

水しぶきの飛ぶ条件

川根 大輝 西井 勇輝 重松 克哉 弓削 健太郎

1. 研究目的

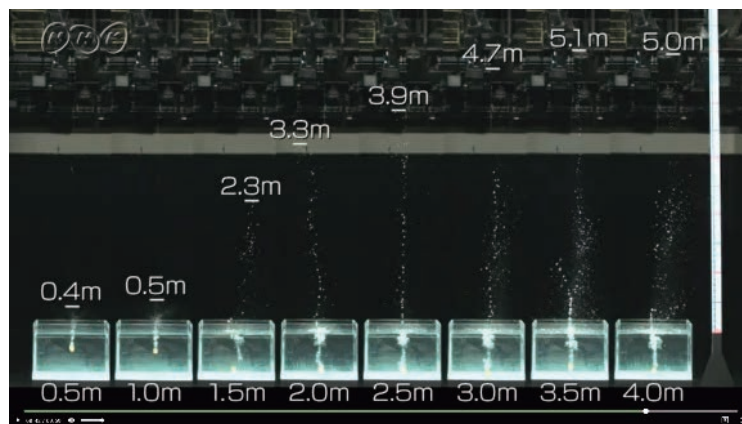
私たちはシャチのショーを見に行った際、シャチの動きのダイナミックな様子に感動した。そしてシャチが落下したときに生じる水しぶきに興味を持った。そこから、水しぶきの飛ぶ条件は何に関係するのかを明確にするために、今回の実験を行うことにした。

2. 実験方針

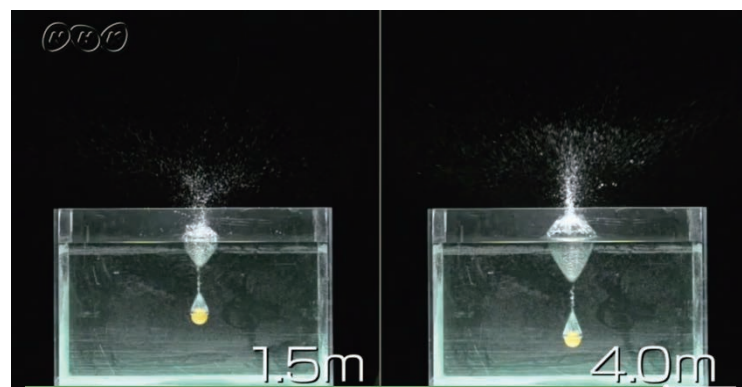
水しぶきの発生条件には、水槽の大きさ、水量、落下物の重さ、形などが考えられる。それらの中から私たちは、「落下物の重さ・水面の形・水面の面積・水深」に着目して実験することにした。

3. 先行研究

先行研究から、物体の落とす高さがある程度のところまで上げて水面に落とすにつれ、水しぶきは高くあがることが分かった。



また、物体を高いところから落とすほうが落下したときに生じる水面のへこみが深くなる。その分戻る勢いが強くなり、高く水しぶきが上がることも分かった。



このことから、私たちは水しぶきの高く飛ぶ条件は他にないかと考えた。

4. 予備実験

この実験は、私たちの実験方法でも先行研究と同様の結果が得られるかを目的として行った。

(1) 使用する器具

- ・水槽 (18.5 cm×34 cm×21.5 cm)
- ・メジャー (150 cmまで計測可能)
- ・暗幕
- ・ライト
- ・カメラ (スローで撮影)
- ・スーパーボール

(2) 実験方法

スーパーボールを、スタンドを用いて固定し、水で満たした水槽に落下させる。

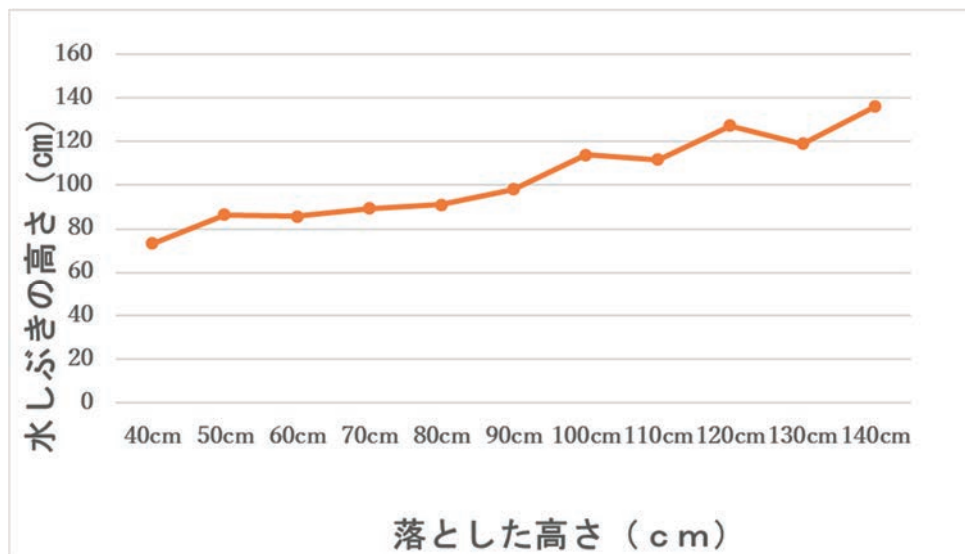
メジャーを地面に対して垂直に立たせ、カメラで(目視で確認できる範囲の)水しぶきの高さを測定する。



