

# 理科自由研究

ペットボトルから流れ出る  
水の時間の変化について

鶴岡市立豊浦中学校  
3年A組 伊藤 颯汰

# 1. 動機

運動会の水汲みリレーの練習で、練習終了後に水を流す際、速く流れ出た場合と遅く流れ出た場合があることに気付きました。そこで、どんな場合に水は速く流れ出るのかが気になり、調べることにしました。

# 2. 目的

身近にあるペットボトルを使用し、どのような場合に水は速く流れ出るのかを実験により調べる。

# 3. 仮説

- ペットボトルには、凹凸のあるものとないものがあり、凹凸の有無で水が流れ出る時間に違いがあると考える。
- ペットボトルの傾きによっても水の流れ出る時間に変化が現れると考える。
- 上記の仮説により、凹凸のあるペットボトルと凹凸のないペットボトルを傾かせて、水が流れきるまでの時間を測り、比較する。

# 4. 準備したもの

- 凹凸のある2.0リットルのペットボトル
- 凹凸のない1.5リットルのペットボトル
- 分度器のアプリ
- スマホを固定するゴム
- ストップウォッチ
- 計量カップ
- ゴム栓
- 秤



## 5. 実験方法

この実験では、

- ・ペットボトルの凹凸の有無
  - ・ペットボトルの角度の違い(30度、60度、90度)
- の2つの観点から実験する。



### 《実験手順》

- ①ペットボトルに分度器のアプリを起動したスマホを固定する。
- ②ペットボトルに秤を使用し1.0リットルの水を入れる。
- ③ペットボトルの口をゴム栓でフタをし、手で角度をつける。
- ④ペットボトルの口を離したと同時にストップウォッチで時間の計測を開始する。
- ⑤水が出切るか、出る水が水滴になったら計測をやめる。
- ⑥凹凸のあるペットボトルで①から⑤までを全ての角度について繰り返す。
- ⑦凹凸のないペットボトルで①から⑥を行なう。

## 6. 予想

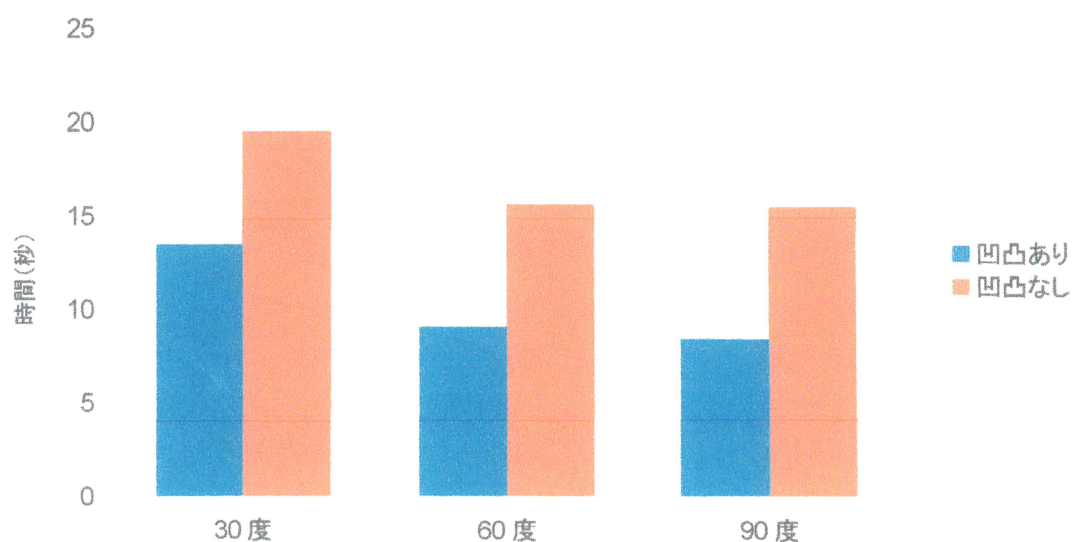
凹凸の有無に関して、凹凸があると流れが妨害されて遅くなりそうなので凹凸のないペットボトルの方が速いと予想する。また、角度に関しては、ペットボトルの口が地面に垂直な90度が最も水が速く流れ出ると予想する。よって、凹凸のないペットボトルで角度90度の場合が一番速いと条件だと予想する。

