# 跳ばないことに理由は要る！　～スプラッシュ現象を防ぐための条件～

深谷市立岡部中学校　3年2組　久保 奈央

## 動機

水浸しになったキッチンのシンク周りを見て、ため息をつきながら掃除をする母の後ろ姿を見た。今回が初めてではなく、何度も繰り返されていることを私は知っている。誰がやったかではなく、原因を究明し、水しぶきができにくい仕組みを作ったら、家族みんなが気持ちよく朝の身支度ができると思い、研究を進めることにした。



## めあて

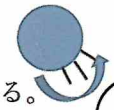
**① 水の勢いで、水しぶきの数は変わるのだろうか（原因を探る）**
**② 桶の中に液体を入れて球を浮かべると水しぶきを防ぐことができるのだろうか（桶の中にひと工夫）**
**③ 水を跳ねさせない液体は存在するのだろうか（桶を満たすひと工夫）**
**④ 容器の形は水しぶきの上がり方に関係しているのだろうか（桶の外にひと工夫）**

## 準備したもの

水槽、ビニルコップ、容器（立方体、円筒、角の丸い立方体）、割りばし、たこ糸、クリップ、定規、分度器、緩衝材、ミニカー、発泡スチロール、スーパーボール

## ①水の勢いで、水しぶきの数は変わるのだろうか（原因を探る）

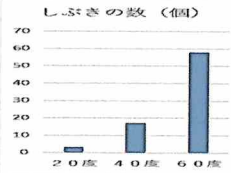
### ①-1　水の量を変えて水しぶきの上がりにくい蛇口の角度を調べる



方法　①閉まっている時の蛇口の角度を0度として、20度、40度、60度に印を付ける。
②水を満たしたビニルコップに①の角度で水を流し、水しぶきの数を調べる。

予想　蛇口を右に捻りすぎると腕や顔に水が当たる時があるので、角度が大きくなるに連れて水しぶきの数は多くなると思う。

結果




考察　予想通り、蛇口を捻るほどしぶきの数は多くなり、40度を超えると急激に増えた。物が送られてくるとき、段ボールに緩衝材が敷き詰められていることがある。発泡スチロールをコップに入れたら、**水の衝撃が弱まるのではないか。**

水しぶきを出したくない。**だから、蛇口は40度を超えないように捻ればよい。**

### ①-2　発泡スチロール球を水に入れて、水しぶきの上がり方を調べる

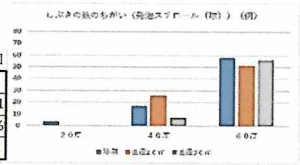
方法　①-1の容器に、直径2㎝と直径3㎝の発泡スチロール球を入れ、①-1と同じ要領で水しぶきの数、水中に残った割合、水中に潜った深さを調べる。

予想　発泡スチロールは緩衝材として使われている。緩衝材があると水の勢いが緩和されると思うので、より大きな発泡スチロールの方が水しぶきの数は少なくなると思う。

結果

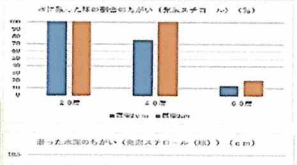
発泡スチロール（球　直径2ｃｍ）　8個

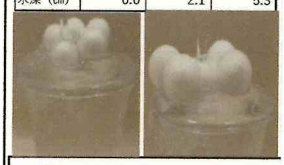
| 蛇口角度 | 20度 | 40度 | 60度 |
|---|---|---|---|
| しぶきの数 | 0 | 26 | 51 |
| 残った割合 | 100.0% | 75.0% | 12.5% |
| 水深（cm） | 0.0 | 1.2 | 1.2 |

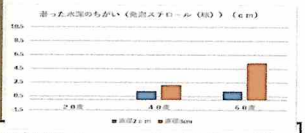


発泡スチロール（球　直径3ｃｍ）　5個

| 蛇口角度 | 20度 | 40度 | 60度 |
|---|---|---|---|
| しぶきの数 | 0 | 7 | 56 |
| 残った割合 | 100.0% | 100.0% | 20.0% |
| 水深（cm） | 0.0 | 2.1 | 5.3 |







考察　蛇口の角度が40度までは、直径3㎝の水しぶきの数が少なかった。しかし、60度になると直径3㎝のしぶきの数が多くなる。水圧が強くなると、直径が大きい方が面全体に水圧を受けるので水深が深くなる。回転しながら再び、水面に上がる距離が長いと水を巻き込む勢いも強くなり、しぶきの数が多くなるのではないか。**回転がしぶきの数に影響するのであれば、回転しなければしぶきは上がらないのではないか。**

水しぶきを出したくない。**だから、直径3㎝球を予め桶に入れておく。**

蛇口の角度が40度は直径3㎝のしぶきの数が少なく、角度が60度では、直径2㎝のしぶきの数が少なかった。

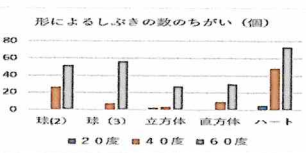
### ①-3　球以外の形を水に入れて、水しぶきの上がり方を調べる

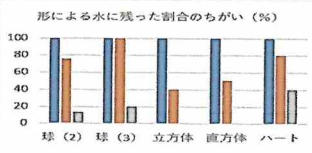
方法　①-1の容器に、立方体（一辺が2㎝）、直方体（2×4.5×1.5㎝）、ハート形（2×3×1.5㎝）の発泡スチロールを入れ、①-1と同じ要領で水しぶきの数、水中に残った割合、潜った深さを調べる。

予想　回転しない物がしぶきを上げにくいと思うので、
直方体＜立方体＜ハート形＜球（直径2㎝）
＜球（直径3㎝）の順にしぶきが少ないと思う。

結果

| しぶきの数 | 球(2) | 球（3） | 立方体 | 直方体 | ハート |
|---|---|---|---|---|---|
| 20度 | 0 | 0 | 2 | 0 | 5 |
| 40度 | 26 | 7 | 3 | 9 | 48 |
| 60度 | 51 | 56 | 27 | 30 | 73 |
| 残った割合 | 球（2） | 球（3） | 立方体 | 直方体 | ハート |
| 20度 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 40度 | 75 | 100 | 40 | 50 | 80 |
| 60度 | 12.5 | 20 | 0 | 0 | 40 |




【角度40度】
立方体＜球（3㎝）＜直方体＜球（2㎝）＜ハート形

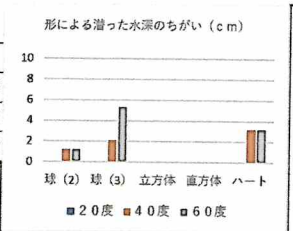
考察　予想した通り、直方体、立方体はしぶきが少なかった。なぜ、立方体、直方体の順ではなかったのか気になり、動画をよく観察すると、浮いている立体と立体の隙間に水の流れが入り込んでいたため、立体が壁となり、しぶきが跳びにくくなっていた。全ての辺が同じ長さだとうまく組み合わさり、直方体よりも隙間が少なかったと考えられる。では、**浮かべているものが複数ではなく、単体の場合はどうなるだろうと考え、追加で実験した。**

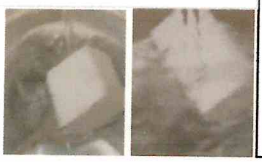


## 結果

| 潜った水深 | 球（2） | 球（3） | 立方体 | 直方体 | ハート |
|---|---|---|---|---|---|
| ２０度 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ４０度 | 1.2 | 2.1 | 0 | 0 | 3.2 |
| ６０度 | 1.2 | 5.3 | 0 | 0 | 3.2 |

丸味を帯びない形（立方体・直方体）は水に潜らなかった。また、どの形も水に残っている時はしぶきの数が少ないが、跳び出た途端にしぶきの数が多くなった。



**考察（追加）** 立方体は、水流が面の中心から反れると反れた側に回転した。また、潜らず回転するのでしぶきの数が増えた。直方体は、40度の時水流から逃げ、面の端に当たった瞬間に容器の外へ跳び出した。同時に壁に付いたしぶきの滴の面積も大きかった。従って、**立方体や直方体より直径３㎝の球の方がしぶきを少なくすると言える。**実験中、爪で球に傷を付けてしまったものが水中に潜っていた。**くぼみのある球はしぶきの数を少なくできるのではないだろうか。**

立体は単体だと回転した。**やはり、直径３㎝球を予め桶に入れておく。**

## ①-4 くぼみのある発泡スチロール球を水に入れて、水しぶきの上がり方を調べる

**方法** ①-1の容器に、くぼみを付けた直径２㎝の発泡スチロール球を入れ、①-1と同じ要領で水しぶきの数、水中に残った割合、潜った水の深さを調べる。

**予想** 潜っている球をよく見ると傷があった。水中に潜り込むと回転しても外にしぶきは出にくい。くぼみのある球は、ない球よりも、しぶきの数が少なくなると思う。

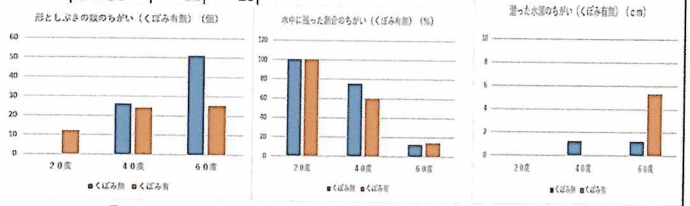
## 結果

| しぶきの数 | 球 | くぼみ |
|---|---|---|
| ２０度 | 0 | 12 |
| ４０度 | 26 | 24 |
| ６０度 | 51 | 25 |

| 残った割合 | 球 | くぼみ |
|---|---|---|
| ２０度 | 100 | 100 |
| ４０度 | 75 | 60 |
| ６０度 | 12.5 | 14.3 |

| 潜った水深 | 球 | くぼみ |
|---|---|---|
| ２０度 | 0 | 0 |
| ４０度 | 1.2 | 0 |
| ６０度 | 1.2 | 5.3 |






