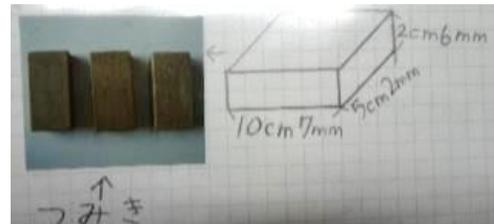


坂を転がる玉の研究

千葉市立小中台南小学校
第2学年 吉野 壮真

1 研究の動機

玉が坂を転がっているいろいろなからくりを通り抜けてゴールするところが楽しいのでピタゴラ装置が大好きである。自分で作成しようと思ったが、玉の転がる速さや動きがわからないと上手に作れないと思い、坂を転がる玉の様子を研究することにした。



2 研究の内容と方法

(1) 実験の準備

① 坂の作成とゴールの工夫

- ・物置の棚板を使用し、積み木を重ねて坂を作る。
(坂が傾かないようにしおりを挟んだ。)
- ・ゴール地点に音で到着がわかるようにお菓子の缶を置く。



[資料1] 実験装置の様子

② 玉の準備

下の表のような、大きさ・重さ・材質の異なる6種類の玉を準備する。

	直径(cm)	重さ(g)		直径(cm)	重さ(g)
ビー玉 大	2.5	20	鉄の玉	1.5	14
ビー玉 中	1.5	7	スーパーボール	2.0	4
ビー玉 小	1.1	2	ピンポン玉	4.0	2

③ 玉を転がす準備

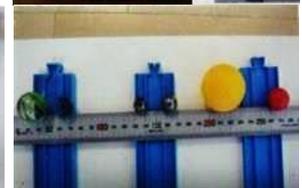
- ・スタート地点に赤いペンで印をつける。
- ・玉が転がらないように仕切りにするため、赤い印に合わせて定規を置く。



④ レールの準備

細いレール (長さ1m、幅1cm)
太いレール (長さ1m、幅1.3cm)

- ・レールをまっすぐ、並行に置く。
- ・スタート地点に赤いペンで印をつける。



⑤ プラレールの準備

⑥ レーンの作成

- ・棚板に工作用の薄い板をセロハンテープでずれないように貼る。



[資料2] 実験装置の準備

(2) 実験1 太いレール、細いレール、レールなし による速さの比較

まっすぐ転がるようにレールを用意し、それぞれの玉でレールの違い(太い、細い、なし)による速さの比較を行う。スタートが揃うように、スタート地点に定規を置いて仕切りを作り、定規を上げて同時にスタートさせる。6種類の玉で競争を行い、レースの前に順位を予想し、実験後に何故そういう結果になったのか考えた。

同じ実験でも結果が異なる場合があり、それは仕切りの上げ方に問題があると気づき、それを修正した。その結果、すべての実験において、1位レールなし、2位細いレール、3位太いレールになった。

(わかったこと)

- ・速さの差はレールの摩擦のせいであり、レールとの接触面が多いほど摩擦が大きくなり、スピードが遅くなる。

(課題)

- ・スタートの仕切りの上げ方の改良

(3) 実験2 プラレールを使って6種類の玉を競争させる

同じレール(プラレール)を使って速さを比較したが、レールのキズ、レールのつぎ目等により、実験のたびに結果が異なった。同じ条件での比較ができないので、この実験は失敗。

(4) 実験3 棚板にレーンをつくって競争させる

条件を同じにして速さを比較するために棚板レールを作成し、6種類の玉で競争を実施する。

(気付いたこと)

- ・重さや大きさが違っても、堅い玉は坂道を転がる時、スピードがだいたい同じになる。
- ・スーパーボールのように、少し柔らかくてべたつきのあるゴムでできた玉は摩擦の力で玉のスピードが遅くなる。
- ・ピンポン玉のように中が空洞で軽い玉は、空気の抵抗の影響で少しスピードが遅くなる。

(5) 実験4 坂の角度を変えて転がり方を観察する

棚板レーンの坂の角度を、積み木を一つずつ増やして急にしていったら、玉の転がり方が変わるかどうかを写真と動画で検証する。

① 動画でスタートからゴールまでの時間をストップウォッチで計測

急になるほど玉がゴールに到着するまでの時間が短くなった。

(気付いたこと)

