

缶の回転速度に対する流動性と質量の影響

豊島区立池袋第三小学校

6年 三上 遥生

研究の動機

僕は生活している中でペットボトルを落としてしまう時があります。その転がっているペットボトルを見て、4年生の時にした「筒の中に粘土を敷き詰め、敷き詰める量が多いほど重くなり、転がる速度が速くなる」という実験を思い出しました。そこで、今回は液体でも同じように重い物が1番速く転がるのかと疑問に思い以下の実験をしました。

予想

今回も重さがある方が速く転がると思いました。なぜなら、空気が缶の中に入っているほど水がばらばらに動きその分、動きがまとまらず遅くなるが、空気の割合が少ないと無駄な動きがない分、速くなると考えたからです。また、前回の実験で重い物の方が速く進むという事が分かったからです。

研究1の方法

内容量350mlの缶の中に、入れる水の量を変えて傾斜15度の板の上を0.9m転がします。そして、他の缶との差を分かりやすくするため、そのまま平坦な所を2m転がします。この2.9mを転がした時のタイムを6回ずつ計ります。

結果

	〈回数〉	〈平均〉						平均
		1位	最下位	1位	最下位	1位	最下位	
A	0ml	3.72	3.60	3.81	3.59	3.75	3.50	約3.66
B	150ml	3.25	3.32	3.28	3.16	3.25	3.31	約3.26
C	250ml	2.56	2.54	2.42	2.43	2.59	2.53	約2.51
D	350ml	2.72	2.71	2.68	2.69	2.62	2.72	約2.69

1位の缶Cと2位の缶Dとのタイムの違いは約0.19秒と少ないが3位の缶Bと缶Cを比べると約0.76秒と大幅に違います。

考察

(単位:秒)

予想は外れていて、缶の約70%の水が入っている缶Cが一番速かったです。また2位は缶Dの時でした。このことから、1番重かった物が2位だったので重さは重要ではなく、缶の中で水が動くということが重要だと思いました。しかし、缶Bよりは缶Dの方が速かったので重さも少しは関係していると考えました。

疑問&仮説

研究1では缶Cが1番速いと言うことが分かりましたが、研究1ではざっくりとした実験だったので本当に缶Cの時が一番速いのかと疑問に思いました。なので、次が一番速かった缶Cと次に速かった缶Dの間で水の量を変えて実験をすれば、どの時が一番速いかが分かると思いました。

予想

缶Cと缶Dでは缶Cの方が速いので250mlに10mlずつ足していくと最初の方はタイムが段々速くなるが途中で遅くなり缶Dと同じぐらいの速さになると思えます。なぜなら、研究1で分かった通り缶Cと缶Dではタイムの差が少ないので途中では大きく変化する事はないと思ったからです。

研究2の方法

転がす条件は「研究1」と同じにします。そして、260mlから始め、340mlまで10mlずつ増やします。この缶を6回ずつ転がした時のタイムを計ります。

結果

	〈回数〉	〈平均〉						平均
		1位	最下位	1位	最下位	1位	最下位	
C	250ml	2.56	2.54	2.42	2.43	2.59	2.53	約2.51
E	260ml	2.62	2.53	2.44	2.62	2.63	2.65	約2.58
F	270ml	2.47	2.53	2.53	2.50	2.50	2.48	約2.50
G	280ml	2.47	2.41	2.38	2.43	2.43	2.47	約2.43
H	290ml	2.41	2.40	2.41	2.39	2.40	2.38	約2.39
I	300ml	2.53	2.56	2.53	2.60	2.59	2.63	約2.57
J	310ml	2.54	2.56	2.62	2.65	2.56	2.52	約2.57
K	320ml	2.57	2.63	2.70	2.63	2.57	2.53	約2.60
L	330ml	2.59	2.56	2.68	2.65	2.56	2.63	約2.61
M	340ml	2.59	2.69	2.70	2.68	2.72	2.60	約2.66
D	350ml	2.72	2.62	2.68	2.69	2.71	2.72	約2.69

少し缶Eの所で、ずれがありますが、缶Cから1位の缶Hまでは、タイムが少しずつ縮まり、缶Iからは缶Dにかけて段々タイムが遅くなっています。しかし、缶Eと缶Iと缶Jを比べるとほとんどタイムが変わっていないので、タイムが遅くなったり速くなったりする過程で、タイムが同じになったりする事もあると言う事が分かりました。

考察

(単位:秒)

予想は部分的に正しかったです。なぜなら、缶Hまではタイムが速くなり、缶Iからはタイムが段々遅くなりました。しかし、缶Hと缶Iを比べると約0.18も変化があるので、「途中で大きく変化することはない」という予測は間違っていました。そして、結果は缶の約80%の水が入っている時が一番速いと言う事が分かりました。またこのことから、やはり缶の中での水の動きや重さが関係しているという事も分かりました。

