

優 秀 賞

液体に物を落とした時のはね方について

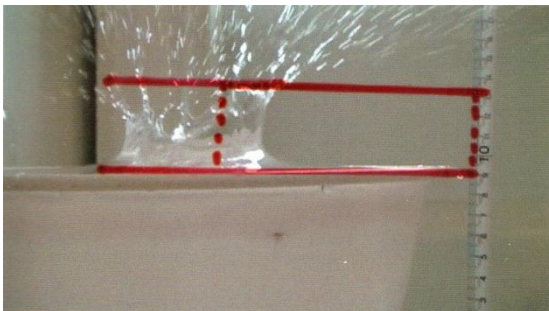
千葉市立緑町中学校 1年

1 研究の動機・目的

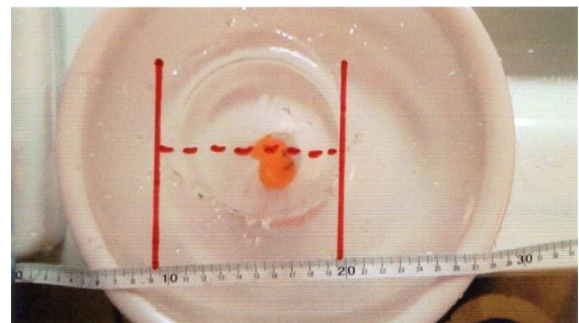
あるテレビ番組で、「液体にその液体自身を1滴落とした時のはね方が、王冠のようになる物を探し、それを利用して巨大な王冠を作る」と言う物を見た。それをきっかけに、液体のはねる様子（大きさ）は、落下する物体の質量・体積や落とす高さ、はねる液体の粘性が変わるとどのように変わるのであるかを調べることにした。

2 研究の方法

落とす物には、空気抵抗を変えずに質量だけを変えられるように、ピンポン球を2つに切って中に粘土を入れ、テープでつなぎ止めたものを使用した。それを、簡易落下台から水を満タンに入れた桶に落とす。そして、水のはねる様子をビデオカメラのスロー録画機能を使って撮影した。具体的には、水のはねる様子を真横と真上から、それぞれメジャーの目盛と一緒に撮影した。さらに、撮った動画から静止画を作り、いったんテレビ画面に拡大して目盛を読み易くして、はねる高さや直径を測った。（水しぶきは測定範囲に含めないことにした。）その方法を基本とし、実験を4つ行った。



はねる高さの測り方



はねる直径の測り方

3 実験1～落下する物体の質量を変えると～

ピンポン球の中の粘土の量を変えて、全体の質量を 10, 15, 20, 25, 30, 50, 60g と増やしていき、それぞれ 30cm の高さから 3 回ずつ水を張った桶に落とし、はねる様子を撮影・測定した。

結果

質量 (g)	10	15	20	25	30	50	60	
高さ cm	1回目	3.5	4.5	3	3.5	5	5.5	6
	2回目	3.5	4.5	4.5	4	4	3.5	5.5
	3回目	3	3.5	2.5	3.8	4.3	5	7
	平均	3.3	3.8	3.3	3.8	4.4	4.7	6.2

この実験の際、10～30g ピンポン球を落とした時は桶の底にぶつからなかった。しかし、50, 60g のピンポン球は桶の底にぶつかっていた。理由を考えたら、水より軽い時のピンポン球はそこにぶつからず、重い時にぶつかっていた事がわかった。

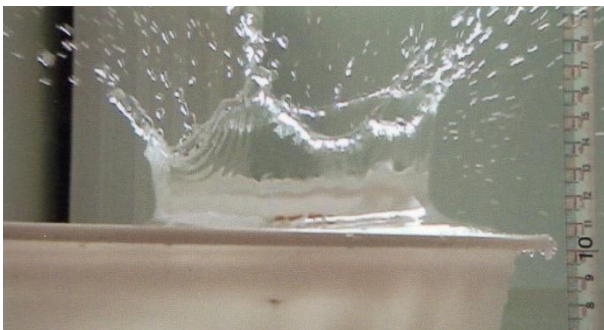
$$\text{ピンポン球の半径} = 2\text{cm} \quad \text{球体の体積 } V = \frac{4}{3}\pi r^3 \quad \text{ピンポン球の体積} = 33\text{cm}^3 \quad \text{ピンポン球と同じ体積の水の質量} = 33\text{g}$$

