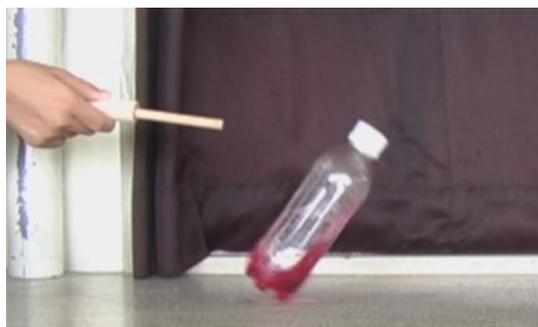


平成22年度 碧南市まなびさぼーと事業 科学コンクール

七転び八起き

～受験生の僕が見つけた

転ばないペットボトルこぼし～



碧南市立新川中学校 3年2組

市川 良

1 研究の動機

「ペットボトルに水を入れて、指ではじくと倒れても起き上がってくるよ。」これが研究のはじまりでした。

半信半疑だった僕は、1回やってみました。すると偶然にも起き上がりました。しかし、2回目以降なかなか起き上がりませんでした。気がつくやと夢中になってペットボトルをはじいていました。

はじき方やはじく場所、ペットボトルの形や大きさ、中に入れる水の量……。どういう条件のときに起き上がるのか不思議に思ったので研究することにしました。

2 研究を始める前に

空のペットボトルをある程度の高さから落とすと、弾みあがることがあります。空のペットボトルでも指ではじけば起き上がるかもしれません。もし起き上がれば、ペットボトルの素材や形に起き上がる秘密があることになります。そこで、6種類の空のペットボトルをはじくことにしました。

ここで、いつも同じ力でペットボトルをはじくための装置「おはじき君」（右写真）を作りました。



木製の円筒に木の棒をさしこみ、ゴムの動力ではじきます。指の微妙な柔らかさを出すために衝突部に2mm厚のラバーをはりました。また、ペットボトルをはじく場所もキャップ部分と決めて統一しました。



実験 1 6種類の空のペットボトルをはじき、起き上がるか調べる。

<予想>

ボトルの肩の部分が丸いものが、弾んで起き上がるだろう。

<結果>

すべて起き上がりませんでした。

<考察>

素材や形だけではないところに、起き上がるための秘密がかくされていると考えました。

3 研究の目的

実験1から、単にペットボトルをはじくだけでは起き上がらせられないことがわかりました。そこで、今回の研究は、ペットボトルに入れるものやその量などを様々に工夫しながら、起き上がりやす

い条件を見つけることを目的としました。

4 研究の内容

まずはじめに、実験1で使ったいろいろな形のペットボトルを使って中に入れる水の量を調節しながらどれが起き上がりやすいか、またどうやって起き上がるのかを実験で確かめることにしました。

実験2 実験1の各種ペットボトルに水を入れ、どれが起き上がりやすいかを調べる。(水の量は研究前に偶然起き上がったときの量を参考にして、85mlに統一する。)

<予想>

起き上がるのは床に当たった衝撃で、ほど良くはねかえるからだと思います。どのタイプのペットボトルも素材はPETなので、起き上がると思いました。一番起き上がりやすいのは肩が丸い形のものだと思います。なぜなら、角ばっているものより、はね返りが良さそうだったからです。

<結果>

① スコール	② 爽健美茶	③ オレンジ氷結ボトル
		
○	○	×

④ MIU	⑤ ウーロン茶	⑥ チェリオ
		
×	×	×

6種類の中で①と②の2種類が、起きあがりました。予想通り、肩の形が丸いものでした。丸くても肩が低い位置にあるものや側面が四角形のものは全く起き上がりませんでした。

<考察>

ペットボトルを起き上がるようにするには、水を入れ、丸い形のものがよいと考えられます。④は、丸い形でしたが上半分が大きくバランスが悪いため、はねかえるものの起き上がりきれなかったと考えました。

ペットボトルを起き上がるようにするには、空でなく水が必要なことがわかりました。しかし、水の量を85mlにすることが、最適であるかはまだはっきりしていません。そこで、水の量85mlが本当にふさわしいのか調べることにしました。

