

- 中学校 3 年理科「運動の規則性」 -
「試行錯誤」が理解を深める

阿知須町立阿知須中学校 教諭 古田茂樹

記録タイマーで力学台車の運動の記録をとろうとしています。
どんな運動なのでしょう？

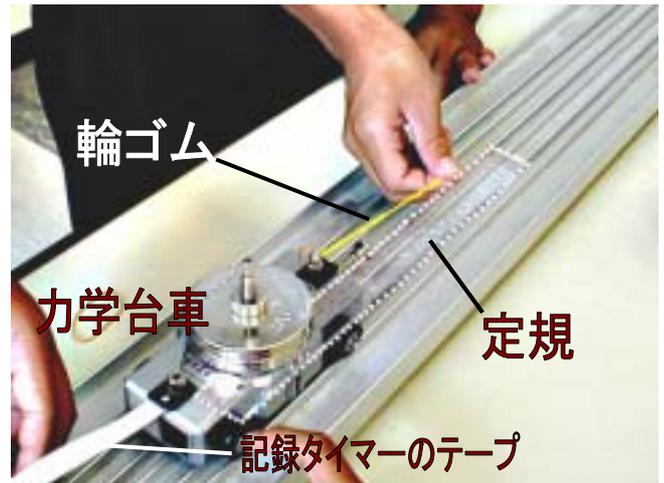
1. 単元名 「運動の規則性」

2. 単元設定の理由

「考えたことを実践する場」が足りない

「試行錯誤」をさせたい

「自然事象を人工的に再現する」ことで自然の理に迫る



3. 指導計画および指導事例

単元名	内容	時数
運動の記録の仕方	記録タイマーのしくみと使い方	1
	水平面での運動（等速直線運動）を記録しよう	
	記録の処理の仕方を学ぼう	1
いろいろな運動	等速直線運動	0.5
	だんだん速くなる運動（斜面の運動）	1.5
運動と力	「だんだん速くなる運動」を水平面で作ろう	4
運動のまとめ	作用・反作用、慣性の法則とまとめ	1
エネルギー	以下省略	

は、指導事例の中心的な内容

2. 単元設定の理由

「考えたことを実践する場」が足りない

<今の授業に何が足りないのか>

今の生徒に何が足りないのか。中学校理科では「科学的な思考」を挙げる教員が多い(平成14年度 県教委調べ)。それはなぜなのか。どのようにして克服していかなければならないのか。

さまざまな原因が考えられるが、「考える経験」を抜きにして克服は考えられない。「考えること」は、どの教科にも共通している重要な学習要素であり、手順でもある。しかし、単に机上で考えるだけでは、自然に事象に対する理解は深まらない。そこに、自然に事象に働きかける経験、言い換えれば、考えてきたことを実践すること(理科という教科の中では、観察や実験、実習という形で表現される)ことが重要である。

もちろん、この観察や実験などは、いわゆる“Cook Book”型の実験(観察や実験などの手順がこと細かに解説してあるもので、そのとおりに実施すればほぼ間違いなくうまくいく。)ではなく、自分で考え、それを、自然を相手に確かめてみようとするものでなくてはならない。「実践してみればじめてわかる」ことも多いのである。その中でこそ、新たな疑問も生じ、次なる意欲も生まれてくる。活動の場が保証されていないと、考える意欲もそがれることになる。

「試行錯誤」をさせたい

<何をさせようとしたのか>

教科書は、適切な解説のもとに、ほとんどすべての生徒が間違いなく観察、実験をこなせるように配慮されている。なかなかさまざまな方法を試してみる(試行錯誤を繰り返してみる)ことはなかなかできない。教師のアイデアが勝負になる。

「見本を見せて、その見本に近づけるように努力」をさせるのである。もちろん簡単にはできない。失敗しては工夫し、工夫しては失敗する。さまざまな試行錯誤がなされるはずである。

「どうしたらできるのだろう。」「これはどのようにして作り上げられているのだろう。」「他のグループの方法とどこが違うのだろう。」

このような活動が、自然の本質に迫り、それを解き明かす活動になるものと考えている。

「自然事象を人工的に再現する」ことで自然の理に迫る

<どのようにしようとしたのか>

自然の事象は、自然の理により成り立っている。自然の理を解き明かすのが科学であり、私たちは中学生にもその科学の一部を体験させようとしている。自然の事象を先に示し、その中に隠されている理を探し出すためにさまざまな工夫をすることで、理に近づくことができると考えている。

まず、自然の事象を計測する方法を身につけさせる。これが、この例では等速直線運動に近い運動を記録タイマーで記録し、その記録テープを処理することで「運動の記録の仕方」(下表参照)を身につけさせようとした。

次に、自然の事象を出会わせる。ここでは、「斜面を下っていく運動」をとり上げている。ここで、“斜面の運動”では、台車はだんだん速くなり、その加速の程度も一定している(“等加速度運動”であること)をポイントとして理解させることが主眼である。自然の事象はどのようになっているかを理解するのである。