くぼみのある球は、水の勢いに関わらずしぶきの数があまり変わらなかった。

**考察** くぼみのある球は水流の少ない20度の時から、くぼみに当たった水がしぶきとなり、外に跳ねていた。しかし、水流が大きくなってもしぶきの数はあまり変わらず安定していた。20度の時に見られた水流がくぼみに引っかかり、激しく回転する動きは、水の中に潜ると緩やかな動きに変わるのだろうか。だから、**球が水面下に潜ると水のしぶきが少なくなるのかもしれない。水面下に潜りやすい素材は、発泡スチロールの他にあるのだろうか。**

くぼみのある球は、水圧が強くなると水中に残りやすくしぶきの数が少ない。
**だから、球にはくぼみを付けた方がよい。**

## ①-5 色々な素材の球を水に入れて、水しぶきの上がり方を調べる

**方法** ①-1の容器に、直径３㎝の球（ポリプロピレン、スーパーボール（ゴム））、立方体（メラミンスポンジ・１辺３㎝）を入れ、①-1と同じ要領で水しぶきの数、水中に残った割合、潜った深さを調べる。

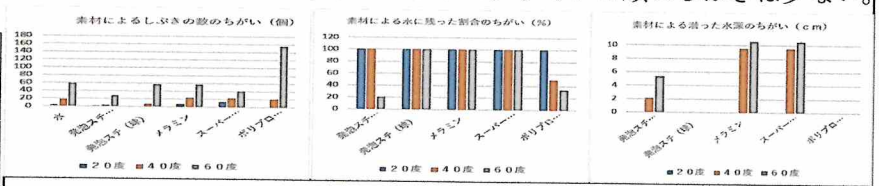
**予想** お祭りのスーパーボールすくいは、水が跳ねて衣服や顔を濡らすことがない。だからスーパーボール＜発泡スチロール＜ポリプロピレン＜メラミンの順にしぶきは少ない。

## 結果

| しぶきの数 | 水 | 発泡スチ（立方体） | 発泡スチ（球） | メラミン | スーパーボール | ポリプロピレン |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ２０度 | 3 | 2 | 0 | 7 | 13 | 0 |
| ４０度 | 17 | 3 | 7 | 23 | 22 | 20 |
| ６０度 | 58 | 27 | 56 | 56 | 40 | 155 |

| 残った割合 | 発泡スチ（立方体） | 発泡スチ（球） | メラミン | スーパーボール | ポリプロピレン |
|---|---|---|---|---|---|
| ２０度 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| ４０度 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 |
| ６０度 | 20 | 100 | 100 | 100 | 33.3 |

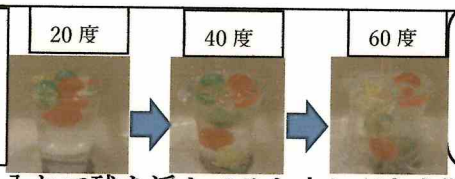
| 水深 | 発泡スチ（立方体） | 発泡スチ（球） | メラミン | スーパーボール | ポリプロピレン |
|---|---|---|---|---|---|
| ２０度 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ４０度 | 2.1 | 0 | 9.5 | 9.5 | 0 |
| ６０度 | 5.3 | 0 | 10.5 | 10.5 | 0 |




メラミンは、底に沈むためしぶきの数が水と同じ。スーパーボールは20度ではしぶきの数が一番多かったが、その後あまり増えず60度では発泡スチロール（立方体）を除いた他の素材よりもしぶきの数が少ない。40度では、発泡スチロールが最もしぶきの数が少ない。

**考察** 手触り、水の弾き方など素材により異なる。ポリプロピレンは60度で球が勢いよく跳んだため、しぶきの数が多かった。スーパーボールは、水に浮いている時は表面に当たった水流が跳ねてしぶきの数が多くなったが、60度になり、すべての球が水中を回り始めるとしぶきの数が前ほど増えなくなった。**球が水中に潜ることは、しぶきの上げ方に影響を与えるのだろうか。**

【40度】 発泡スチロール（立方体）＜発泡スチロール（球）＜水＜ポリプロピレン＜スーパーボール＜メラミン




どの素材も、40度までならしぶきの数を抑えられる。
**だから、蛇口を捻りすぎないようにする。**

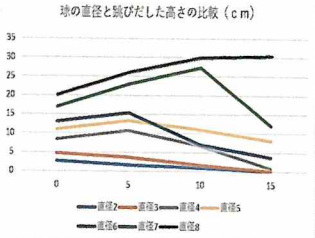
## ② 桶の中に液体を入れて球を浮かべると水しぶきを防ぐことができるのだろうか（桶の中にひと工夫）

## ②-1 発泡スチロール球を水面下に潜らせて、浮き上がり方を調べる。

**方法** 発泡スチロール球１個（直径2，3，4，5，6，7，8㎝）を0㎝、5㎝、10㎝、15㎝の深さに潜らせ、ボールが水面から跳び出す高さを計測する。（３回測定した平均値で計測/跳び出す高さの単位はcm）

**予想** 1-②では、水の勢いが弱いと直径が大きい球のしぶきの数が少なかった。だから、直径が大きいほどしぶきが上がらないのではないか。

## 結果




| 深さ | 0 | 5 | 10 | 15 |
|---|---|---|---|---|
| 直径2cm | 2.4 | 1.5 | 0.9 | 0 |
| 直径3cm | 2.8 | 1.3 | 0.8 | 0 |
| 直径4cm | 2.9 | 1.9 | 1.1 | 0 |
| 直径5cm | 2.7 | 1.6 | 0.9 | 0.0 |
| 直径6cm | 5 | 4 | 2 | 0 |
| 直径7cm | 5 | 3 | 1 | 0 |
| 直径8cm | 4 | 4 | 2 | 0 |
| | 4.7 | 3.7 | 1.7 | 0.0 |
| | 8 | 12 | 7 | 0 |
| | 8 | 10 | 6 | 1 |
| | 9 | 10 | 7 | 1 |
| | 8.3 | 10.7 | 6.7 | 0.7 |
| | 10 | 14 | 11 | 7 |
| | 11 | 13 | 10 | 9 |
| | 12 | 13 | 12 | 8 |
| | 11.0 | 13.3 | 11.0 | 8.0 |
| | 12 | 15 | 7 | 4 |
| | 13 | 16 | 8 | 3 |
| | 14 | 15 | 6 | 4 |
| | 13.0 | 15.3 | 7.0 | 3.7 |
| | 16 | 25 | 28 | 13 |
| | 17 | 22 | 25 | 12 |
| | 18 | 22 | 29 | 11 |
| | 17.0 | 23.0 | 27.3 | 12.0 |
| | 20 | 25 | 29 | 32 |
| | 21 | 27 | 31 | 29 |
| | 19 | 26 | 30 | 30 |
| | 20.0 | 26.0 | 30.0 | 30.3 |

**考察** 直径が大きいほど高く跳んだので、私の予想とは違った。また、上から水圧をかける時は、球が直径くらいの深さに潜る強さを避けた方がよいことが分かった。①-4の実験では、くぼみのある球のしぶきの数が蛇口の角度に関わらず安定していた。**くぼみのある球なら高く跳ばず、しぶきを上げにくいのではないか。**

水しぶきを出したくない。**だから、水深を直径よりも浅くするとよい。**

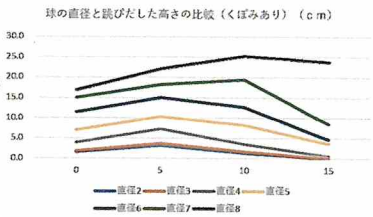
球を直径程度の深さまで潜らせると高く跳びしぶきが上がった。**深く潜らせるほど横に滑り、しぶきが飛散った。**