疑問&仮説

今回の研究2では缶の約80%の水を入れた時が一番早いと分かりましたが、なぜ缶の約80%の水を入れた時が速いのかと疑問に思いました。そこで、缶の回転数に関係していると考え、水の動きが分かればその原因が分かると思いました。

予想

研究1では、ばらばらに動く予想していましたが、実験をしていく内に考えが変わり、缶の中では遠心力により水が缶の内側にくっついている状態で、真ん中に空気があり、回転が速くなっていると考え直しました。

研究3の方法

今回は、缶の上の部分が開いている別の缶を使います。缶の容量が340mlなので、この缶の約80%の約270mlの水を入れます。そして、中の水の動きが確認できるように、缶の上部にラップをし、水が漏れない様輪ゴムでラップを止めます。最後に転がっている所を横から写真を撮ります。

結果

※線より下が水の部分です。



板から0.4m



板から0.9m



板から1.9m

考察

予想は外れていて、水は傾斜を転がっている時は少し前に傾きながらずっと下の方にあり、平坦な所を転がっている時は真っすぐで、常に下の方に水があり、ほとんど動いていませんでした。このことから、水が下にある事で回る時に前に重心が行き、速くなると考えました。

疑問&仮説

ここまでの研究では傾斜を15度で実験していました。そこで一番速かった缶Hと一番重い缶Dを傾斜を上げて転がした時、タイムが同じになるのか、それとも最後まで同じにならないのかと疑問に思いました。そこで、今回は傾斜を上げた時どのようなタイムになるのかを調べることにしました。

予想

缶の転がる回転速度は傾斜によって水の動きと重さの重要性が変わってくると思います。僕は傾斜を高くするほど重さが重要になってくると思うので、缶Dの方が段々缶Hに追いついて、抜かすと思いました。

研究4の方法

15度から傾斜を5度ずつ高くしていき、缶が傾斜の板でバウンドしない30度までで実験をします。傾斜は0.9m、平坦な所は2mと転がす長さは研究1などと同様、一番転がるのが速かった缶H (290ml) と一番重い缶D (350ml) をそれぞれ6回ずつ計ります。

結果

		〈回数〉		〈平均〉		〈差〉		平均	差
		1位	最下位	1位	最下位	1位			
15度	H	2.41	2.40	2.41	2.39	2.40	2.38	約2.39	
	D	2.72	2.62	2.68	2.69	2.71	2.72	約2.69	
20度	H	2.03	2.12	2.00	2.00	1.97	2.03	約2.02	約0.37
	D	2.16	2.15	2.16	2.16	2.16	2.12	約2.15	約0.54
25度	H	1.63	1.59	1.57	1.57	1.63	1.56	約1.59	約0.43
	D	1.65	1.64	1.57	1.57	1.57	1.64	約1.60	約0.55
30度	H	1.54	1.50	1.54	1.66	1.56	1.50	1.55	約0.04
	D	1.56	1.52	1.50	1.50	1.44	1.52	約1.50	約0.1

(単位:秒)

25度までは缶Hの方がタイムは速かったけれど、最後の30度で缶Dの方が速くなりました。缶Hは15度から20度にかけて、約0.37秒速くなりましたが、缶Dは、約0.54秒も速くなりました。その後も、缶Dの方がタイムの縮み方が大きいと言う事が分かりました。

考察

予想通り、最後の30度で缶Dの方が速くなりました。缶Hは缶Dに比べて速くなる幅が小さく、缶Dが段々缶Hと同じタイムになり、缶Dが抜かしました。縮まり方を比べると、缶Hは15度から30度まで順番に約0.37秒、約0.43秒、約0.04秒と25度から30度にかけては、ほんの少ししかタイムは縮まっていません。缶Dは順番に約0.54秒、約0.55秒、約0.1秒となりました。このことから、傾斜が上がる事によって重さの方が重要になってくるという事が分かりました。

研究のまとめ

今回の実験で、中身が固体なのか液体なのかで転がした時の速さが変わるという事が分かりました。そして、今回の研究では缶の中の水と空気の割合や重さに関係していると考えました。なぜなら、研究2の実験では缶Hまではタイムが縮まり、缶Iからはタイムが段々落ちるという所から水と空気の割合が関係していると思いました。そして研究4では、最終的に一番重い缶Dの方が速く転がったので重さも関係していると考えました。また、今回の研究は傾斜を変える事で重さが重要になってくる所や、缶の中の水の動きなど、予想外の事が多くとても面白かったです。更に、今回の研究は車のダウンフォースに少し似ているように感じました。それは、一番速かった缶Hがダウンフォースの様に缶の上部は空洞になっていて水が下の方にあり、上が軽く下が重くなっている所や、重心が下の方にあったと言う所が似ていると思いました。しかし、ダウンフォースは空気抵抗も関係しているので、今度研究をする時は空気抵抗がどの様な時が一番速いのかを実験で解き明かしたいです。これからも、このような実験をして新たなことを知っていきたいと思いました。