## 7. 結果

実験の結果は以下のようになった。

単位 秒

	凹凸あり	凹凸なし
30度	13.40	19.47
60度	9.01	15.57
90度	8.37	15.44



- ・一番早く流れ出たのは凹凸のあるペットボトルで90度に傾けた場合であった。
- ・一番遅く流れ出たのは凹凸のないペットボトルで30度に傾けた場合である。
- ・角度が小さくなるほど流れ出る時間は遅かった。
- ・凹凸のあるペットボトルとないペットボトルで比べると、全ての角度で凹凸のあるペットボトルの方が速く流れ出ており、約1.7倍も時間に違いが出た。

## 8. 考察

予想に反した結果となった。理由を下記の通り推測する。

- ・凹凸のあるペットボトルがないペットボトルよりも全ての記録で速かったのは、凹凸によって水に流れができ、速くなったからなのではないか。
- ・凹凸のあるペットボトルとないペットボトルで時間に約1.7倍も違いが生まれるのは、  
A: 容量の違うペットボトルを使用した1回のみでの計測であり、手で持ってペットボトルを傾けたため誤差が大きい結果になったからではないか。

また、

- B: ペットボトルの大きさと凹凸有無の組み合わせによって、時間に様々な違いが出るのではないか。

上記考察から、以下2つの実験を追加で行う。

- A: 凹凸の有無と角度(30度、60度、90度)の2つの観点から1.5リットルに統一した実験を各3回行い、その平均をとる。  
ペットボトルはスタンドを使用して固定する。

- B: 凹凸の有無と角度(30度、60度、90度)、ペットボトルの大きさ(0.5リットル, 1リットル, 1.5リットル)の3つの観点から各組み合わせについて、3回の実験を行い、その平均をとる。ペットボトルはスタンドを使用して固定する。

## 9. 準備したもの (追加実験 A, B)

- 凹凸のある0.5, 1.0, 1.5, 2.0リットルのペットボトル
- 凹凸のない0.5, 1.0, 1.5リットルのペットボトル
- 分度器のアプリ
- スマホを固定するゴム
- ストップウォッチ
- 計量カップ
- スタンド
- ゴム栓
- 秤



## 10. 仮説 (追加実験 A)

- ペットボトルには、凹凸のあるものとないものがあり、凹凸の有無で水が流れる時間に変化が起こると考える。
- ペットボトルの傾きによっても水の流れ出る時間に変化が現れると考える。
- スタンドで固定し、3回繰り返した平均をとることでより正確な記録が出ると考える。

## 11. 予想 (追加実験 A)

- 実験を各3回行い、その平均をとるため、実験の誤差が小さくなり、より正確な記録になると思う。

## 12. 実験方法(追加実験 A)

この実験では、

- ・ペットボトルの凹凸の有無
  - ・角度の違い(30度、60度、90度)
- の2つの観点から実験する。

### 《実験手順》

- ①凹凸のある1.5リットルのペットボトルに分度器のアプリを起動したスマホを固定する。
- ②ペットボトルに秤を使用し1.0リットルの水を入れる。
- ③ペットボトルの口をゴム栓でフタをし、角度をつけ、スタンドに固定する。
- ④ペットボトルの口を離したと同時にストップウォッチで時間の計測を開始する。
- ⑤水が出切るか、出る水が水滴になったら計測をやめる。
- ⑥同じ条件で①から⑤を3回繰り返す。
- ⑦全ての傾き角度について①から⑥までを繰り返す。
- ⑧凹凸のない1.5リットルのペットボトルで①から⑦を行なう。