結果

## ②-2　くぼみのある発泡スチロール球を水面下に潜らせて、浮き上がり方を調べる

方法　くぼみのある発泡スチロール球１個を②-1と同じ要領で計測する。（くぼみの有無による跳び出す高さのちがいで比較した球の直径は５cm）

予想　1-④では、水流が強くなった時に普通の球よりもくぼみがある球のしぶきの方が少なかった。くぼみがある球は、ない球より高く跳ばず、しぶきの数も少ないと思う。



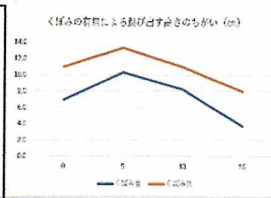

| 深さ | 0cm | 5cm | 10cm | 15cm |
|---|---|---|---|---|
| 直径2cm | 1.6 | 3.1 | 1.1 | 0 |
| | 1.3 | 2.9 | 1.5 | 0 |
| | 2 | 3.5 | 1.4 | 0 |
| | 1.6 | 3.2 | 1.3 | 0.0 |
| 直径3cm | 2.1 | 3.2 | 1.9 | 0 |
| | 1.5 | 4.1 | 1.6 | 0 |
| | 2 | 3.8 | 1.8 | 0 |
| | 1.9 | 3.7 | 1.8 | 0.0 |
| 直径4cm | 3.6 | 6.9 | 3.5 | 0 |
| | 4.2 | 8.1 | 4.8 | 0.9 |
| | 3.9 | 6.6 | 2.4 | 1.1 |
| | 3.9 | 7.2 | 3.6 | 0.7 |
| 直径5cm | 6.4 | 9.3 | 8.2 | 3.2 |
| | 7.1 | 10.2 | 7.6 | 4.1 |
| | 7.4 | 11.5 | 8.9 | 3.9 |
| | 7.0 | 10.3 | 8.2 | 3.7 |
| 直径6cm | 12.3 | 15.2 | 11.3 | 6.2 |
| | 10.9 | 14.6 | 12.6 | 5.3 |
| | 11 | 15.4 | 14.1 | 2.4 |
| | 11.4 | 15.1 | 12.7 | 4.6 |
| 直径7cm | 15.4 | 16.7 | 20.1 | 10.4 |
| | 14.2 | 17.4 | 19.3 | 7.6 |
| | 15.3 | 20.4 | 19.1 | 7.4 |
| | 15.0 | 18.2 | 19.5 | 8.5 |
| 直径8cm | 17.9 | 21.4 | 25.3 | 24.5 |
| | 16.2 | 22 | 25.6 | 23.3 |
| | 16.6 | 22.7 | 24.7 | 23.3 |
| | 16.9 | 22.0 | 25.2 | 23.7 |

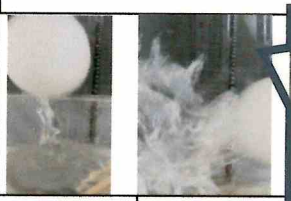
考察　予想通り、くぼみがある球の方が跳びにくかった。しかし、くぼみのない球の時よりも、深く潜らせた時、**横に滑って跳ぶことにより水槽から跳び出すことが多かったり、しぶきの飛散る範囲が広くなったりもした。動画で観察すると、球が水面から跳び出した時にまとった水が空中で離れ、水の輪のような形になり、その後、飛散っていた。**

くぼみがあると飛散るならば、**突起があったらどうなるのだろうか**（追加①）

また、深く潜らせた時、**横に跳ばないようにする工夫はないか**（追加②）。

くぼみがあっても直径程度の深さに潜らせた時が一番跳んだ。また、直径が大きくなるほど高く跳ぶようになった。全体的にくぼみのある球の方がくぼみのない球よりも高く跳ばなかった。





水深＜直径


水深＞直径


水の輪の発生から飛散まで

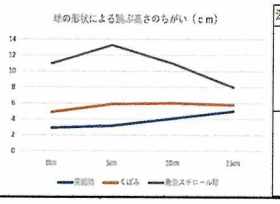
くぼみがあると横に跳んだ。**だから、あちこち飛散ることなく水しぶきを防ぐ方法はないだろうか。**

## ②-2　くぼみのある球と突起のある球を水面下に潜らせて、浮き上がり方を調べる。（追加①）

結果

方法　くぼみのあるポリプロピレン球（直径５cm）と突起のあるポリプロピレン球（中心の直径が５cm）を②-1と同じ要領で計測する。

予想　これまでの実験でくぼみのある球はくぼみのない球より、しぶきの数が少ないことがわかった。だから、突起よりくぼみがある方が跳ばないと思う。




| 深さ | | 0cm | 5cm | 10cm | 15cm |
|---|---|---|---|---|---|
| 突起物 | | 2.3 | 3 | 4.6 | 4.8 |
| | | 2.8 | 3.2 | 4.5 | 5.6 |
| | | 3.5 | 3.5 | 3.1 | 4.7 |
| | | 2.9 | 3.2 | 4.1 | 5.0 |
| くぼみ | | 4.4 | 5.4 | 6.8 | 6.8 |
| | | 5.5 | 6.2 | 5.8 | 5.4 |
| | | 4.8 | 6 | 5.3 | 5.3 |
| | | 4.9 | 5.9 | 6.0 | 5.8 |





考察　くぼみも突起も垂直に跳ぶ時と跳ばない時があった。突起は、水中で軸が進行方向を向いている場合はまっすぐ浮上したのかもしれない。水面を見ると、どちらも周りから中心に水が寄り、水柱が立ち、球を上に持ち上げているように見える。突起は最も高く跳んだ水深が15 cmだった。水面の波の様子から**球の軸以外の中心ではなく、突起をすべて含めた球の大きさの水が球を上に持ち上げているのではないだろうか。**卓球では、ボールに回転を掛けると台に球が突いた後、急激にスピードが上がる。**回転させるとしぶきに変化は出るのか（追加①-1）。**

深さが０cmの時、突起はくぼみより跳ばなかった。しかし、水深が深くなるにつれてくぼみより高く跳ぶようになった。また、垂直に跳ぶ時と横に跳ぶ時があったが、くぼみは突起より横に跳ばなかった。

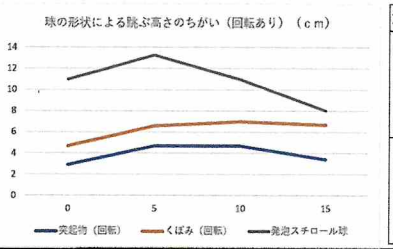
突起球は四方に跳び出す。**だから、垂直に跳び出す方法を知りたい。**

## ②-2　くぼみのある球と突起のある球を回転させ、浮き上がり方を調べる。（追加①-1）

結果

方法　突起、くぼみ両方の球を回転させて、②-2（追加①）と同じ要領で計測する。

予想　水面を卓球の台に見立てると、水面から空中に跳び出す瞬間に回転しなくなると思う。水中で回転しているうちに勢いが弱まりしぶきがあまり飛散らなくなると思う。




| 深さ | | 0cm | 5cm | 10cm | 15cm |
|---|---|---|---|---|---|
| 突起物 | | 2.3 | 5.1 | 4.8 | 4.1 |
| | | 2.8 | 4.6 | 4.5 | 2.4 |
| | | 3.5 | 4.5 | 4.7 | 3.6 |
| | | 2.9 | 4.7 | 4.7 | 3.4 |
| くぼみ | | 5.1 | 6.3 | 7.2 | 6.1 |
| | | 4.1 | 6.5 | 6.8 | 7.6 |
| | | 4.8 | 7 | 7 | 6.3 |
| | | 4.7 | 6.6 | 7.0 | 6.7 |



考察　回転させると、くぼみのある球が回転させない時より高く跳ぶことに驚いた。動画で水の動きを観察すると、球が外側に水を避けて勢いよく斜めに跳ね上がる様子が見られた。くぼみに溜まった水は垂直に上がるのではなく、横に弾き飛ばされたので、球そのものの負荷が軽くなったのではないか。突起のある球は水中で回転することにより、球の勢いが削がれたため、回転させない時より跳ばなくなったのではないだろうか。突起のある球は四方八方に突起がある。**突起が一定の方向しか付いてなかったら、横に跳ぶことを確実に防げるのではないか。横に飛散るしぶきを減らすため、より垂直にジャンプし、離水した場所に戻ることができる工夫を考えたい。**

回転させると突起物のある球は、最も高く跳んだ水深が、球の中心の直径程度になった。くぼみありの球は、直径よりもやや大きい水深から回転させると、回転させない時よりも高く跳んだ。

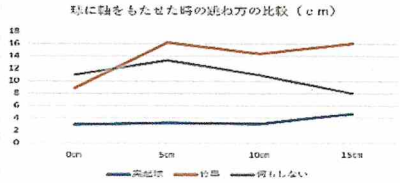
回転させるとしぶきがさらに横に跳ぶ。**だから、垂直に水面に上がっていくのがよい。**

## ②-2　球に竹串を刺したら、横に跳ぶことを防げるだろうか。（追加②）

方法　発泡スチロール球（５cm）の中心を通るように竹串を刺したものを使い、②-1と同じ要領で計測する。



結果



予想　竹串を刺すことにより、進む方向が１つに定まるため、水中での回転がなくなり、高く跳び上がると思う。

結果



| 深さ | 0cm | 5cm | 10cm | 15cm |
|---|---|---|---|---|
| 突起 | 2.3 | 3 | 4.6 | 4.8 |
| | 2.8 | 3.2 | 4.5 | 5.6 |
| | 3.5 | 3.5 | 3.1 | 4.7 |
| | 2.9 | 3.2 | 4.1 | 5.0 |
| 竹串 | 9.7 | 16.8 | 13.7 | 15.8 |
| | 9.6 | 14.2 | 15.2 | 16.4 |
| | 7.3 | 17.5 | 14.3 | 15.9 |
| | 8.9 | 16.2 | 14.4 | 16.0 |
| 何もしない | 10 | 14 | 11 | 7 |
| | 11 | 13 | 10 | 9 |
| | 12 | 13 | 12 | 8 |
| | 11.0 | 13.3 | 11.0 | 8.0 |

