

水時計のひみつをさぐってみたよ

松山市立桑原小学校 第3学年 網江 そよ風
指導教諭 古川 智徳

1 研究の動機

2年生の冬休みに入院したときに、毎日点滴をした。入院中、点滴の同じリズムで「ぼたぼた」と落ちているところをずっとながめていた。そのとき、時計を思い浮かべ、点滴の「ぼたぼた」と時計の「チッチッチ」という秒針が同じリズムで動いているように思えた。ひょっとしたら、この「ぼたぼた」で時間が計れるかもしれないと思い、この研究をしようと考えた。

2 研究の目的と方法

- (1) 水時計を作るために、実験1～実験4を行い、データをとって考察する。
- (2) 考察したことをもとに改善し、水時計を作る。(実験5・実験6)

3 準備物

ペットボトル (500mL、2L)、計量カップ、ものさし、アルミパイプ
ビニールチューブ

4 実験

- (1) ペットボトルのふたの穴の大きさを変える。(実験1)
 - ① 方法 ペットボトルに水を入れ、ペットボトルのふたに穴(穴の直径は1mm、2mm、3mm)を開けて、逆さまにして1分ごとに出る水の量を計量カップで量る。
 - ② 予想 穴が大きいほどたくさん水が出ると思う。だから、穴の直径が一番小さい1mmのふたが少しずつ水が出て、時計に使えると思う。
 - ③ 結果 ペットボトルを逆さまにしても水が出なかった。そこで、ペットボトルに穴を開けてみた。すると、水が出るようになった。
 - ④ 考察 予想した通り、穴が大きいほどたくさん水が出た。直径が1mm違うと、水の出る量が全然違うことが分かった。だから、直径が2mm、3mmは水が出すぎて、時計を作るのはむずかしい。時計を作るなら穴の直径が1mmがよいと思った。また、穴が一つでは水が出なくて、二つにすると水が出ることも分かった。でも、時間がたつとだんだん水の出る量が減ってしまう。

そこで、次はペットボトルに開ける穴の大きさを変えて実験しようと考えた。

- (2) ペットボトルに開ける穴の大きさを変える。(実験2)
 - ① 方法 ペットボトルに水を入れ、ペットボトルに穴(穴の直径は1mm、2mm、3mm、4mm)を開けて、逆さまにして1分ごとに出る水の量を計量カップで量る。
 - ② 予想 実験(1)では、ふたの穴が大きいほどたくさん水が出たので、ペットボトルの穴も大きいほど、たくさん水が出ると思う。

③ 結果

キャップの穴の大きさ 直径1mm ペットボトルの穴の大きさ 直径2mm

| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 時間 | 1分 | 2分 | 3分 | 4分 | 5分 |
| 水の量(mL) | 60 | 110 | 150 | 190 | 220 |
| 時間 | 6分 | 7分 | 8分 | 9分 | 10分 |
| 水の量(mL) | 250 | 275 | 295 | 305 | 320 |

キャップの穴の大きさ 直径1mm ペットボトルの穴の大きさ 直径3mm

| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 時間 | 1分 | 2分 | 3分 | 4分 | 5分 |
| 水の量(mL) | 60 | 105 | 150 | 190 | 220 |
| 時間 | 6分 | 7分 | 8分 | 9分 | 10分 |
| 水の量(mL) | 245 | 270 | 290 | 305 | 320 |

キャップの穴の大きさ 直径1mm ペットボトルの穴の大きさ 直径4mm

| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 時間 | 1分 | 2分 | 3分 | 4分 | 5分 |
| 水の量(mL) | 60 | 110 | 150 | 185 | 215 |
| 時間 | 6分 | 7分 | 8分 | 9分 | 10分 |
| 水の量(mL) | 245 | 275 | 290 | 305 | 315 |

- ④ 考察 ペットボトルの穴の大きさを変えても、出ていく水の量はあまり変わらない。不思議である。実験(1)と(2)から出ていく水の量は水が出るキャップの穴の大きさが大切だと思った。次は、もっと大きな穴を開けたらどうなるかと思い、ペットボトルを切ってみようと思った。

(3) ペットボトルを切る。(実験3)

- ① 方法 ペットボトルの底を切って、逆さまにして1分ごとに出る水の量を計量カップで量る。
- ② 予想 実験(2)では、ペットボトルの穴の大きさを変えても、出ていく水の量はあまり変わらなかったけど、今度はとても大きな穴なので、たくさん水が出ていくと思う。

③ 結果

キャップの穴の大きさ 直径1mm ペットボトルの穴の大きさ 直径8cm

| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 時間 | 1分 | 2分 | 3分 | 4分 | 5分 |
| 水の量(mL) | 60 | 110 | 155 | 185 | 215 |
| 時間 | 6分 | 7分 | 8分 | 9分 | 10分 |
| 水の量(mL) | 250 | 270 | 290 | 310 | 320 |