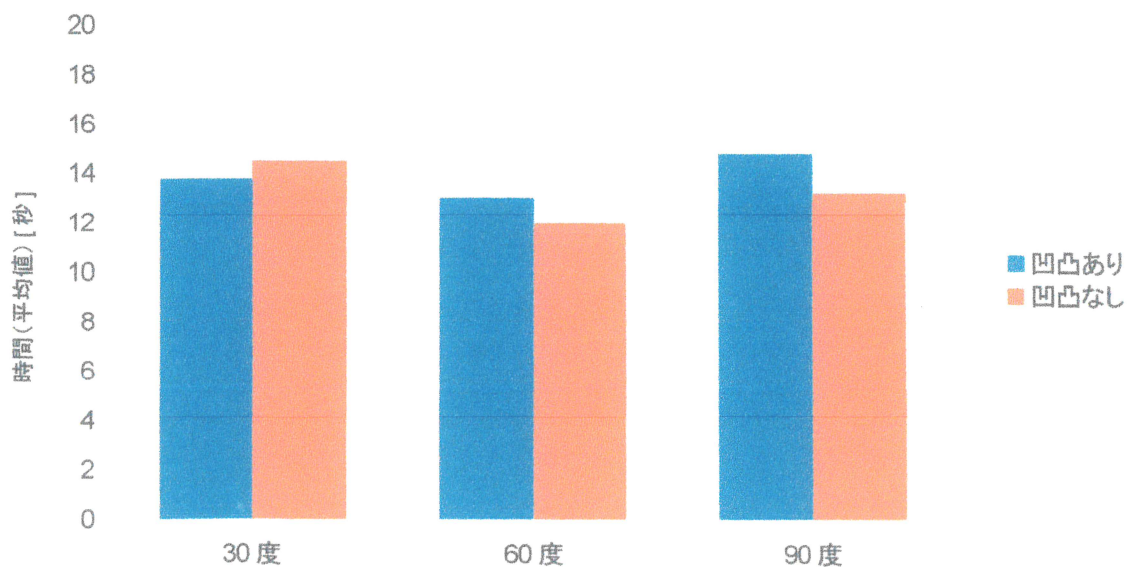
### 13. 結果(追加実験 A)

実験の結果は以下のようになった。

単位 秒

凹凸あり	1回目	2回目	3回目	平均
30度	13.82	14.07	13.30	13.73
60度	13.03	12.95	12.96	12.98
90度	15.27	14.58	14.54	14.80

凹凸なし	1回目	2回目	3回目	平均
30度	14.19	14.92	14.22	14.44
60度	11.85	11.52	12.46	11.94
90度	12.71	12.33	14.49	13.18





- ・ペットボトルの凹凸の有無で、大きな差はない。
- ・凹凸ありなしどちらも、わずかに60度が一番速くなっている。

## 14. 考察(追加実験 A)

- ・最初の実験と比べ、凹凸の有無による時間の差が少ないのは、各実験を3回繰り返し、平均をとったからだと考えられる。  
この実験により、凹凸の有無は流れ出る時間にほとんど影響がないことがわかった。よって、実験Bはペットボトルの大きさによる時間の違いについて確認する。

## 15. 仮説(追加実験 B)

- ・角度によって水の流れ出る時間が変化すると考える。
- ・ペットボトルの大きさの違いでも水の流れ出る時間が変化すると考える。
- ・ペットボトルの大きさがそれぞれ違っても、60度に傾けた時が一番速く水が流れ出ると考える。

## 16. 実験方法(追加実験 B)

- ・角度の違い(30度、60度、90度)
- ・ペットボトルの大きさの違い(0.5リットル、1リットル、1.5リットル)の2つの観点から実験をする。
- ・結果により正確さを持たせるため、各条件を6回行い、その平均を結果とする。

### 《実験手順》

- ①ペットボトルに分度器のアプリを起動したスマホを固定する。
- ②ペットボトルに秤を使用し0.5リットルの水を入れる。
- ③ペットボトルの口をゴム栓でフタをし、角度をつけ、スタンドに固定する。
- ④ペットボトルの口を離したと同時にストップウォッチで時間の計測を開始する。
- ⑤水が出切るか、出る水が水滴になったら計測をやめる。
- ⑥同じ条件で①から⑤を6回繰り返す。
- ⑦全ての傾き角度について①から⑥までを繰り返す。
- ⑧1.0リットルと1.5リットルのペットボトルそれぞれで、①から⑦を行なう。