考察　予想通り、軸をもたせると回転はしないが高く跳び上がるようになった。つまり、回転やゆれが高く跳び上がることを防いでいるのだということがわかった。しかし、球が高く跳ぶことにより、高い位置から水が床に向かって飛散することになるため、球に軸をもたせることは水しぶきを減らすことには適さないと言える。しかし、**水中の回転やゆれを防ぐ利点は使いたい。球が勢いよく跳び上がることを防ぐため、球の下に軸とおもりをつけたらどうか。**

軸があると、軸がない時や突起のある時よりも跳ぶ高さが高い。水深が直径を過ぎても、跳ぶ高さは水深が深くなるほど高くなっていく。

軸があると水の動きに左右されない。**だから、球は概ね垂直に浮上できる**

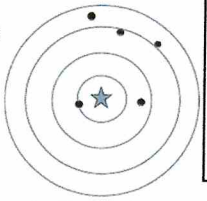
## ②-2　球の下におもりを付けたら、横に跳ぶことを防げるだろうか（追加②-1）

方法　発泡スチロール球（直径３cm）の中心を通るように糸を通しておもりを付けたものを水槽の底で☆の位置から手を離し、円の中のどの位置に浮上するのか計測する。

予想　球から下に糸の道ができているので、揺れずにまっすぐ浮上して跳び上がることもないと思う。



結果



☆は手を離した位置。●は球が頭を出した場所。線と線の間は２cmである。2～4 cmの所に２回、6～8 cmの所に３回浮上した。

考察　予想と違い、垂直に浮き上がらない時もあった。回転はしないが、水中で揺れながら動いているようだ。①-3 の実験では、立方体はしぶきが少ないが、面の端に水が当たると傾いた。**面全体に均等に力が加わると、まっすぐ浮上するのではないか。また、水の抵抗を受ける面の大きさも関係あるのか。**

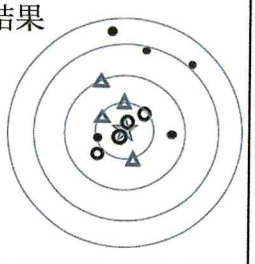
## ②-2　半球の下におもりを付けたら、横に跳ぶことを防げるだろうか。（追加②-1-1）

方法　発泡スチロール球（直径２cm、３cm）を半分に切り、円の中心を通るように糸を通して、おもりを付けたものを②-2（追加②-1）と同じ要領で計測する。

予想　①-3 で、上の面が平らの立方体は回転しづらかったので、球の頭を２cmにし、平面にしたものが一番まっすぐ進むと思う。



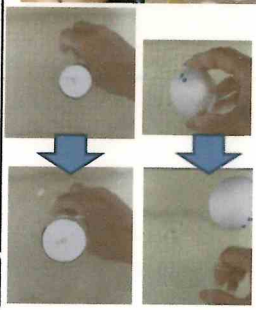
結果



直径 ３ｃｍ球の頭を平面にしたら、直径３ｃｍ球よりも☆に近い所に浮き上がった（△の位置）。

球をより小さい物に（直径２ｃｍ）に変えたら垂直に進み、より☆に近い所に浮き上がった（〇の位置）。

考察　球が小さく、かつ軸が球より下にあると水の影響で球が揺れることもなく、まっすぐ浮上することが分かった。実験している最中に球を踏んで形が卵のようになっていた。**形が楕円になっても、もとが球ならば使用してもよいだろうか。**



半球　　球

下に糸とおもりを付けた半球は揺れずにゆっくり上に上がった。**だから、しぶきが出にくい**

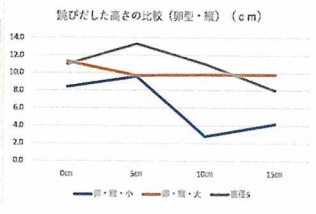
## ②-3　楕円の発泡スチロール球を水面下に潜らせて、浮き上がり方を調べる。

方法　①楕円の発泡スチロール球（小（4×5 cm）大（5×7 cm））をそれぞれ立てて設置し、②-1 と同じ要領で計測する（結果①）。
②①を横に寝かせて設置し、②-1 と同じ要領で計測する（結果②）。

予想　竹串を刺した時、球は垂直に上がった（実験②-2（追加②））。楕円は軸がなく上下に伸びる形なのであまり跳ばないと思う。

結果①

| 深さ | 0cm | 5cm | 10cm | 15cm |
|---|---|---|---|---|
| 4×5ｃｍ | 8.5 | 9.3 | 3.7 | 9 |
| 小 | 9 | 10.2 | 2.4 | 2.2 |
| 1.9ｇ | 7.8 | 9.2 | 2.2 | 1.5 |
| | 8.4 | 9.6 | 2.8 | 4.2 |
| 5×７cm | 11.5 | 5.4 | 9.8 | 9.6 |
| 大 | 11.2 | 9.5 | 10.5 | 6.9 |
| 4.6ｇ | 11.2 | 14.2 | 9.2 | 13 |
| | 11.3 | 9.7 | 9.8 | 9.8 |

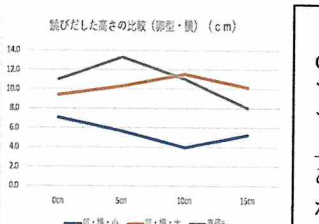



小で水深が 5 cmの時、水中では垂直に進んだが空中で半回転し、横に跳んだ。水深 15 cmの時は水中で回転しながら跳び出すため、縦で跳び出すか横で跳び出すか予想をつけにくかった。大で水深 5 cmの時も、縦で跳び出すか横で跳び出すか予想をつけにくかった。

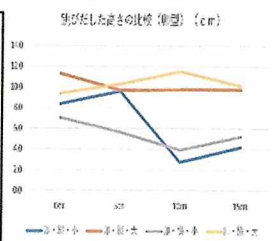
考察①　跳び出す時、傾きの延長線上に跳ぶので大きく横に反れる。**初めから横向きならば、水中で回転してまっすぐ跳ぶのではないか（結果②）。**

結果②

| 深さ | 0cm | 5cm | 10cm | 15cm |
|---|---|---|---|---|
| 4×5ｃｍ | 7.5 | 5.6 | 3 | 5.2 |
| 小 | 6.6 | 5.7 | 3.7 | 5.3 |
| 1.9ｇ | 7.1 | 5.7 | 5.2 | 5.2 |
| | 7.1 | 5.7 | 4.0 | 5.2 |
| 5×７cm | 10 | 12.4 | 11.2 | 7 |
| 大 | 10.2 | 7.6 | 11.8 | 13.8 |
| 4.6ｇ | 8 | 10.9 | 11.6 | 9.6 |
| | 9.4 | 10.3 | 11.5 | 10.1 |




大で水深10 cmの時、水中で回転して縦で水面に跳び上がったため、水しぶきが多かった。




考察②　大（横）が最も高く跳び、小（横）が最も跳ばなかった。しかし、楕円形は縦でも横でも回転を伴う。**回転することで球をまとう水が四方八方に飛び散るので、楕円はしぶきを上げやすい。**



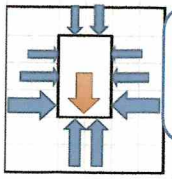
楕円は回転してしぶきが出やすい。**だから、潰した球は使わない。**

## なぜ浮くのか？

→浮力とは、水圧の特徴から、水中の物体の上面を押す力より下面を押す力が大きいことにより発生する鉛直上向きの力のこと。

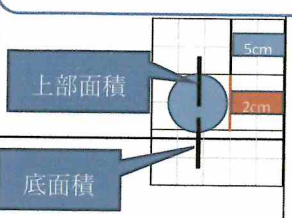
**浮力＝ｐＳ（ｈ’＋ｈ）ｇ－ｐＳｈ’ｇ**

物体の下面全体にはたらく力＝ｐＳ（ｈ’＋ｈ）ｇ
物体の上面全体にはたらく力＝ｐＳｈ’ｇ



↓は重力
→は浮力

ｐ＝運動量　／　Ｓ＝面積
ｈ’＝変化後の高さ　／　ｈ＝もとの高さ
ｇ＝重力加速度（9.8m/ｓ二乗）




浮き上がる力は上の面より下の面の力が大きい時に発生する。公式に当てはめると、上の面と下の面の差は直径の大きさで決まる。だから、水深が直径を過ぎた深さよりも深くなると差がなくなる。

さらに、水深が深くなるほど下から押し上げる力が弱まり、上から押される力が強まる。

## なぜ球が球の直径くらいの時にもっとも高く跳び出すのか

直径２㎝球が水深５㎝の位置から浮き上がる時
（底面積と上部の面積を直径0.1㎝の円と仮定する）
{ｐ×0.1×0.1×3.14（0+5+2）×ｇ}-｛ｐ×0.1×0.1×3.14×5×ｇ｝＝0.0628ｐｇ

