘して、直すように促す場面も見受けられ、表現技能を高める学び合いに繋がったと言える。

また、本時は予想からまとめまで含めて、45 分間の授業構成で行った。十分に事象を観察する時間をもちながら、実験を 16 分間で終わることができた。これは、振り子の形状が交換しやすいものであったことや、子どもの操作に誤りが少なく、各班の実験試行回数に殆ど差が見られなかったことが背景にあると考えられる。

### 【結果の共有から考察、まとめまでの様子】

手立て 1 を活用し、結果を共有する話合いに移ると、「振り子の長さごとに、結果がまとまっているように見える」「このまとまりの外にあるものは、結果が正しくないのかもしれない」「振り子の長さが長くなるほど、一往復する時間も長くなっていくようだ」「やっぱり振り子の長さによって、きまりが成り立っていそうだ」などと、実験中の誤差を捉えたり、振り子の運動の規則性に対する様々な見方を共有したりすることができた。具体的には、ある子どもが、振り子の長さが 50 cm の実験データの集合を指差し、「町のように見えるよ」と表現したことから、筆者が「町ってどういうこと？」と発問をした。すると、「振り子の長さごとに、結果の集まる場所が決まっている」「振り子が 50 cm のときは、だいたい 1.2 ～ 1.4 秒のところに集まる」「振り子が長いと、1.6 秒あたりで、短いと 0.7 秒位だ」「振り子の長さによって、時間が

決まるんだ」などと、子どもが発言した。これらは、子どもの思考において「データの町」が「まとまり」へ、次には「傾向」へ、最後には「運動のきまり・規則性」として、昇華した姿だと言える。もし、数値表で結果を共有していくとなると、例え小数第 2 位以下の値のずれであっても、子どもは「少し早くなる」または「遅くなる」などと、認識のずれを生んでしまうこともありがちではないだろうか。このように、視覚的な手立てを通して、振り子の運動の規則性を子どもたち自身で見い出すことができたのが、今回の手立てを活用した上で有効な場面であった。

さらに、この共有場面から、「振り子の長さをもっと長くしたら、どのくらい一往復する時間が掛かるのだろう」という子どもの呟きを得ることができた。そこから本時の終末につなげ、天井からぶら下げた振り子の計測を行う教師の演示実験を提示した。ここでも、学級全員で「いち、に…」などと振り子の運動を数えながら計測に取り組んだ。得られた数値から、やはり振り子の長さが要件であることを納得した呟きや学習感想が聞かれ、理解を深めることができたと言える。

## 5 課題と今後の方向について

手立て 1 の課題として、予備実験の段階で、付箋紙の集合同士の間隔が均等になり、あたかも振り子の長さ、一往復する時間が正比例であるかのような、子どもの誤解を招いてしまう恐れを感じた。そこで、振り子の長さ、模造紙の 1 目盛りの間隔を、何度も調整した。今後は、振り子の運動の単元に限らず、3 年「ゴムと風の力」での実験記録や、5 年「物の溶け方」の飽和水溶液を作る実験などで、その汎用性を確かめていきたいと考えている。

また、「数値」「データ」を大切に、理科としての科学的な手続きを踏む姿勢も忘れないよう、指導の中に盛り込んでいく必要があると感じた。子どもが実験で得られた数値を根拠として生かし、豊かな学び合いが築けるよう、今後も活用の在り方を探っていきたいと思う。

(文責:梅津)