## 17. 予想(追加実験 B)

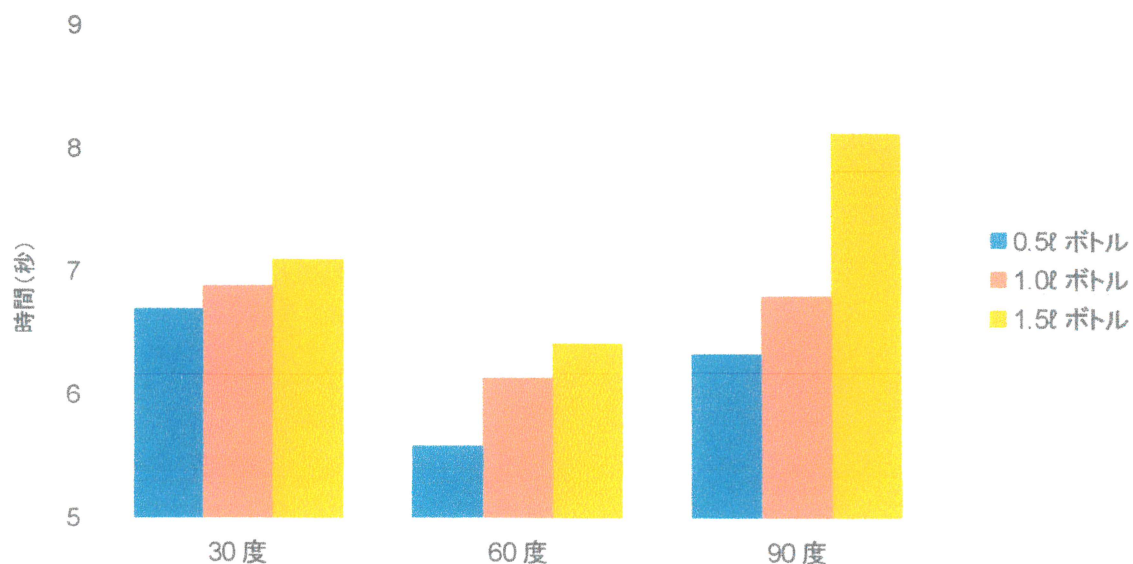
- ・凹凸の有無と角度に関しては実験 A から、60 度が一番速く水が流れ出るだろう。
- ・大きさに関しては、大きいサイズのペットボトルだと多くの空気が入るため、空気が水を押し出す力が強くなると思うので、一番大きい1.5リットルのペットボトルが一番早く水が流れ出るだろう。

## 18. 結果(追加実験 B)

実験の結果は以下ようになった。

単位 秒

		0.5ℓボトル	1.0ℓボトル	1.5ℓボトル
30度	1回目	6.22	6.98	7.41
	2回目	7.06	6.96	7.18
	3回目	7.03	7.04	7.70
	4回目	7.21	7.11	7.40
	5回目	6.57	6.92	7.06
	6回目	6.30	6.62	6.81
	平均	<b>6.69</b>	<b>6.88</b>	<b>7.09</b>
60度	1回目	5.21	6.54	6.59
	2回目	5.60	6.77	6.29
	3回目	5.18	6.17	6.30
	4回目	5.61	6.72	6.52
	5回目	5.71	6.00	6.10
	6回目	5.41	5.66	6.61
	平均	<b>5.58</b>	<b>6.13</b>	<b>6.41</b>
90度	1回目	6.37	8.15	7.51
	2回目	6.89	6.72	8.00
	3回目	6.44	7.50	8.57
	4回目	6.25	6.28	7.14
	5回目	6.29	7.59	9.11
	6回目	6.44	6.52	8.12
	平均	<b>6.33</b>	<b>6.80</b>	<b>8.12</b>



- ・一番速く水が流れ出たのは、0.5リットルのペットボトルを使って、60度に傾けた場合である。
- ・一番遅く水が流れ出たのは、1.5リットルのペットボトルを使って、90度に傾けた場合である。
- ・全ての大きさのペットボトルで、60度が一番速い。
- ・全ての角度で、ペットボトルが小さいほど速い。

## 19. 考察(追加実験 B)

- ・全ての結果でペットボトルの大きさが小さいほど水が流れ出る速さが速くなっているのは、まず、ペットボトルの中に外の空気が入り、中の水と入れ替わることにより、水が流れ出るということと考える時、ペットボトルの大きさが小さいほど、水と空気の入れ替わりの際に生じる水の暴れる動きが制限されるため、結果的に水の流れ出る速さが速くなるのだと考えられる。
- ・ペットボトルの角度が60度の時、一番速く水が流れ出たが、角度の間隔が3種類と少ないため、より角度を明確にするため、追加実験 C を行う。

## 20. 仮説(追加実験 C)

- ・角度によって水の流れ出る時間に変化すると考える。
- ・60度付近が最も水の流れ出る速さが速くなると考える。

## 21. 実験方法(追加実験 C)

- ・角度(30度、40度、50度、60度、70度、80度、90度)の違いについて実験する。  
なお、30度、60度、90度は追加実験 B の平均値を引用する。

- 一番速く水の流れ出るペットボトルの条件を調べるため、追加実験 A から、ペットボトルを 60 度に傾けた時、わずかに凹凸のないペットボトルの方が速かったのと、追加実験 B から、一番速く水が流れ出たのが 0.5 リットルのペットボトルであったため、凹凸のない 0.5 リットルのペットボトルを使用する。
- 結果により正確さを持たせるため、各条件を 3 回行い、その平均を結果とする。