直径２㎝球が水深10㎝の位置から浮き上がる時
（底面積と上部の面積を直径0.1㎝の円と仮定する）
{ｐ×0.1×0.1×3.14（0+10+2）×ｇ}-｛ｐ×0.1×0.1×3.14×10×ｇ｝＝0.0628ｐｇ

球が決まったので、今度は液体探し

## ③ 水を跳ねさせない液体は存在するのだろうか（桶を満たすひと工夫）

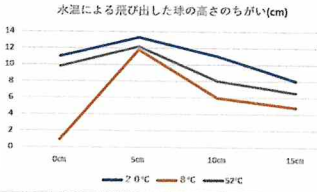
### ③-1　水の温度を変えたら、しぶきは少なくなるのだろうか。

方法　低温（8.8度）常温（20度）高温（50度）の水を用意し、②-1の要領で計測する。

予想　固体と液体、気体では熱が加わるにつれて体積が大きくなる。水温が高くなるにつれて体積が大きくなり、球が強く弾き出されるのではないだろうか。

結果




水温が20度、50度、8度の順に高く跳んだ。水温が８度で水深０㎝の時は殆ど跳び上がらなかったが、水深５㎝の時は他の温度と同じくらい跳び、その後また跳ばなくなった。

8度　↓



50度　↓



考察　水は冷えると凍ることから、温度が低いほど表面張力が大きくなると思う。従って、水温が高い時は粒子が自由に動いて球を弾く力が弱く、水温が低くなるほど粒子の結びつきが強まり、球を強く弾くはずだ。画像を見ると、低温の時は球に絡まる水のしぶきが大きかった。しぶきが大きいことで重さの負荷がかかり、**球が**水中で上に進む力や空中に出た時に跳ぶ力を弱めたのではないだろうか。反対に、高温の時は表面張力が低くなると思うので、**水の影響で**球を押し出す力が弱まるのではないだろうか。

実験後、周りの床の様子を見ると、低温の時のしぶきは遠くまで小さい粒となり、跳んでいた。しかし、高温の時のしぶきは遠くまで跳ばないが、床の上に広がっていた。

桶から水が飛び出すことを防ぎたい。**だから、可能な限り温度の低い水を使うとしぶきが上がりにくい**

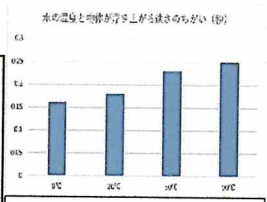
### ③-1　水の温度は本当に水の動きを変えるのだろうか。（③-1追加）

方法　1Ｌの牛乳パックに低温（8度）、常温（20度）、高温（50度）の水を入れ、底面から水面に辿り着く速さを調べる（単位は秒）。

予想　常温が最もストレスを感じさせない状態だと思うので、20度、50度、8度の順に速く浮き上がると思う。

しぶきで床を汚したくない。**やはり、低い温度の水を桶に入れておくとよい**

考察　水温50度で実験した後、さらに高い温度も気になり、90度でも試した。グラフを確認すると温度が高くなるほど速さはほぼ規則的に遅くなっていることが分かった。水の温度が高くなるにつれて表面張力は弱まると言える。海水は物を浮きやすくするという。**桶に溜める水に食塩が混ざると、しぶきが上がりやすくなってしまうのだろうか。**




| | |
|---|---|
| 8℃ | 0.16 |
| | 0.16 |
| | 0.15 |
| 平均 | 0.16 |
| 20℃ | 0.17 |
| | 0.18 |
| | 0.18 |
| 平均 | 0.18 |
| 50℃ | 0.21 |
| | 0.23 |
| | 0.26 |
| 平均 | 0.23 |
| 90℃ | 0.25 |
| | 0.26 |
| | 0.23 |
| 平均 | 0.25 |

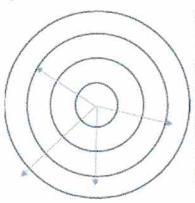
水の温度が高くなるにつれて、少しの違いではあるが球が水面に浮き上がるスピードが遅くなった。

### ③-2　食塩はしぶきを起こしやすくするのだろうか。

方法　①濃度の違う食塩水（3.5%、10%、15%、20%、26%）を②-1の要領で計測する。
②しぶきが跳ねた飛距離を計測する。

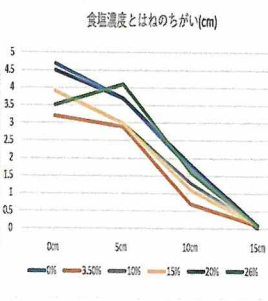
予想　海水は浮きやすい。食塩が水の分子のまとまりを強くして水を跳ねやすくするのではないだろうか。

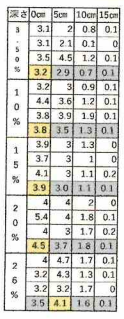
結果



| | |
|---|---|
| 飛距離 | 42.5 |
| cm | 34 |
| | 36 |
| | 33 |
| 平均 | 36.4 |

※円の線と線の間は10㎝



水深が 0 cmの時は水に入れた球がもっとも高く跳び、水深 5 cmの時は 20%と26%濃度の食塩水が水よりも高く跳んだ。どの水深でも 3.5%濃度が最も跳ばず、10%濃度も水と比べると跳びにくい。全ての実験が終わった後、食塩水の飛距離を計測すると平均 36.4 cm、一番遠いものは 42.5 cmまでしぶきが跳んでいた。

食塩濃度が 10%以下だと水が跳ねにくい。**だから、桶に入れた液体に少量の食塩を入れる**

考察　食塩の濃度が高くなるほど球は高く跳んでしまう。しかし、食塩濃度が 10%以下の場合は水より高く跳ばなかった。このことについて疑問に思い調べてみると、**ジョーンズ・レイ効果**と呼ばれている現象だと言うことがわかった。少量の食塩の分子が水の分子の繋がりを緩めるはたらきをするのだろうか。また、水深が深いほど球が水の上に引き上げる水しぶきの大きさは大きかった。水に大量の食塩が溶けることで水分子同士の引き合う力が大きくなり、食塩水を弾き飛ばす力が強くなったのではないか。表面張力が大きくなることで水しぶきがまとまりやすくなり、遠くまで水滴が飛散るのかもしれない。**液体がまとまりやすいと、水しぶきに影響を及ぼすのだろうか。**

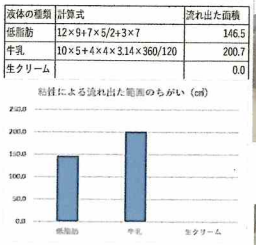
## ③-3　粘度はしぶきに影響するのだろうか。

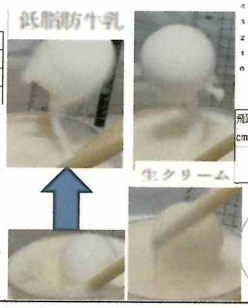
方法　①低脂肪牛乳、牛乳、生クリームを②-1 の要領で計測する。
②流れ出て広がった液の面積を調べる。
③しぶきが跳ねた飛距離を計測する。

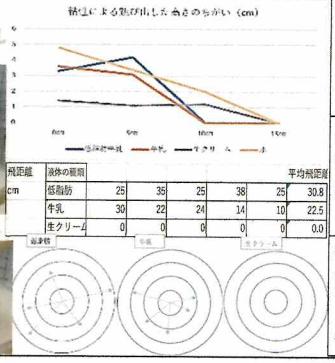
予想　食塩水の実験では、濃度が高いと食塩水は遠くまで跳んだ。液体はまとまると遠くまで跳ぶと思う。
低脂肪＜牛乳＜生クリーム

結果

| 液体の種類 | 計算式 | 流れ出た面積 |
|---|---|---|
| 低脂肪 | 12×9+7×5/2+3×7 | 146.5 |
| 牛乳 | 10×5+4×4×3.14×360/120 | 200.7 |
| 生クリーム | | 0.0 |




| 飛距離 cm | 液体の種類 | 25 | 35 | 25 | 38 | 25 | 平均飛距離 30.8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 低脂肪 | | | | | | |
| | 牛乳 | 30 | 22 | 24 | 14 | 10 | 22.5 |
| | 生クリーム | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |




| 深さ | 0cm | 5cm | 10cm |
|---|---|---|---|
| 低脂肪 | 2.7 | 3.4 | 3.5 |
| | 2.2 | 3.7 | 3.2 |
| | 3.3 | 4.2 | 4.5 |
| | 2.7 | 3.8 | 3.7 |
| 牛乳 | 3.8 | 3.2 | 1.1 |
| | 3.3 | 2.4 | 2 |
| | 3.8 | 3.6 | 1.2 |
| | 3.6 | 3.1 | 1.4 |
| 生クリーム | 1.5 | 1.2 | 1 |
| | 1.3 | 1.1 | 1.5 |
| | 1.5 | 1 | 1.2 |
| | 1.4 | 1.1 | 1.2 |

考察　粘度が高いと、ものが水面下から跳び出したり、ものが液体に落ちたりした時にしぶきが上がりにくいだけでなく、こぼれた時に液が広範囲に広がらないことが分かった。とろみは食材をまとめて誤飲を防ぐため、介護用食品によく用いられている。とろみの特徴を活かせば、液の粒をまとめやすくして水滴を飛散りにくくするのではないか。桶の中に初めから粘度の高い液体を入れておけばしぶきが上がりにくく、こぼれた液も片付けやすい。**去年のダイラタンシー溶液で卵を保護した実験を活用して水しぶきを防ぐことができないだろうか（追加）。**