- 考察**
- ・水のはねる高さとはピンポン球の質量は比例しないが、ピンポン球の質量が大きくなるとはねる高さは直線的に大きくなる傾向がある。
 - ・また、水のはねる直径もピンポン球の質量と比例しない。しかし、水より質量が小さいピンポン球を落としたときのはねる直径は一定だが、ピンポン球の質量を水より大きくしていくと、はねる高さが段々と小さくなっていく。この実験では、ピンポン球が桶の底にぶつかる時・ぶつからない時があり、結果は桶の大きさによって変わると推測された。

4 実験2～物体を落とす高さとはね方～

ピンポン球の質量は、60g に統一し、それを落とす高さを 20, 25, 30, 35cm と高くしていき、はねる様子を撮影・測定する。

- 考察**
- ・水のはねる高さは、25cm から落とした時のデータを無視すれば、グラフに原点を通る直線が引けたので、ピンポン球を落とす高さとは比例する事がわかった。
 - ・水のはねる直径とピンポン球を落とす高さの関係は、結果を見ると不規則だったが、やはり規則性がないのは理解しがたく、この実験から不規則だと言い切る事はできない。



それぞれ、30cmの高さから落とした時の、横からと縦から見たようす

5 実験3～落下する物体の体積とはね方～

落とす物の質量を変えずに体積だけを変えられるように、ピンポン球(直径4cm)よりも大きいスーパーボール(直径4.7cm, 50g)を用意して比較する事にした。勿論ピンポン球は50gにして、30cmの高さから落とした。

- 考察**
- ・落下する物体の体積とはねる高さは比例すると思われるが、比較対象が2つだけで、確実性は無い。
 - ・スーパーボールを落とした時の水のはねる直径が非常に歪な形で、測定する事ができなかった。そのため、落下する物体とはねる直径の関係は分からなかった。

6 実験 4～液体の粘性の違いによるはね方の違い～

水に片栗粉を溶かし、鍋で加熱し、粘性が出たら火を止め、冷ます。その液を桶いっぱいに入れ、30cmの高さから60gにしたピンポン球を落とす。そして、粘性をつけていないただの水の場合のはねる様子と比較する。

- 考察**
- ・水のはねる高さは、粘性をつけた水の方が小さかった。しかし、余り大きな差がでなかった事や、データにバラつきがあった事から、断定する事はできない。
 - ・それに対し、はねる直径は粘性をつけた水の方がかなり大きくなった。

7 研究のまとめ

結論

- ・水のはねる高さは、落下する物体の質量が増えると直線的に大きくなる。(桶のサイズによって変わる可能性がある。)
- また、物体の落下地点の高さ、体積と比例する。
- ・水のはねる直径は、落下する物体の質量が水より小さい場合、一定になるが、水より大きい程小さくなる。(やはり桶のサイズによって変わる可能性が高い。)
- 物体の落下地点の高さ、物体の体積との関係は良く分からなかった。
- ・物体を液体に落とした時、その液体の粘度によってはね方は違う。粘度のある方が無い方に比べ、縦に小さく横に大きくはねる。

※物体の落下地点の高さと水のはねる高さが比例した事から、「物体の位置エネルギーと水のはねる高さは比例する」と推測される。そのため、物体の質量(位置エネルギー)の大きさとも比例すると思われた。

8 研究の反省

主に次の3つが原因で、実験結果の解釈が難しくなった

- ① データを3回ずつしかとらなかった。…データ量が少なくなり、誤差に惑わされる原因となった。
- ② 比較する範囲が狭かった。…実験結果の信憑性を下げた。
- ③ 比較する対象が少なかった。…データが乏しくなり、実験結果の確実性を下げた。

※次からは、最低10回はデータを取りたい。

9 指導者のコメント

水に粘土をつめたピンポン玉を落としたときのはね具合をビデオに撮り、動画から静止画に変えて、はねる高さや直径を測定して比べた。瞬間的な現象を一つ一つ丁寧に実験し、条件を変えて調べている。ピントが甘くなりがちなアップの写真も、ビデオカメラのスロー機能を上手に使い、鮮明な写真にしている。実験を行うだけでなく、考察もしっかりしている。特に、ピンポン玉が落ちることにより生じた横の波と、桶の底に衝突したときの縦の波の影響をエネルギー変換の観点から考察しているところが中学1年生としてレベルの高さを感じさせる。

研究の反省でも本人が書いているが、まだ不確定要素の高い実験でもあるので、今後の深い研究に期待したい。

(千葉市立緑町中学校理科部会)