(3) 結果

結果は下のグラフである。スーパーボールの落とす高さを上げるほど、水しぶきが高く上がり、正の相関があることが分かった。今回の実験で、おおよそ先行研究と同じ内容の結果を得ることができたため、この実験方法で今後も実験を行うこととする。

この予備実験で、物体を落とす高さのうち、誤差が小さかった 60 cmの高さから物体を落下させることにする。



5. 本実験① 落下物の重さと水しぶきの高さの関係

(1) 使用する器具

- ・水槽 (18.5 cm×34 cm×21.5 cm)
- ・メジャー (150 cmまで計測可能)
- ・暗幕
- ・ライト
- ・カメラ (スローで撮影)
- ・おもりを入れたカプセル

(2) 実験方法

スーパーボールを、スタンドを用いて固定し、水で満たした水槽に落下させる。メジャーを地面に対して垂直に立たせ、カメラで（目視で確認できる範囲の）水しぶきの高さを測定する。落下物の落とす高さを 60 cm に固定し、おもさを 73g, 133g, 193g, 253g, 313g の 60g 間隔で変える。そして、それぞれの重さにつき 10 回ずつ測定し、平均値をとった。



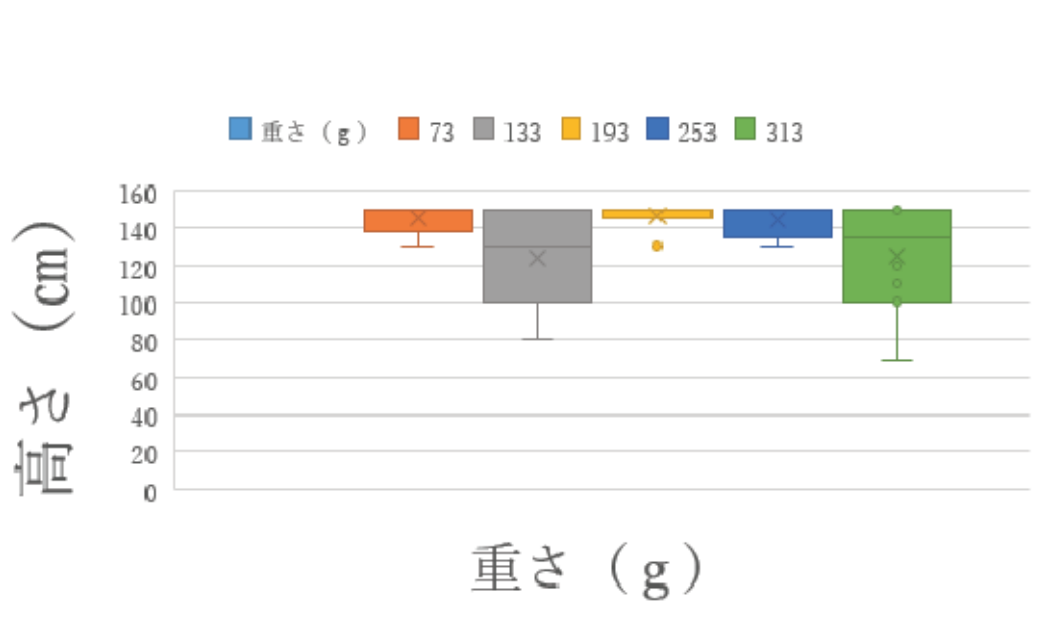
実験に使用した おもり



カプセル

(3) 結果

落下物の重さを 73g にして落としても、水しぶきの高さが 150 cm を超えた。落下物の重さを極端に軽くすると水しぶきが発生しなかったため、私たちの実験では落下物の重さによる水しぶきの相関関係をとれないと考え、重さの実験を断念した。