そしてその後、自然に頼らずに人工的に同じ運動をつくるのである。“等加速度運動”を水平面につくることで、台車にはたらく力の大きさに気づかせることができると考えたのである。とくに、現行の学習指導要領となつてからは、斜面上で台車にはたらく斜面方向の力について考えさせる必要性がなくなった。図の上で台車にはたらく力の大きさに気づかせるより、力が運動に及ぼす影響という「自然の理」を実感させるには効果的だと考えたからである。

3. 指導計画および指導事例

(1) 指導計画

単元名	内容	時数
運動の記録の仕方	記録タイマーのしくみと使い方	1
	水平面での運動（等速直線運動）を記録しよう	
	記録の処理の仕方を学ぼう	1
いろいろな運動	等速直線運動	0.5
	だんだん速くなる運動（斜面の運動）	1.5
運動と力	「だんだん速くなる運動」を水平面で作ろう	4
運動のまとめ	作用・反作用、慣性の法則とまとめ	1
エネルギー	以下省略	

は、指導事例の中心的な内容

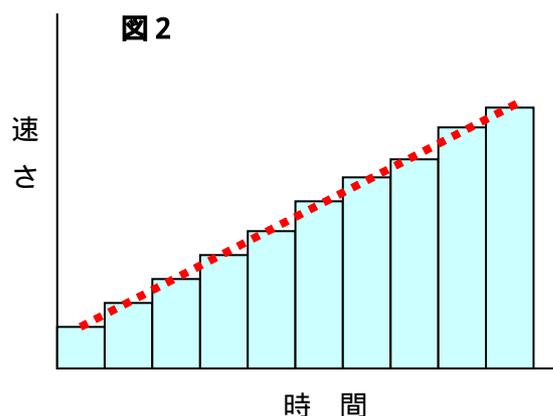
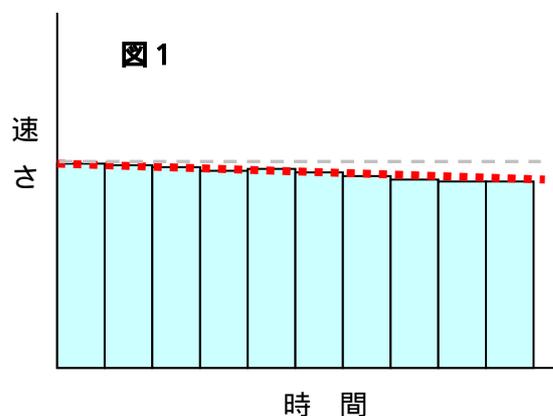
(2) 指導事例

ア 事前の学習（「運動の記録の仕方」「いろいろな運動」）

生徒に与える大目標は、「斜面の運動と同じ運動を水平面で作り出そう」ということである。

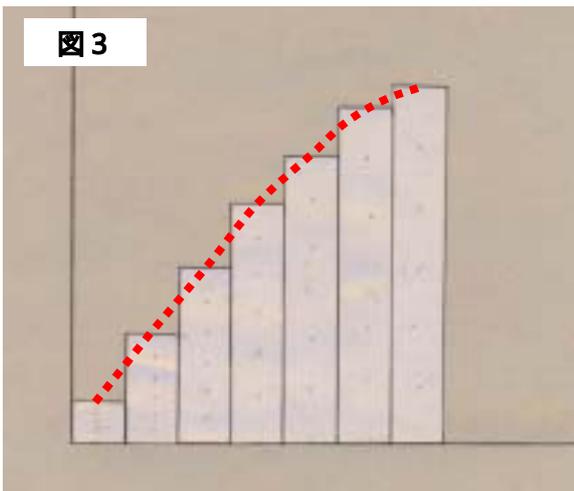
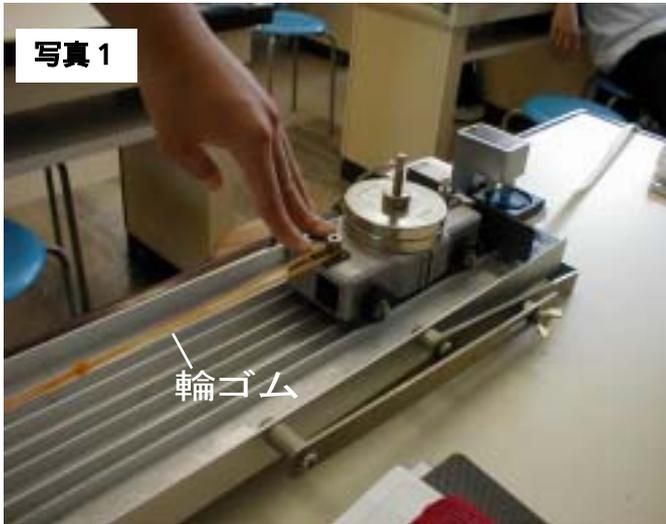
まず、運動の調べ方を学ばなくてはならない。そのための時間が2時間ある。記録タイマーのしくみ（テープに記録されるしくみや台車の速さと打点間隔との関連など）を知り、等速直線運動（力学台車の発進装置を利用し、その後の水平面での運動を記録したもの。わずかに減速する。＜図1のようになる＞）を例に、記録タイマーのテープをとり、それを処理する（グラフ化する）経験を積むことになる。