- ④ 考察 出ていく水の量は実験(2)とほとんど変わらなかった。大きな穴なのに不思議である。実験(2)と(3)からペットボトルの穴の大きさは、出ていく水の量に関係ないと思った。でも、ペットボトルの穴がないと水が出ない。どうして穴がないといけないのか。実験(2)で、水がキャップから出ている途中でペットボトルの穴を指で閉じると水が止まる。だから、ペットボトルの穴は空気が入ってくるのではないかと思う。これなら、「プッチン」すると出てくるプリンと理由が同じになる。もう一つ、疑問がある。実験(1)~(3)で、時間がたつと出てくる水の量が減ることである。そこで、今度はもっと大きなペットボトルにたくさん水を入れて実験してみようと思う。

(4) 大きなペットボトルにたくさんの水を入れる。(実験4)

- ① 方法 2Lのペットボトルに水を入れ、ペットボトルに穴(穴の直径は1mm)を開けて、逆さまにして1分ごとに出る水の量を計量カップで量る。
- ② 予想 実験(1)~実験(3)は500mLのペットボトルを使っていたが、この実験は2Lの大きなペットボトルでたくさん水が入っているの、たくさん水が出ると思う。
- ③ 結果

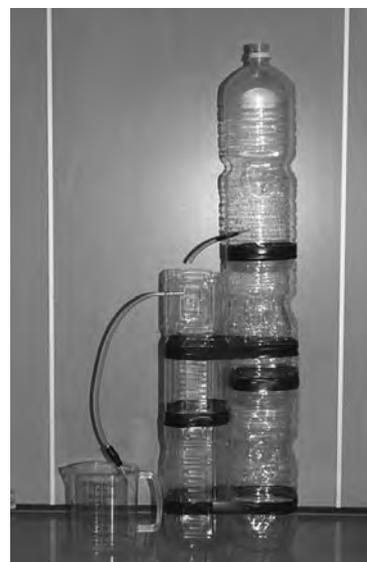
キャップの穴の大きさ 直径1mm ペットボトルの穴の大きさ 直径1mm

| | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|
| 時間 | 1分 | 2分 | 3分 | 4分 | 5分 |
| 水の量(mL) | 95 | 185 | 265 | 350 | 440 |
| 時間 | 6分 | 7分 | 8分 | 9分 | 10分 |
| 水の量(mL) | 520 | 600 | 380 | 750 | 820 |
| 時間 | 11分 | 12分 | 13分 | 14分 | 15分 |
| 水の量(mL) | 880 | 940 | 995 | 1055 | 1105 |
| 時間 | 16分 | 17分 | 18分 | 19分 | 20分 |
| 水の量(mL) | 1155 | 1205 | 1250 | 1295 | 1335 |
| 時間 | 21分 | 22分 | 23分 | 24分 | 25分 |
| 水の量(mL) | 1370 | 1405 | 1440 | 1470 | 1500 |
| 時間 | 26分 | 27分 | 28分 | 29分 | 30分 |
| 水の量(mL) | 1525 | 1550 | 1575 | 1600 | 1620 |
| 時間 | 31分 | 32分 | 33分 | 34分 | 35分 |
| 水の量(mL) | 1640 | 1660 | 1680 | 1695 | 1710 |
| 時間 | 36分 | 37分 | 38分 | 39分 | 40分 |
| 水の量(mL) | 1720 | 1730 | 1740 | 1750 | 1760 |

- ④ 考察 長い時間、水が出続けた。最初たくさん水が出ていたが、だんだん水が出る量が減って、500mLのペットボトルと同じくらいの水しか出なくなった。実験(1)~(4)までしたが、どれも時間がたつと水の出る量が減ってしまう。これは、水の高さが変わってしまうからだろうか。今のままだも時計を作ることはできそうだが、もしも、水の出る量が変わらない方法があるなら、時計として作りやすいし、使いやすいと思ったので、次は、水が出る量が変わらないような工夫をしてみようと思う。

(5) 水時計を作る！(実験5)

- ① 方法 2Lのペットボトルを5本使う。そのうち、4本をはさみで切る。4本のうち、3本はペットボトルを積み上げるためと、もう一つは水をためるためである。実験(4)まではキャップから水を出していたが、時計を作るなら、キャップからよりも、ペットボトルの横から