本実験② 水面の形と水しぶきの高さの関係

(1) 使用する器具

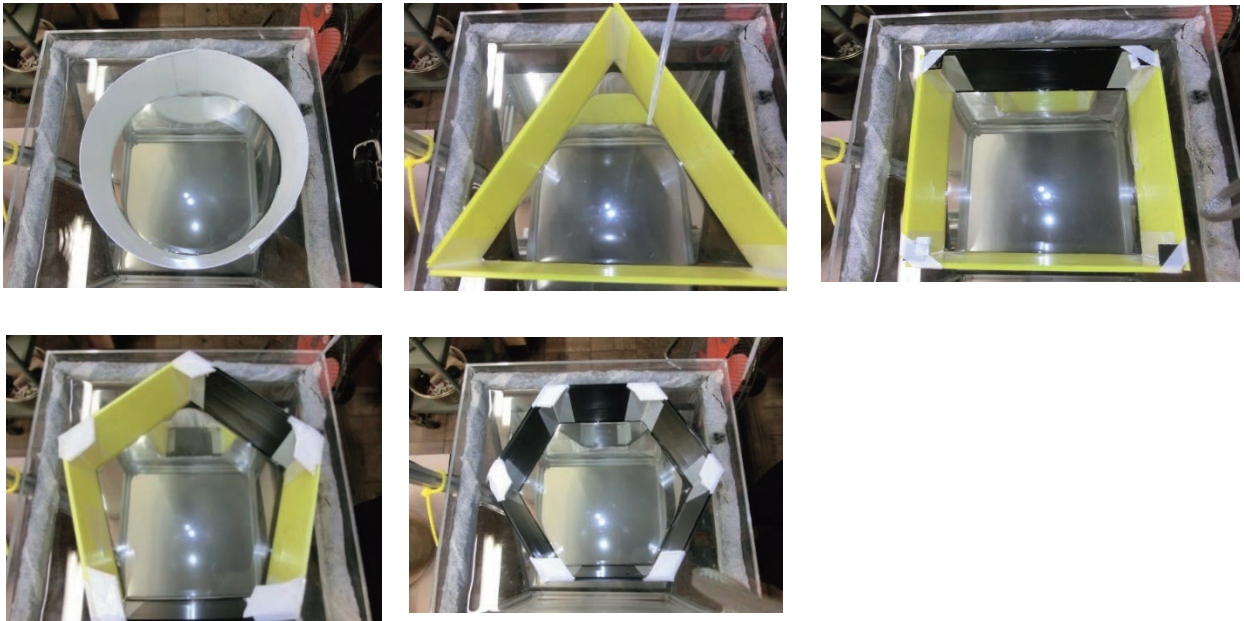
- ・水槽 (18.5 cm × 34 cm × 21.5 cm)
- ・メジャー (150 cm まで計測可能)
- ・暗幕
- ・ライト
- ・カメラ (スローで撮影)
- ・スーパーボール 重さ 53.2 g

(2) 実験方法

スーパーボールを、スタンドを用いて固定し、水を最大まで張った水槽に落下させる。メジャーを地面に対して垂直に立たせ、カメラで（目視で確認できる範囲の）水しぶきの高さを測定する。

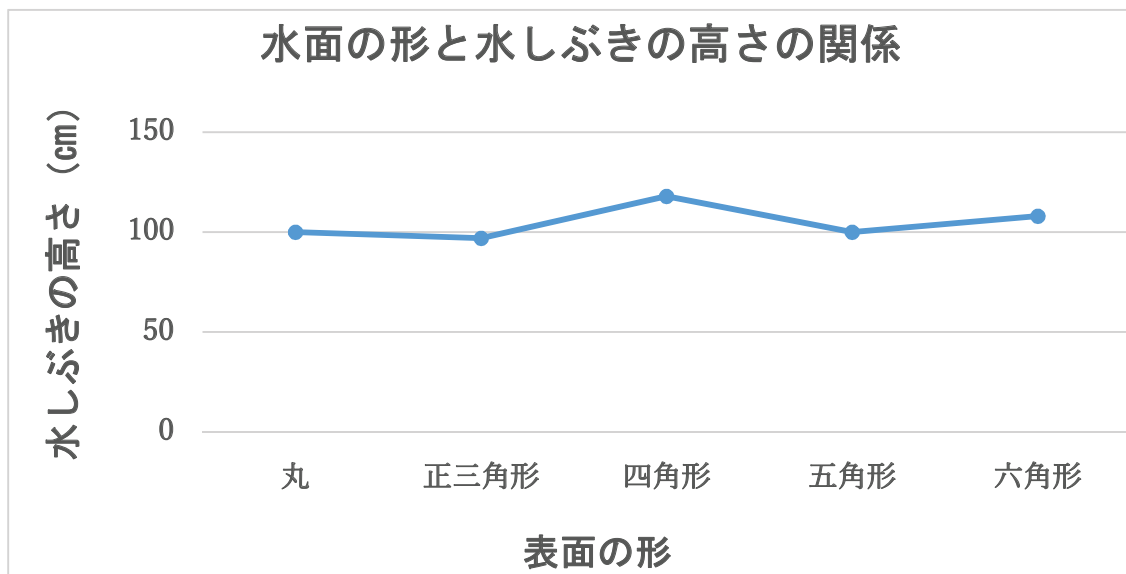
面積を 420 cm^2 にそろえて、水面の形を写真1のように、丸、正三角形、正方形、正五角形、正六角形に変えてそれぞれ10回ずつ行った。落とす高さ 60 cm でそれぞれ一定にした。