### 《実験手順》

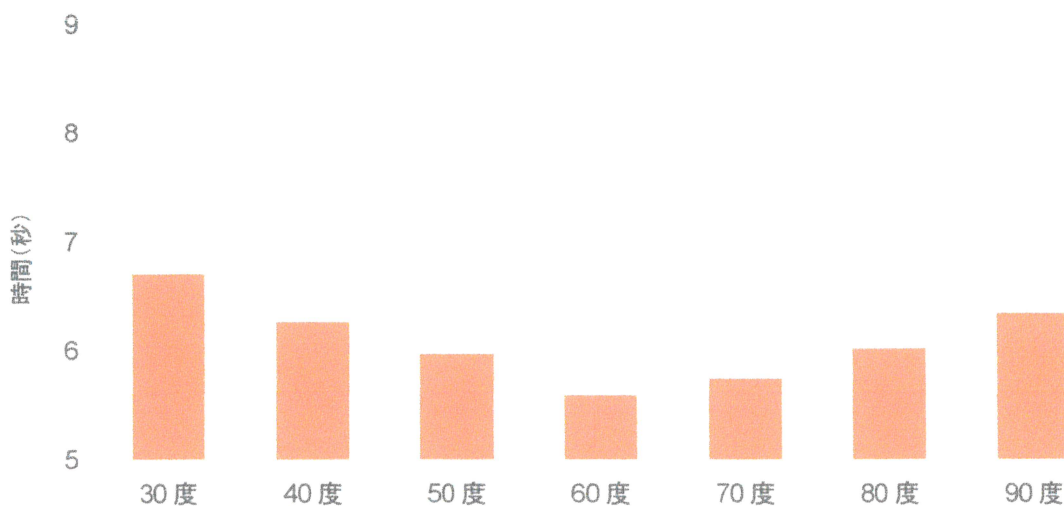
追加実験 A、B と同様の手順で行う。

## 22. 結果 (追加実験 C)

単位 秒

	30度	40度	50度	60度	70度	80度	90度
1回目	7.21	5.98	5.83	5.61	6.10	5.87	6.25
2回目	6.57	6.29	6.19	5.71	5.64	6.17	6.29
3回目	6.30	6.49	5.85	5.41	5.46	5.98	6.44
平均	6.69	6.25	5.96	5.58	5.73	6.01	6.33

追加実験 C



- ・ペットボトルを 60 度に傾けた場合が、一番速く水が流れ出た。

## 23. 考察(追加実験 C)

- ・最も効率よく水と空気の入替えが行なわれるのがペットボトルを 60 度に傾けた場合なので一番速く水が流れ出たのだろう。

## 24. 結論

- ・ペットボトルの凹凸の有無は、水の流れ出る速さに関係ない。
- ・ペットボトルの角度が 60 度の時、一番速く水が流れ出る。
- ・ペットボトルの大きさが小さいほど速く水が流れ出る。

## 25. 所感

- ・最初の実験から、複数回実験を行って平均をとることと、条件を合わせることの大切さを学びました。
- ・最初の実験では凹凸ありの 90 度に傾けたペットボトルが一番水の流れる速さが速いと、実験 B では凹凸ありの 1.5 リットルのペットボトルを 90 度に傾けた場合が一番水の流れる速さが速い予想したけれど、どちらも外れて、推測だけで考えるより時間をかけてでも実際にやってみた方がいいということがわかりました。
- ・この自由研究では、パソコンを使って写真を載せながらわかりやすくまとめられたのでよかったです。また、たくさんの方のご協力のもと、実験をしておかしいと思った部分を納得するまで追実験でき、とても楽しかったです。

- 追加実験Cのグラフで、60度を中心に70度、50度...とだんだん遅くなっており、正確なデータの規則正しいグラフはとても美しいと感じ、数学や物理の勉強をくわしくしてみたいと思いました。
- 今回の実験では、ペットボトルの凹凸の有無や角度の違い、ペットボトルの大きさの違いでしか調べられなかったので次の機会には、水温や気温の違いやペットボトルに入れる液体の違い、ペットボトルにつける動きなどの条件を付けて調べて見たいと思いました。
- この「より小さい容器で60度に傾けた時水は最も速く流れ出る」という結果を、ダムでの水力発電の時により速く水を流し、多くポンプ水車を回すことで、今より効率的に電気をつくるなど、将来に役に立てていきたいです。