水が出るほうが便利である。そこで、ペットボトルの横に穴を開けてアルミパイプをさして、そこから水が出るようにしたいと思った。これにビニールパイプをつないで、水がきれいに出るようにした。このペットボトルと、ビニールパイプをつないだアルミパイプを使って、水時計の原型を作った。実験(4)までは時間がたつと水の高さが減っていったが、この水時計はずっと右側のペットボトルから水が出て、左側のペットボトルの水があふれ出しているの、左側のペットボトルでアルミパイプと水面の高さがずっと変わらない。実験(4)で、水の高さが変わると水が出る量が変わると思ったので、水の高さが変わらないようなものを作ってみようと考えた。また、水の高さが大切だと思ったので、ペットボトルに穴を3つ(水面までの高さが1 cm、2 cm、3 cm)開けて、実験をした。使わない穴はビニールテープでふさいだ。

- ② 予想 時間がたっても同じ量の水が出ると思う。そして、水の高さがあるほど(下の穴ほど)、たくさん水が出ると思う。

③ 結果

水面までの高さ 1 cm

| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 時間 | 1分 | 2分 | 3分 | 4分 | 5分 |
| 水の量(mL) | 85 | 170 | 255 | 340 | 425 |
| 時間 | 6分 | 7分 | 8分 | 9分 | 10分 |
| 水の量(mL) | 510 | 595 | 680 | 765 | 850 |

水面までの高さ 2 cm

| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 時間 | 1分 | 2分 | 3分 | 4分 | 5分 |
| 水の量(mL) | 95 | 190 | 285 | 380 | 475 |
| 時間 | 6分 | 7分 | 8分 | 9分 | 10分 |
| 水の量(mL) | 570 | 665 | 760 | 855 | 950 |

水面までの高さ 3

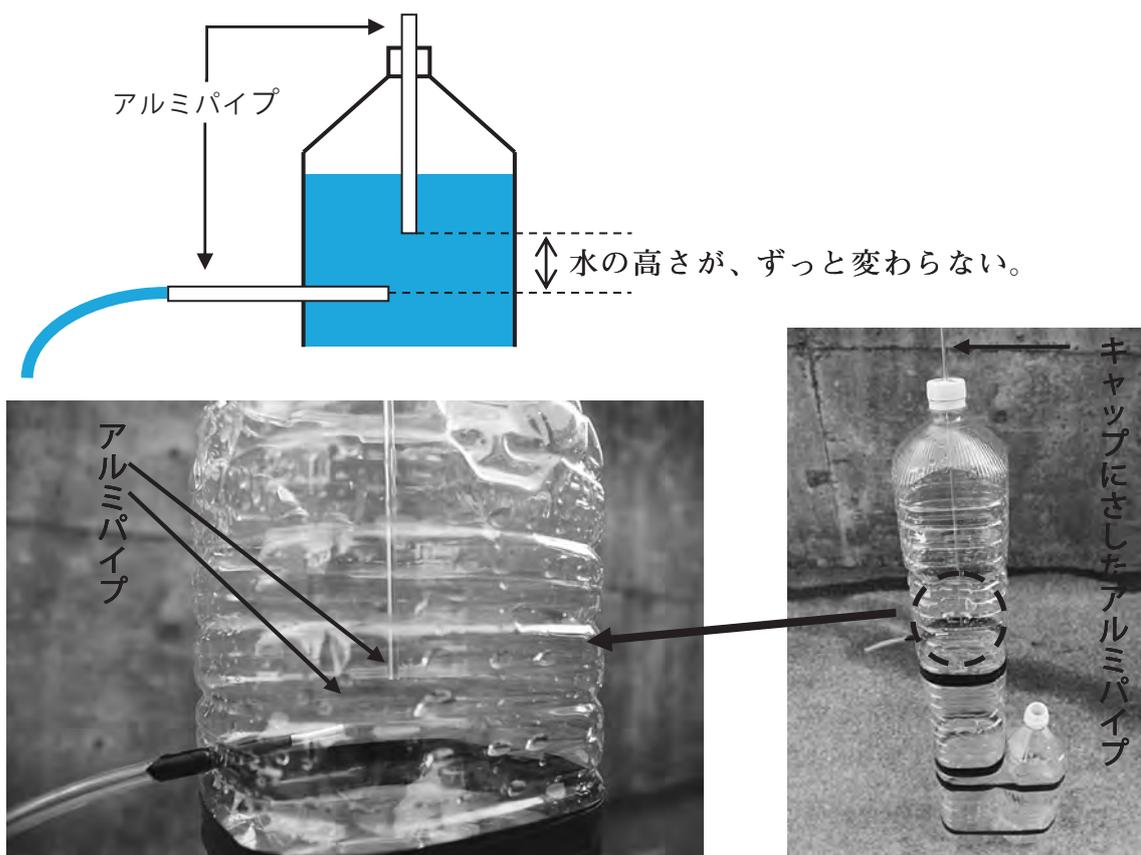
| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|------|
| 時間 | 1分 | 2分 | 3分 | 4分 | 5分 |
| 水の量(mL) | 100 | 200 | 305 | 405 | 505 |
| 時間 | 6分 | 7分 | 8分 | 9分 | 10分 |
| 水の量(mL) | 610 | 705 | 805 | 905 | 1005 |