実験3 実験2の結果を踏まえ、丸形ペットボトル（スコール）を用い、水の量を①50ml、②85ml、③100mlと変えて実験する。

<予想>

はじめにやったときにできた量の85ml（②）は、立ち上げるために何度も水の量を調整した結果なので、これが一番起き上がりやすいだろう。

<結果>

① 50 ml Δ ② 85 ml ○ ③ 100 ml ×

<考察>

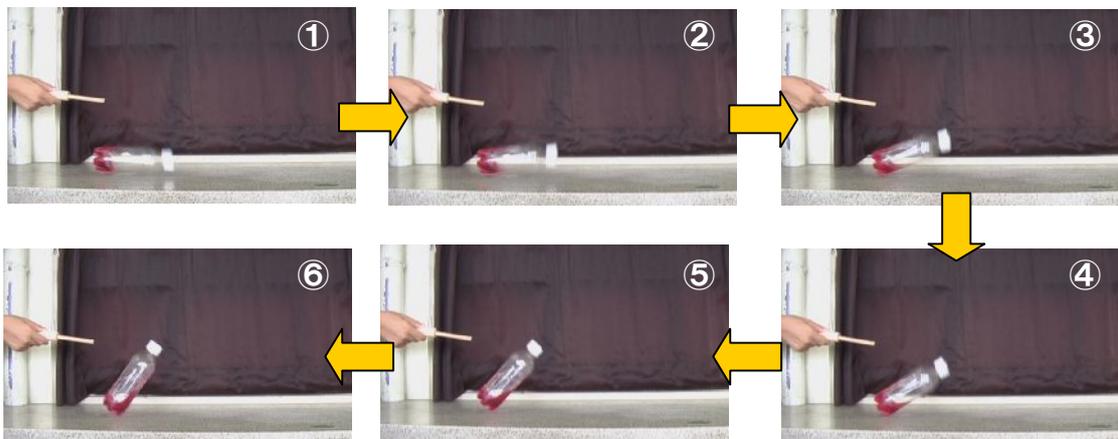
予想通り、水の量を85mlにした場合がもっとも起き上がりやすいことが確かめられました。水の量は、これより多くても少なくてもうまく起き上がりません。

ここで、水の量は決まりましたが、なぜ空だと起き上がらず、水

を入れると起き上がるのかという根本的なところに疑問を感じました。そこで、中身の水がペットボトルの中でどのような動きをするか調べることにしました。

実験4 ペットボトルに水を85ml入れ、はじいたときの水の動きを調べる。(水は分かりやすくするために赤に着色し、ビデオ撮影した動画をコマ送りしながら、静止画にこま落としし、観察する方法とした。)

<結果> (①倒れて床に平行になった瞬間～⑥起き上がってくるまで)



<考察>

静止画を一枚ずつ見比べていくと、次のような仮説を思いつきました。

【仮説】

ペットボトルが倒れたときに、中の水は慣性により底部にとどま

っています。(→①②) ペットボトルが床面に当たってはねかえる途中で、遅れて水がペットボトルの壁面に沿って上部に流れていこうとします。(→③④⑤) しかし、既にペットボトルは戻ろうとしているため、水が戻ろうとするペットボトルの勢いにブレーキをかけることとなります。(→⑥) そのブレーキのおかげで、ペットボトルがはねかえりすぎて手前に転んでしまうことを防いでいるだろう。

これは、あくまでも画像を観察して考えた仮説です。これを証明するには、壁に沿って水が流れないとき、ペットボトルが起き上がらないことを確かめればよいと考えました。

そこで、これまで、ペットボトルの中身を水に限定して実験してきましたが、同量であるが固体の場合や同じ液体だが粘性が高く流れにくいものの場合で行ってみることにしました。

実験 5 水以外のものを入れたとき、ペットボトルは起き上がるかを調べる。(入れる量は、いずれも実験 3 の結果より 8.5 ml に統一した。)



<予想>

① 水	② 蜂蜜	③ 蜂蜜漬け	④ 寒天
赤色に着色 密度 1	やや粘性あり 密度 1.3	粘性高い 密度 1.6	固体 密度 1.2
起き上がる	粘性が高い分起き上がりにくい	液体の動きが遅いため起き上がらない	動かないため起き上がらない

<結果> (成功率)

① 水	② 蜂蜜	③ 蜂蜜漬け	④ 寒天
○ 90%	◎ 95%以上	△ 50%	× 0%

<考察>

水より蜂蜜のほうが起き上がりやすいことに気がつきました。同じ量でも蜂蜜は水より密度が大きく粘性も高いことから、水より慣性が長くはたらき、タイミングが合うと考えました。しかし、底に固まっている寒天はペットボトルの中で動かないためペットボトルのはねかえる動きにブレーキをかけることができず、手前に転んでしまうと考えられます。これにより、実験4で考えた仮説が証明できたと考えます。