写真1 実験に使用した水面の形



(3) 結果と考察

水面の形を変えても、水しぶきの高さはほとんど変化しなかった。このことから、水しぶきの高さは、水面の面積が同じとき水面の形は水しぶきの高さに関係しない。



本実験③ 水面の面積と水しぶきの高さの関係

(1) 使用する器具

- ・水槽 (18.5 cm×34 cm×21.5 cm)
- ・メジャー (150 cmまで計測可能)
- ・暗幕
- ・ライト
- ・カメラ (スローで撮影)
- ・スーパーボール 重さ 53.2 g

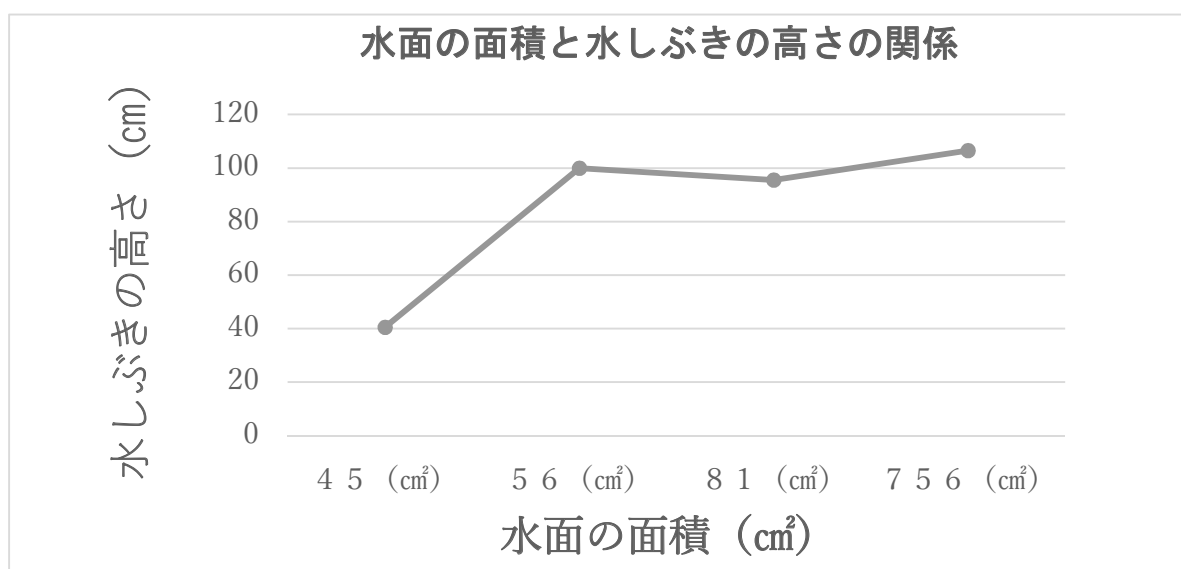
(2) 実験方法

スーパーボールを、スタンドを用いて固定し、水を最大まで張った水槽に落下させる。メジャーを地面に対して垂直に立たせ、カメラで (目視で確認できる範囲の) 水しぶきの高さを測定する。

水面の面積を 45 cm², 56 cm², 81 cm², 756 cm²と変化させて落下物を落としたときの水しぶきの跳ねる高さを調べた。本実験②において面積を 420 cm²にしたが、水しぶきの跳ねる高さは水槽の面積に制限をかけてないときと比べてあまり変化が感じられなかったため 756 cm²のような極端な値に設定した。