- ④ 考察 時間がたっても、水が出る量が変わらなかった。これなら、時計を作りやすい。予想通り、穴から水面までの高さが高いほど、1分間に出る水の量が多かった。実験では計量カップに水をためていったけれど、ペットボトルに目盛りをつけて、水時計の完成である。20分までなら計ることができる。でも、この水時計はずっと水があふれていないといけなくて水がもったいないし、家の中で使うのは不便である。次は水があふれなくてもよい水時計が作れないか考えてみたい。

(6) もう一つ、水時計を作る！(実験6)

- ① 方法 実験(5)の水時計はずっと水をあふれさせないといけないので、どうすれば水があふれないような水時計ができるか考えてみた。実験(5)で作った水時計の右側のペットボトルのキャップを閉めると、水は出なくなる。キャップに穴を開けると水が出るけど、水の高さが減っていき、実験(4)までと同じである。でも、キャップに穴を開けて、アルミパイプをさして、水が出ていくアルミパイプに

近づけるとどうなるかと思った。実際に、キャップにアルミパイプをさしてみると、そのアルミパイプから水があふれてこない。だから、このアルミパイプの中は空気のままである。ペットボトルの水は減っていくが、キャップからさしたアルミパイプの中が空気だから水が出るアルミパイプの近くの水の高さはずっと変わらない。実験5で水の高さが変わらなければよいことが分かったので、これを使って実験してみた。それから、やはり水の高さが大切だと思ったので、水が出ていくアルミパイプとキャップからさしたアルミパイプの高さ（1 cm、2 cm、3 cm）を変えて、実験してみた。



② 予想 時間がたっても同じ量の水が出ると思う。そして、アルミパイプの高さに差があるほど、たくさん水が出ると思う。

③ 結果

水の高さ 1 cm

| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 時間 | 1分 | 2分 | 3分 | 4分 | 5分 |
| 水の量(mL) | 70 | 145 | 210 | 280 | 350 |
| 時間 | 6分 | 7分 | 8分 | 9分 | 10分 |
| 水の量(mL) | 420 | 490 | 560 | 630 | 700 |

水の高さ 2 cm

| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 時間 | 1分 | 2分 | 3分 | 4分 | 5分 |
| 水の量(mL) | 85 | 170 | 255 | 340 | 425 |
| 時間 | 6分 | 7分 | 8分 | 9分 | 10分 |
| 水の量(mL) | 510 | 595 | 680 | 765 | 850 |

水の高さ 3 cm

| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 時間 | 1分 | 2分 | 3分 | 4分 | 5分 |
| 水の量(mL) | 90 | 180 | 270 | 360 | 450 |
| 時間 | 6分 | 7分 | 8分 | 9分 | 10分 |
| 水の量(mL) | 540 | 630 | 720 | 810 | 900 |

- ④ 考察 時間がたっても、水が出る量が変らなかった。実験(5)で作った水時計と同じであった。そして、水の高さがあるほど、水がたくさん出た。キャップからさしたアルミパイプからブクブクとあわが出ていた。外から空気が入ってくるんだと思う。それから、キャップからさしたアルミパイプを水が出ていくアルミパイプより下にすると水が出なくなった。キャップからさしたアルミパイプと水が出ていくアルミパイプの位置が大切である。この水時計は水がこぼれないし、部屋の中でも使える便利な水時計である。

5 まとめ

- (1) ペットボトルに「水が出る穴」しかないとは水は出ない。
- (2) 「水が出る穴」が大きいほど水はたくさん出るけど、「空気が入る穴」が大きくても水が出る量は変わらない。
- (3) 「水が出る穴」と「水面」の高さに差があるほど、水が勢いよく出る。
- (4) 「水が出る穴」と「水面」の高さを変えない工夫をすると水が出る量は同じになる。
- (5) 「水が出る穴」よりも「空気が入る穴」を下げると水が出ない。

きちんと20分が計れる水時計が完成した。見た目は違うが、二つとも同じ量の水が出た。実験(6)で作った水時計は見た目は水面が下がってるが、ブクブクと外から空気が入ってきて、同じ量の水が出続ける。なぜ、これで同じ量の水が出続けるのかは分らなかったが、次の機会に考えてみたいと思う。



水時計の完成！