水深 5ｃｍでは、**低脂肪＞水＞牛乳＞生クリーム**の順に高く跳んだ。また、しぶきが飛散る範囲を調べると、**粘度が高いほど飛距離が短い。**しかし、跳んだしぶきひとつの直径を平均すると、低脂肪は約 0.3cm、牛乳は約 1cm、生クリームは飛散らなかった。実験後、容器から流れ出た液体の面積を計算すると、**粘度が低いものは粘度が高いものより、広範囲に液体が広がっていたと言える。**

粘度が高いと液が流れにくく、しぶきも跳びにくい。
**だから、濃度の高い液をこぼすと後片付けが楽**

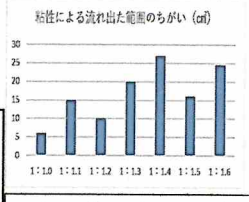
## ③-3　ダイラタンシー溶液はしぶきを防げるか。（③-3 追加）。

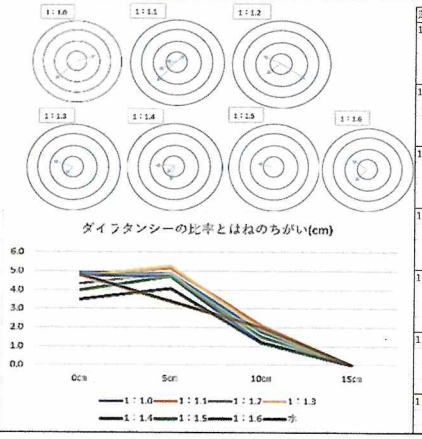
方法　①水と片栗粉を混ぜたダイラタンシー溶液（1：1.0～1：1.6）で②-1 の要領で計測する。
②流れ出て広がった液の面積を調べる。
③しぶきが跳ねた飛距離を計測する。

予想　去年の実験では、1：1.3 の割合のダイラタンシー溶液が卵を守る力が強かったので、1：1.3 の割合が一番水しぶきを防ぐと思う。

結果

| 液体の種類 | 計算式 | 流れ出た面積 |
|---|---|---|
| 1：1.0 | 3×2 | 6 |
| 1：1.1 | 6×5/2 | 15 |
| 1：1.2 | 5×2 | 10 |
| 1：1.3 | 5×4 | 20 |
| 1：1.4 | (15+3) ×3/2 | 27 |
| 1：1.5 | 4×8/2 | 16 |
| 1：1.6 | 1.5×1.5×3.14+7×5/2 | 24.6 |




| 深さ | 0cm | 5cm | 10cm |
|---|---|---|---|
| 1：1.0 | 5.2 | 4.7 | 1.2 |
| | 5.3 | 5.2 | 1.1 |
| | 4.3 | 4.7 | 3 |
| | 4.9 | 4.9 | 1.8 |
| 1：1.1 | 4.8 | 5.4 | 2.1 |
| | 4.4 | 5.1 | 3 |
| | 5.2 | 5 | 1.2 |
| | 4.8 | 5.2 | 2.1 |
| 1：1.2 | 4.2 | 4.9 | 0.9 |
| | 4.9 | 5.4 | 2 |
| | 3.9 | 4.4 | 1 |
| | 4.3 | 4.9 | 1.3 |
| 1：1.3 | 4.4 | 4.9 | 1.8 |
| | 4.6 | 5.5 | 2.9 |
| | 5.2 | 5.4 | 1 |
| | 4.7 | 5.3 | 1.9 |
| 1：1.4 | 4.7 | 4.7 | 1.1 |
| | 4.7 | 4.6 | 1.5 |
| | 5 | 4.9 | 1 |
| | 4.8 | 4.7 | 1.2 |
| 1：1.5 | 3.8 | 4.9 | 2 |
| | 4.2 | 4.9 | 1 |
| | 4 | 4.4 | 1.5 |
| | 4.0 | 4.7 | 1.5 |
| 1：1.6 | 4.3 | 4.3 | 1.5 |
| | 2.8 | 4.2 | 0.9 |




考察　ダイラタンシーは、受けた衝撃により瞬間的に液が硬くなる特徴をもつ。液が、深い位置から浮上する球を衝撃と捉え、固まりながら球を押し上げたり、球が跳び上がる勢いと同時に、まとまって大量に外に流れ出たのだろうか。水と片栗粉が混ざり合わず、液が跳ねたり流れやすくなりシンクを汚してしまう。また、水道から水が流れて桶に入ると自然と濃度が薄まり、水がはねやすくなるはずだ。シンクを汚しにくく粘度のあるものを活用したい。食器用洗剤はとろみがある。また、洗う物によってしぶきが立ちやすかったり、立ちにくかったりする。**食器用洗剤に何かを混ぜると、水しぶきを防ぐはたらきがあるのだろうか。**

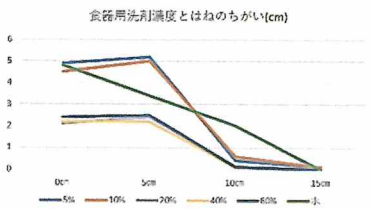
球が跳び上がる高さの実験において、水深５ｃｍから手を離した時は、水と片栗粉の割合が 1：1.3 の割合（ダイラタンシー溶液）の時に一番高く跳ねた。しぶきが跳ねた距離を比較すると、1：1.0 が一番遠くまで跳んだ。次いで 1：1.2（ダイラタンシー溶液に近いもの）が遠くまで跳んだ。流れ出た面積のちがいでは、1：1.4 の面積が最も大きかった。

ダイラタンシー溶液は、液体が瞬間的に固体になり状態が不安定だ。**だから、しぶき防止に適さない。**

## ③-4　食器用洗剤に何かを混ぜるとしぶきを防げるか。

方法　①10%希釈の食器用洗剤に食塩、砂糖、食酢、みりんを混ぜて 10%濃度にし②-1 の要領で計測する。
②流れ出て広がった液の面積を調べる。
③しぶきが跳ねた飛距離を計測する。

結果

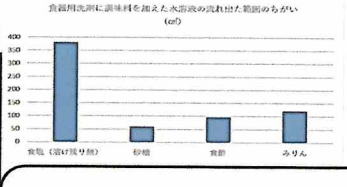



希釈の予備実験を行い、5%と 10%濃度が水が跳ねにくいことが分かっているため、食器用洗剤を 10%希釈にした。

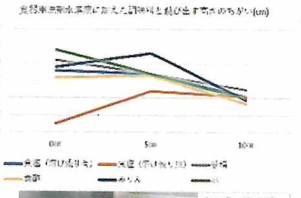
## 結果

予想　食塩水の実験では、濃度が濃くなるほど高く跳ぶようになった。しょっぱさと甘さは対極にあると思う。だから、跳びやすさは、食塩＞食酢＞みりん＞砂糖　だと思う。

| 液体の種類 | 計算式 | 流れ出た面積 |
|---|---|---|
| 食塩（溶け残り無） | （10＋20）×18/2＋17×13/2 | 380.5 |
| 砂糖 | 10×12/2 | 60 |
| 食酢 | 16×6 | 96 |
| みりん | 8×15 | 120 |

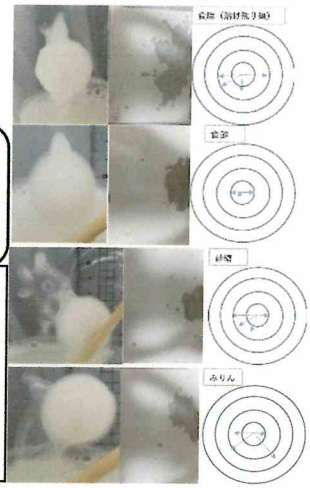



| 液体 | 深さ | 0cm | 5cm | 10cm |
|---|---|---|---|---|
| 食塩 | 1 | 3.8 | 3.2 | 2.5 |
| | 2 | 4.3 | 3.2 | 2.2 |
| | 3 | 2.8 | 3.7 | 1.5 |
| | 4 | 3.6 | 3.4 | 2.1 |
| | 5 | 0.7 | 2.4 | 2.5 |
| | 6 | 0.4 | 2.5 | 2.2 |
| | 7 | 0.5 | 2.4 | 1.5 |
| | 8 | 0.5 | 2.4 | 2.1 |
| 砂糖 | 1 | 4.2 | 3.5 | 1.9 |
| | 2 | 4 | 3.4 | 2.9 |
| | 3 | 4.3 | 3.4 | 2.7 |
| | 4 | 4.2 | 3.4 | 2.5 |
| 食酢 | 1 | 2.5 | 3.4 | 2.1 |
| | 2 | 3.5 | 2.7 | 1.5 |
| | 3 | 3.5 | 3.7 | 1.5 |
| | 4 | 3.2 | 3.3 | 1.7 |
| みりん | 1 | 3.5 | 4.6 | 2.1 |
| | 2 | 3.7 | 4.3 | 2 |
| | 3 | 4.2 | 4.8 | 1.7 |
| | 4 | 3.8 | 4.6 | 1.9 |