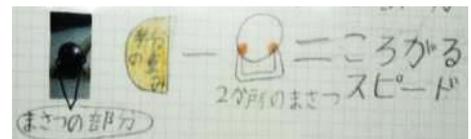
- ・ゴールまでの時間が短くなったということは、玉のスピードが速くなっているに違いない。

② 写真(連写)での検証

シャッター間隔は同じなのに、玉が転がる間隔が広がった。



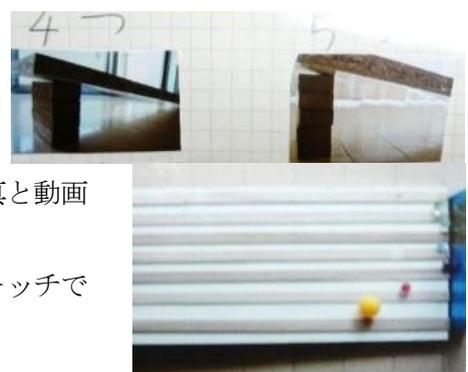
[資料3] 実験1の様子



[資料4] 実験1でわかったこと



[資料5] 実験3でわかったこと



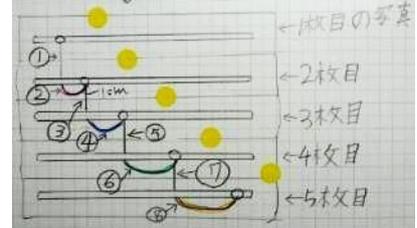
[資料6] 実験4の様子とまとめ

(気付いたこと)

- ・下に転がっていくほど、だんだんスピードが速くなる。(加速していく)

(6) 実験5 坂を転がっていく玉の転がる速さ坂の上と下で比較する

写真の連写を利用して坂が急な方が玉の速さが速くなる「玉が転がるきまり」を見つけたが、あまり正確に計測できないので棚板に目盛をつけて実験を行った。棚板で坂を作成し、積み木で高さを変え、玉が坂の下に置いたお菓子の缶にぶつかるまでの時間、あたる音の大きさでぶつかる瞬間の速さを比較した。



(わかったこと)

- ・坂を転がっていく玉は下に転がるほどだんだん速くなる。
- ・急になるほど転がるスピードが速くなる。

(7) 実験6

鉄の玉を坂で転がし、ゴールしたときのお菓子の缶にあたる音の大きさを坂の上下で比較すると、下の方で缶にあたるほど大きな音がし、坂の傾きを急にすればするほど缶の音は大きくなる。次にピンポン玉に印をつけて坂を転がすと、下になるほどピンポン玉の印が見えたり見えなくなったりする動きが速くなる。更に、ガムテープの芯を利用してコロコロ転がるものを作成して坂を転がすと、坂の下に行くほど回転が速くなる。

【資料7】 実験5のまとめ

(わかったこと)

- ・坂では下の方ほど、また傾きを急にすればするほど、転がる速さは速くなる。

4 研究の成果とまとめ

細いレール、太いレール、レールなしでの対照実験により、玉とレールが接触している部分で、摩擦が生じ、玉の速さの違いの原因となっていることがわかった。次に、作成したレーンで、対照実験を行い、玉の大きさや重さが異なっても堅い玉は転がるスピードが大体同じになるという結果を導き出すことができた。棚板に5cm間隔で印を付け、坂の角度を変えて競争し、その様子を連写で写真を撮ることで同じ時間で進む距離を計測し、ピンポン玉にはたらく空気抵抗についても調べた。これにより、傾きが急であればあるほど速くなり、また速くなる度合い(加速)が大きくなる事を写真・表を用いて調べることができた。最後に、自分の目で坂を転がる玉の速さについて観察した。これにより、鉄の玉が坂を転がる時、坂の下に行くほどゴール時の缶にあたる音が大きくなることから、速さが段々速くなっていると考察した。また、印を付けたピンポン玉やガムテープの芯を利用したものを転がし観察すると、坂の下になるほど、印の動きが速く見えるので、玉が速く転がることがわかった。

5 感想

実験前に結果を予想し、実験結果は写真を用いて解説し、実験後に結果に基づいて自分の考えを述べ、最後にそれについての考察を行い、わかりやすくまとめることができています。1年生の時に実施した実験で、運動量保存の法則を確かめ、今回の実験で坂を転がる玉のきまりを見つけたことができた。これからも様々な実験を楽しみながら行い、色々なことを学んでいってほしいと思う。これからの研究が本当に楽しみである。

(指導教諭 西川 典子)