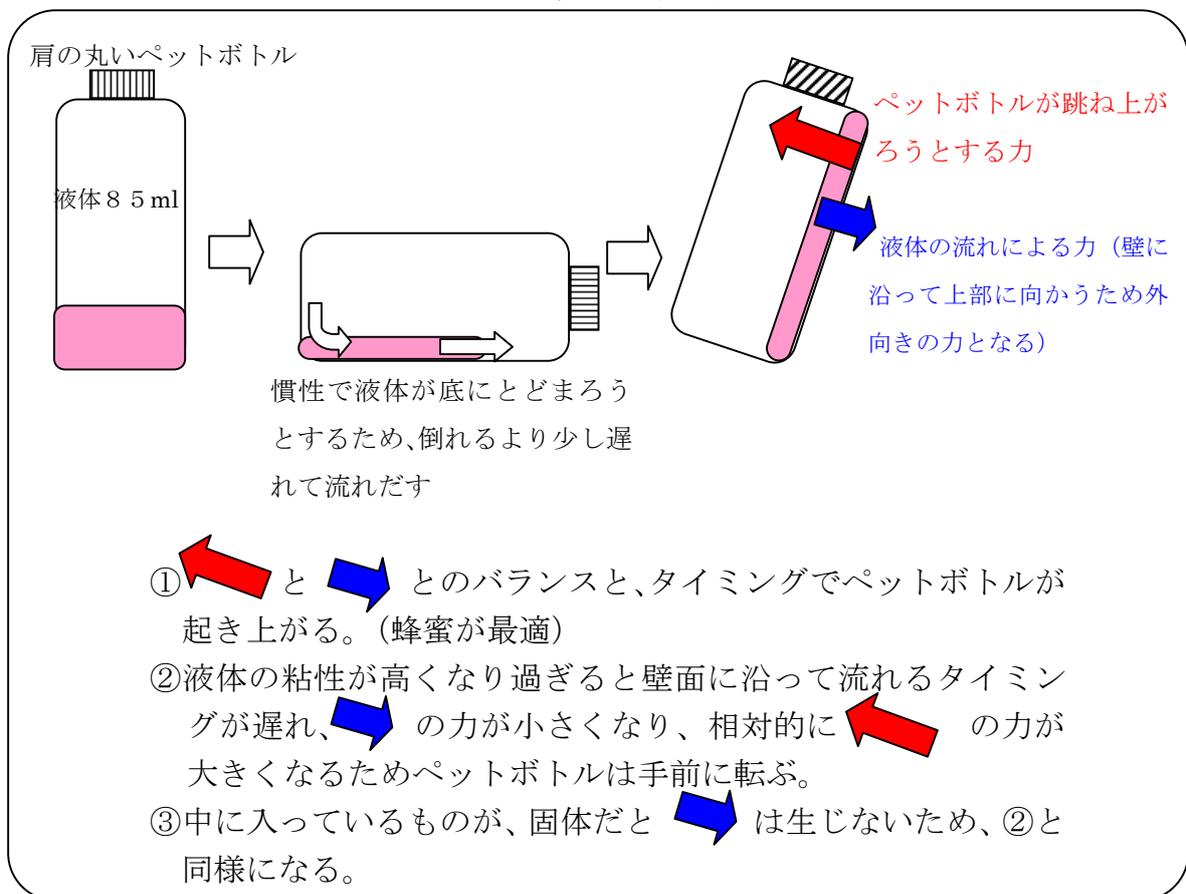
5 研究のまとめ

ペットボトルをはじいて起き上がるのは中に入れた液体が慣性によって遅れて流れ出したことが、ボトルがはね返る勢いのブレーキ

となることがわかりました。ペットボトルの形状は、床ではねやすい丸い形がよく、側面に角があるものは不適でした。

また、粘性の高い蜂蜜のほうが水より起き上がりやすいのは、粘性が高くやや遅れて流れることと、密度が大きいため同量でも勢いにブレーキをかけることができるからだと考えました。しかし、粘度が高すぎるとタイミングが合わなくなります。また、固体になってしまうと流れ出さないため、全くブレーキがかからずに手前に転んでしまいます。以上を図にまとめてみたものが次の図です。

<ペットボトルこぼしがうまく起き上がるメカニズム>



6 終わりに

今回の研究では、遊びの中から見つけた不思議を自分なりに解明することができました。授業で学んだ慣性に行き着くとは思いませんでしたが、学校で学んでいることが身近なところにあることがよくわかりました。

いろいろな自然現象も詳しく見ていくと学習したことの組み合わせで、成り立っていることも多いと思います。これからも身近な不思議を自分なりに解明していきたいと思います。