食塩は、跳び出す高さは小さいが下に流れ出た時に広がる範囲が大きい。食酢は、跳び出す距離は小さいが跳び出す高さや流れ出た時に広がる範囲は他の調味料と変わらない。砂糖は、跳び出す高さと距離は他の調味料と変わらないが、流れ広がる範囲が他の調味料と比べて小さい。みりんは、水深５cmの時に跳ぶ高さがもっとも高く、流れ出た液も他の調味料より大きく広がった。

「少量の食塩」は跳ぶ力を弱める。**やはり、しぶき防止には食塩がよい**




考察　跳び出す高さを調べる実験の時、誤って溶け残りのある食塩水を使用したところ、他の液と比べて圧倒的に跳ばなかった（みりんと比べて跳ぶ高さは 1/2）。③-2 のジョーンズ・レイ現象はここにも表れている。結論として、最も跳ねにくい液は、少量の食塩水である。しかし、流れ出た時に広範囲に広がりやすいため、桶はシンクに対して大幅に小さめが良い。砂糖は食塩に比べて広がりにくい。**食塩と同じように（③-2）、砂糖も濃度を変えると性質が変化し、しぶきが上がりにくくなるのではないだろうか。**

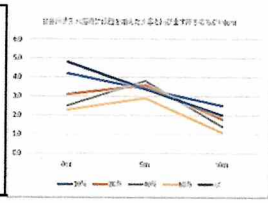
### ③-5　食器用洗剤に比率を変えて砂糖を混ぜると、水しぶきを防げるのだろうか。

方法　10%希釈の食器用洗剤に濃度の違う砂糖水（10%、20%、40%、60%）を②-1 の要領で計測する。

予想　食塩は濃度が高いほど高く跳んだ（③-2）ので、反対に砂糖は濃度が高いほど跳ばないと思う。

考察　水深５cmの時、40%濃度の砂糖水が最も高く跳んだので、しぶきを上げやすい濃度が決まっていることが分かった。しかし、目的はしぶきを飛ばさないことだ。だから、桶の中に砂糖が入ってしまった時は 40%の濃度を避けられるように、予め桶に食器用洗剤の水溶液を張っておくと洗い物をしてもはねにくい。次に、**どのような形の容器が跳ねにくいか調べたい。**

水深０ｃｍの時は濃度が低いほど高く跳んだが、水深５ｃｍまで潜らせた時、40%濃度が最も高く跳んだ。水深 10cm まで潜らせるとまた、濃度が薄い順に跳び出す高さが高くなった。



## 結果

| 濃度 | 0cm | 5cm | 10cm |
|---|---|---|---|
| 10% | 4.2 | 3.4 | 2.5 |
| 20% | 3.1 | 3.6 | 1.8 |
| 40% | 2.5 | 3.8 | 1.4 |
| 60% | 2.3 | 2.9 | 1.1 |
| 水 | 4.8 | 3.4 | 2 |

砂糖水も高く跳ぶ濃度が決まっていたが、際立って跳ばない濃度はない。**やはり、適しているのは 10%以下の濃度の食塩**

液が決まったので、今度は容器探し

### ④ 容器の形は水しぶきの上がり方に関係しているのだろうか（桶の外にひと工夫）

### ④-1　容器の形が変わるとしぶきの上がり方は変わるのだろうか。

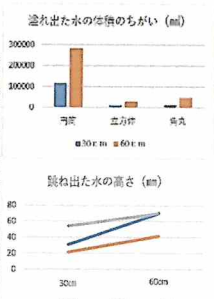
方法　円筒、立方体、角の丸い立方体の容器に墨を垂らした水を入れ、傾斜 20 度の坂道で走らせたミニカーを容器に当て、溢れ出た水の体積と跳び出した水の高さを比べる。（衝突する距離は 30、60 cm）

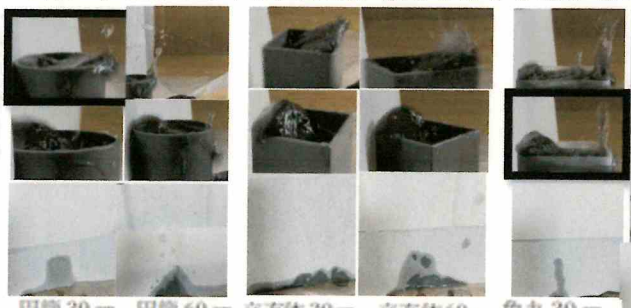
予想　同じ体積なら衝突部分が小さいほど痛い。だから、円筒 60 cmが最もしぶきが上がると思う。

クラウンの生成

## 結果

| 容器の形 | | 円筒 | 立方体 | 角丸 |
|---|---|---|---|---|
| 容器の体積（㎖） | | 35×35×3.14×70<br>269255 | 70×70×70<br>343000 | 70×70×70<br>343000 |
| 30cm | 状態 | △に盛り上がる | 辺と同じ幅の長方形に盛り上がる。 | 両端が△になり、間が長方形に盛り上がる。 |
| | 下がった水面 | 3mm | 1.7mm | 2.3mm |
| | 高さ（計算） | 10：22＝X：70 | 10：32＝X： | 17：22＝X：70 |
| | 跳び出した高さ | 31 | 21.9 | 54.1 |
| | 体積（計算） | 35×35×31.4×3 | 70×70×1.7 | |
| | 体積（㎖） | 115395 | 8330 | 11270 |
| 60cm | 状態 | 傾斜３０度よりも盛り上がった△の上に球が浮き、人のような形になっている | 傾斜３０度の時の形の高さが高くなる。 | 傾斜30度よりも三角が高くなり、王冠のような形になった。 |
| | 下がった水面 | 7.3mm | 5.6mm | 9.3mm |
| | 高さ（計算） | 20：20＝X：70 | 15：25＝X： | 22：22＝X：70 |
| | 跳び出した高さ | 70 | 42 | 70 |
| | 体積（計算） | 35×35×31.4×7.3 | 70×70×5.6 | 70×70×9.3 |
| | 体積（㎖） | 280794.5 | 27440 | 45570 |







考察　流れ出た水の体積、跳び出した高さ共に、円筒＞角丸＞立方体（60 cm＞30 cm）だった。丸い形は両側から力が集まり、始点同士を繋いだほぼ半分の位置で衝突し、人の形のようなものが現れた。この形はミルククラウンが発生し、鎮静後に王冠の中心部分から上がる形に似ている（△の上に○）。**円筒の曲線と王冠の曲線には似た関係があるのだろうか。予想では衝突面が小さいほどしぶきが上がると考えた。立方体の角に衝突したらどうなるだろうか（追加）。**

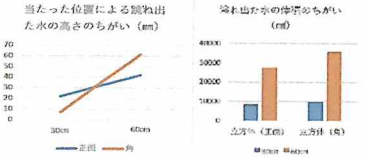
円は液体を跳ばしやすい。**だから、角のある容器を使う**

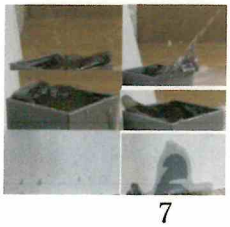
### ④-1　容器の角に衝撃を与えるとしぶきの高さは変わるのだろうか。（④-1 追加）

方法　立方体の角を衝突面にし、4-①の要領で計測する。

予想　同じ体積なら衝突部分が小さいほど痛い。
だから、角に衝突するとしぶきが高く上がると思う。

結果



| | 衝突した面 | 立方体（正面） | 立方体（角） |
|---|---|---|---|
| 30cm | 下がった水面 | 1.7mm | 2mm |
| | 状態 | 中心に寄らず、辺のままの形で上に伸びる。角ではない普通の水面から水しぶきが上がっている。衝突した衝撃でも水はこぼれるが、反対側に引いた波、それが返ってきた正面の波、合計3つの波で水が溢れた。 | 角と角の水が衝突した角に寄り、ぶつかり合って跳ねる。衝突した波、反対側に引いた波の2つの波で水が溢れた。 |
| | 高さ（計算） | 10：32＝X：70 | 2：20＝X：70 |
| | 跳び出した高さ | 21.9 | 7 |
| | 体積（計算） | 70×70×1.7 | 70×70×2 |
| | 出た体積（㎖） | 8330 | 9800 |

| | 下がった水面 | 5.6mm | 7.3mm |
|---|---|---|---|
| 60cm | 状態 | 30cmの距離の時の状態の形で高く上がる。衝突した衝撃でも水はこぼれるが、反対側に引いた波、また反対側の面…を繰り返し、5つの波で水が溢れた。 | 衝突した角の水が一番高く上がるが、角を挟む両側の辺からも水が溢れる。また、4つの頂点全てから水しぶきが上がる（対角の頂点が一番低く水が上がる）。衝突した波、反対側に引いた波。衝突した面の波…を繰り返し、4つの波で水が溢れた。 |
| | 高さ（計算） | 15：25＝X：70 | 22：25＝X：70 |
| | 跳び出した高さ | 42 | 61.6 |
| | 体積（計算） | 70×70×5.6 | 70×70×7.3 |
| | 出た体積（㎖） | 27440 | 35770 |