(3) 結果と考察

図のように水面の面積を 56 cm², 81 cm², 756 cm², のときあまり高さに変化が見られなかったが、45 cm²のとき極端に値が小さくなった。このことから、水面の面積を極端に小さくしたとき水面のへこみに制限がかかり、水しぶきが飛びにくくなると考えた。水面の面積がある程度大きければ、水しぶきの高さに影響は出ないという結論に至った。



本実験④ 水深と水しぶきの関係

(1) 使用する器具

- ・水槽 (18.5 cm×34 cm×21.5 cm)
- ・メジャー (150 cmまで計測可能)
- ・暗幕
- ・ライト

- ・カメラ（スローで撮影）
- ・スーパーボール 重さ 53.2 g

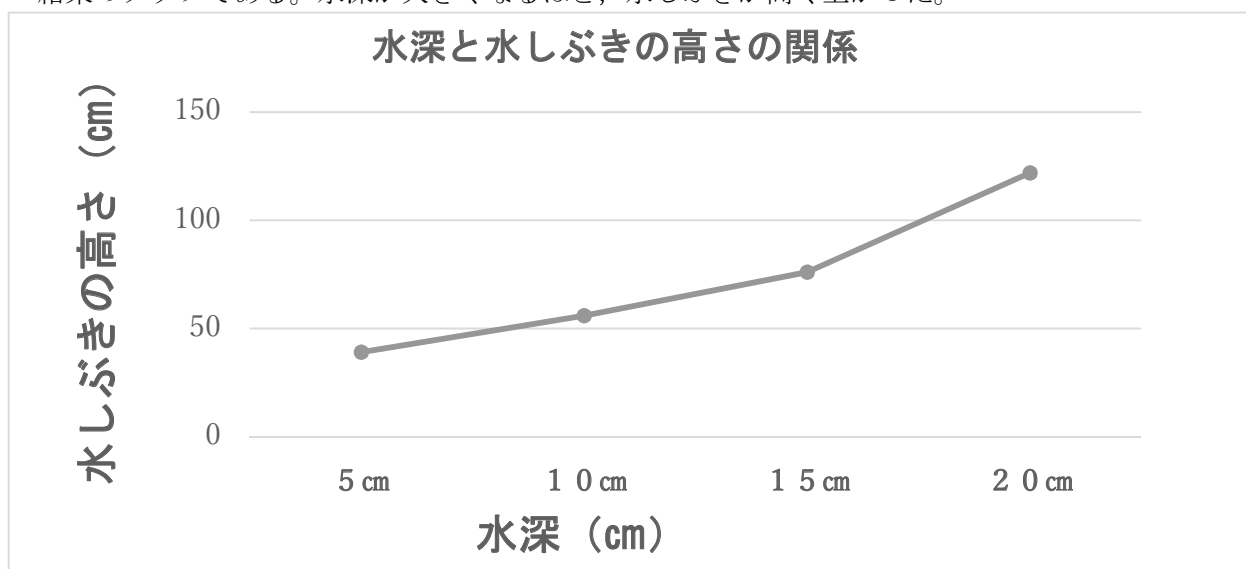
(2) 実験方法

スーパーボールを、スタンドを用いて固定し、水を最大まで張った水槽に落下させる。メジャーを地面に対して垂直に立たせ、カメラで（目視で確認できる範囲の）水しぶきの高さを測定する。

水深を 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm と変化させ、生じた水しぶきの高さを測定した。今までと同様にそれぞれの深さで 10 回ずつ実験を行った。

(3) 結果と考察

結果のグラフである。水深が大きくなるほど、水しぶきが高く上がった。



水深が大きいくほど落下物が水槽の底につくことによって失われるエネルギーが小さくなる。そして、水槽の底につくことによるエネルギーの損失が少なくなる分、そのエネルギーが水しぶきを高く上げるために用いられるため、このような結果になったと考えた。

よって、水槽の深さが大きく、落下物が底につかないときは水しぶきの高さは一定になると考えた。しかし、私たちの実験装置では落下物が底につかないような水槽を用意することができなかったため、この検証を行うことができなかった。

6. まとめ

水しぶきが高く上がるための条件は、落下物を高い位置から落とすことと、水しぶきのへこみよりも幅が広く、落下物が底につかないような大きさの水槽を用意することだと考えた。

7. 参考文献

- ・NHK の大科学実験
77 水しぶきの階段

https://www.nhk.or.jp/rika/daijikken/?das_id=D0005110363_00000