次の2時間は、水平面での等速直線運動（わずかに減速するが・・・）とだんだん速くなる運動（斜面の運動＜図2のようになる＞）とを比較することになる。斜面の運動のテープをとり、グラフ化してみることで水平面の運動との違いを認識し、「等速直線運動」の意味がわかるのである。このとき、各グラフのデータ間の差に注目させ、それが一定であること（生徒には、グラフの「階段」の高さが一定）とおさえておきたい



イ だんだん速くなる運動を水平面で作ろう（「運動と力」）

いろいろな方法をためしてはみるが、なかなか図2のような運動はできない。多くのグループが、教師が「使ってもいいよ」と、理科室に持ってきた「輪ゴム」に群がり、写真1、2のような方法で「だんだん速くなる運動」を作ろうとした。もちろん、このまま手を離せば、輪ゴムはだんだん短くなるので、運動の向きに働く力はだんだん弱まる。その結果としてできるグラフは、図3のようになる。



ほぼうまくいっているようにはみえるが、やはりグラフの

“階段”は、だんだん小さくなっている。

これでは「合格」はできない。自然の事象を再現しているとはいえない。

「合格」するには、“階段”の高さがほぼ一定である必要がある。自然に近づこうとさまざまな工夫をすることで、自然の理に迫ることができる。この程度（図3：赤の点線は生徒の作成したグラフに加筆したもの）では、「合格」はできない。

生徒は、さまざまな方法を用いた。その過程に、生徒のもつ思考力は発揮され、生徒の自然への関心や探究意欲なども表れてくる。磁石を用いて、台車の運動の向きに力を加えようとした者（写真3）、ばねを利用しようとした者（写真4）など、さまざまな個性が発



揮された。教師としては、その変容を評価の対象としての確に捉えていかなくてはならない。

図4

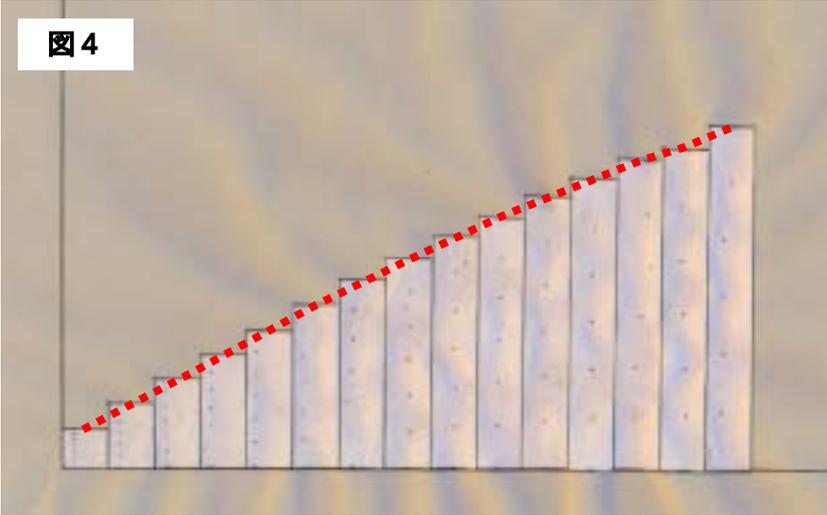


図4は、最終的に「合格」したグラフである。ほぼ直線になっている。

“階段”もほぼ一定である。

このグラフを作成したグループが写真5の方法で運動を記録した。

台車の前面に定規を固定し、それを目印に、**輪ゴムを一定の長さにのばしたまま台車を引く**という方法を見出したのである。

教科書の記述や教師のアドバイスにかなり助けられはしたが、何とか自分

写真



たちの力で、この方法を見出すことができた。

他のグループや他の学級にこの結果(グラフのみ)を公開し、さらに意欲付ける工夫もした。

実験およびその処理の時間には、3時間を費やした。その中で、早く「合格」したグループには、さらに“階段”がだんだん大きくなる運動をつくれという発展的な課題も与えたが、難なくそれをクリアすることができた(図5)。

結果的に、「輪ゴム」がうまくいった。その

図5



のびと力の大きさがほぼ比例関係にあることは、生徒の生活経験から何となく理解できるようである。その

**輪ゴムの長さを一定にすること
= 力の大きさが一定である**

こと、さらに、加わる力が大きくなれば、速さの増加の度合いは増し、逆に小さくなれば、速さの増加の度合いも小さくなることに気づかせることは難しくはない。図の上だけで、作図によって理解するよりはるかに簡単である。

「等加速度運動」は、同じ物体に一定の力が加わりつづけることで生まれてくる。通常は、その“一定の力”は、重力に依存することが多い。今回は、それを人の力に置き換えたことになる。

自然が作り出す事象を人工的に作り出すことは、自然の理に迫る方法として非常に有効であると感じる。