**考察**　角に衝撃を受けると当たったエネルギーがそのまま水に伝わり、水が高く跳び出して外に溢れ出る液の量が多くなる。平面に衝撃を受けた時はエネルギーが辺全体に分散されて外に溢れ出る水の量が少なくなるのではないか。実験をしながら容器がずれることがあり、角に当たったり平面に当たったりして跳び出す高さや溢れ出る水の量が不安定だった。**容器を固定させて衝突部分を平面の部分にすれば、しぶきはあまり上がらないはずだ。緩衝材を使えば、容器が受ける衝撃をさらに緩和できるかもしれない。**

角に当たるとしぶきが上がりやすい。
**だから、平面に当たるように容器をまっすぐに置く**

## ④-2　容器を緩衝材で保護すると、しぶきの影響を受けにくくなるのだろうか。

**方法**　立方体に緩衝材（ネット状、プチプチ（直径10㎜・直径5㎜））を巻き、4-①の要領で計測する。

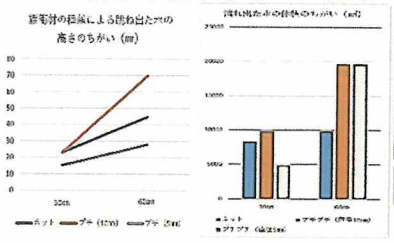
**予想**　ネット状は隙間が大きい。空間がクッションになり、衝撃を和らげるのではないか。　距離30cm↓

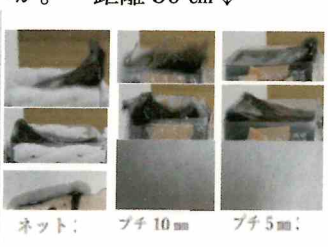
**結果**

| | 距離 | 30cm | 60cm |
|---|---|---|---|
| ネット状 | 下がった水面 | 1cm | 2cm |
| | 状態 | 波が前や後ろに跳び出さず、容器に対して垂直に近い部分に跳び出す。衝突した面、反対側に引いた波。衝突した面の3つの波で水が出た。 | ネットをしない時よりも水が飛散らず、両端に人のような形のものができていた（△の上に○が乗る形）。衝突した面、反対側に引いた波。衝突した面の3つの波で水が出た。 |
| | 高さ（計算） | 10：30＝X：70 | つ |
| | 高さ（計算） | 23.3 | 44.8 |
| | 跳び出した高さ | 70×70×1 | 70×70×2 |

| | 下がった水面 | 2cm | 4cm |
|---|---|---|---|
| 直径10㎜のプチプチ | 状態 | 衝突した橋の面の真ん中に人の形のようなものが現れた（△の上に○）。衝突した面、反対側に引いた面、衝突した面の3つの波で水が出た。波から次に波に行く時間が短い。 | 角から上がった△のしぶきが空中でぶつかり合い、花火のような形で激しく飛散った。反対側の面の波は輪のような形になり、人の形のような物が現れた（△の上に○）。3つの波。 |
| | 高さ（計算） | 10：30＝X：70 | 30：30＝X：70 |
| | 高さ（計算） | 23.3 | 70 |
| | 跳び出した高さ | 70×70×2 | 70×70×4 |

| | 下がった水面 | 1cm | 4m |
|---|---|---|---|
| 直径5㎜のプチプチ | 状態 | 衝突した時と反対側に引いた波では水が出ず、衝突した面に返った時と反対側に戻った波で水が出た（3、4波目）。 | 衝突した面の両側の角から人の形のようなものが現れた（△の上に○）。衝突した時と衝突した面に戻った時、それが反対側に戻った波で水が出た（1、3、4波目） |
| | 高さ（計算） | 5：23＝X：70 | 10：25＝X：70 |
| | 高さ（計算） | 15.2 | 28 |
| | 跳び出した高さ | 70×70×1 | 70×70×4 |







**考察**　直径5㎜のプチプチはあまり高くしぶきが上がらなかったが、強い衝撃を受けた時に外に跳び出す水の体積は大幅に増えた。プチプチの緩衝材は横から衝撃を受けた時に容器そのものが傾いて元に戻る動きをしたからだ。受けた衝撃は進行方向に進むことで力を逃がしているのではないか。逃せなかった力は、受けたエネルギーを、水を外に跳ばす力に置き換えてしまうのかもしれない。側面に緩衝材を付けることで、容器の内側は角があるが容器の外は丸くなり、水が跳び出す力は両端に分散される。従って、水を受ける**角型容器の側面に直径5㎜の緩衝材を付ける。**

力Fが働くと質量mは加速度aで運動する。<F＝ma>　　だから、底面に滑り止めは付けない

## まとめ

**①水の勢いで、水しぶきの数は変わるのだろうか。**

①-1 蛇口の角度が40度以上になると、しぶきの数が急に増える。
①-2 蛇口の角度が40度の時は直径3㎝、60度の時は直径2cmのしぶきの数が少なかった。
①-3 蛇口の角度が40度の時、水しぶきの数は、立方体＜球（3㎝）＜直方体＜球（2㎝）＜ハート型の順だった。立方体と直方体は水に潜らず跳び出しやすい。
①-4 くぼみ有の発泡スチロール球のしぶきの上がり方は水の勢いに左右されない。
①-5 蛇口の角度が40度の時、水しぶきの数は、発泡スチロール＜水＜ポリプロピレン＜ゴム＜メラミンの順だった。

**②桶の中に液体を入れて球を浮かべると、水しぶきを防ぐことができるのだろうか。**

②-1 直径程度の水深が最も高く跳ぶ。深く潜らせると横に滑る。
②-2 くぼみの有無関係なく直径程度の水深が最も高く跳ぶ。跳び上がる高さは、くぼみ無＞くぼみ有
②-2 追加① 突起球は、深く潜らせるとくぼみ球より四方に跳ぶ。
②-2 追加①-1 突起球を回転させると、球の中心程度の水深が最も高く跳ぶ。くぼみ球では、直径よりも大きい水深が高く跳ぶ。
②-2 追加② 軸があると高く跳ぶ。水深が深くなるほどより高い。
②-2 追加②-1 おもりの付いた球は垂直に浮上しない時もある。
②-2 追加②-1-1 小さい半球（おもり付）が最も垂直に浮く。
②-3 楕円は水中を回転しながら浮き上がるため、しぶきを増やす。

**③水を跳ねさせない液体は、存在するのだろうか。**

③-1 球が跳びやすい水温は、20度＞50度＞8度 の順だった。
③-1 追加① 水温が高いと球が浮き上がる速さが遅くなる。
③-2 濃度10%以下の食塩水は水より球が跳びにくくなるが、濃度が高くなるほど高く跳ぶ。
③-3 球は水深5㎝の時、低脂肪＞水＞牛乳＞生クリームの順に高く跳ぶ。粘度が低いと液は広がりやすい。
③-3 追加① ダイラタンシー溶液は、衝撃により液が固体になるため状態が安定せず、しぶきを防ぐことが難しい。
③-4 食器用洗剤水溶液に濃度が10%以下になるよう食塩を入れると、しぶきが上がりにくくなる。
③-5 水深5㎝の時、食器用洗剤水溶液に濃度が40%になるよう砂糖を入れた時、球は最も高く跳んだ。

**④容器の形は、水しぶきの上がり方に関係しているのだろうか。**

④-1 衝撃が大きいほど、流れ出る水の体積は大きい。立方体＞角丸＞円筒の順に容器から高く水が飛び出した。
④-1 追加① 角に衝撃を受けると水が高く飛び出し、外に溢れ出る液の量が多くなる。
④-2 側面に直径5㎜のプチプチが付いた緩衝材を貼り、その上にハニカム構造でガードし、しぶきを起こしにくい容器をつくる！

## スプラッシュ現象を防ぐ4条件

**条件①　蛇口を捻るのは40度**
**条件②　おもりを付けた発泡スチロール半球を水に浮かべる**
**条件③　低温の食器用洗剤水（10%希釈）を容器に入れ、塩分濃度を10%以下にする。**
**条件④　側面にプチプチの緩衝材（直径5㎜）を貼り、その上にハニカムブロックを貼った角型容器を、水受けとしてシンクに置く。**




**感想**　水たまりに降り注ぐ雨のしずくや沸騰した時の鍋の中、シャボン玉など、自然界における球体に関心があった。その中で、今年はスプラッシュ現象を除くための条件について考えることにした。自分の仮説を確かめるために行った実験結果から、また新たな疑問が生じて追加実験を行い続け、終わりが見えずに気が遠くなりそうだった。条件を導き出せると考えて計画した実験の結果が思っていたものではなかったり、反対に自分の考えを裏付ける驚くような結果だったりして、改めて自分が掲げた課題を理科で解決する面白さを感じた。1年生の時に導き出したハニカム構造の強度を今回の容器に活用した。これまで行ってきた実験は、その場限りで終わるものではなく、私の将来にずっと続いていくものなのだと感じた。水温の実験をした時、液の内部がどのような粒子構造になっているのか気になった。今後、調べてみたい。また、これまで私の研究に関わって下さった方々に改めて感謝の意を表したい。


**参考文献**　『宇宙一わかりやすい高校物理（力学・波動）』株式会社学研プラス
sci.kyushu-u.ac.jp　九州大学理学部「水の物理化学から環境科学の問題に挑む」