

水切りにおいて  
水上を跳ねる回数が多くなる  
石の条件とその投げ方

## I. 研究の動機

春休みの某日、中学校の友人と日野川の河川敷で遊んでいた中で、川に向かって石を投げている友人Yがいた。それが「水切り」という名の遊びであることは知っており、自分もやったことがあった。そこで自分もやってみようと思ったが、なかなかうまくいかず。水しぶきを上げて一回も跳ねることなく沈んでしまうことが多々あった。それに比べてYが投げた石は、何度も水上を跳ねていた。

「もっと水切りをうまくできるようにしたい」、そう思い、どのような石で、またどのような投げ方をすれば石を水上により多い回数跳ねさせることができるのかを調べることにした。



## II. 仮説

先に記した疑問を調べるにあたり、もともと自分が知っていた予備知識のようなものがある。「平たい石ほど水切りがしやすい」、ということだ。これはよく聞いたことがあるだろう。その知識から仮説を立てるとすると、どのような石が、という疑問に対しては、やはり平たい、すなわち円盤のような形の石がより多い回数水上を跳ねるのではないか。

次に、投げ方についての疑問に対してだが、あくまで自分のイメージではあるが、水面に対して限りなく平行に近い角度で石を投げればよいのではないか、というものが思い浮かぶ。実際にYも低い角度で石を水にぶつけていた。

これらの仮説を立てつつ実験を行っていく。

### Ⅲ. 調査方法

実際に水場へ行って実験を行ってきた。ここではその概要を説明する。

#### <実験場所など>

場所：日野川河川緑地（右写真）

実験日：4月5日（火）

天候：晴

（実験時の気温：19.5℃）



#### <実験材料>

・電子ばかり・ボウル・質量や形が様々な石・腕力（・協力者）

#### <実験方法・手順>

①河川敷から様々な形・大きさの質量を多数集め、1つずつ電子ばかり（右写真）で質量を量る。（質量で分ける）

②質量ごとに分けた石を、さらに丸っぽい石と平たい石に目視で分ける。（形で分ける）



③質量・形ごとに分けた石（上写真）で水切りをしていき、石が水面で何回跳ねたかを見て記録し、また石がどのように跳ねるかも観察する。この時、石が水に入ったときの角度（入射角）も目視で観察する。







④観察した様子を紙にまとめる。

このようにして、石の質量、石の形（石の底面が平たいか丸いか）、水への入射角という3項目を変化させ、その違いを比較する。

## IV. 結果

石が水にはねた回数と入射角を記録し、表にまとめた。

【表】 (x=石の質量)

入射角 質量(g)	石の形：平			石の形：丸		
						
$5 \leq x < 15$	3,5,5,3,5 (AVG 3.8)	3,4,5,2,2 (AVG 3.2)	2,2,1,3 (AVG 2)	0,2,3,3,4,1 (AVG 2.17)	3,2,3,2,1,3 (AVG 2.3)	1,1,2,2,1 (AVG 1.4)
$15 \leq x < 25$	2,3,2,4,10,7,5,4 (AVG 4.63)	4,2,4,2,5,1,7,3 (AVG 3.5)	2,1,1,1 (AVG 1.25)	0,4,3,2,5 (AVG 2.8)	6,3,3,1,3,1,3,4,2,5 (AVG 3.1)	2,2,1,1,1 (AVG 1.4)
$25 \leq x < 35$	3,2,3 (AVG 2.67)	1,2,2,3,4,4 (AVG 2.67)	1,1,3,1 (AVG 1.5)	3,8,3,4,4 (AVG 4.4)	3,3,1,3,2,3 (AVG 2.5)	1,1,2,2,1,1 (AVG 1.33)
$35 \leq x < 45$	2,9,1 (AVG 4)	1,5,2,5,4,5,2,2 (AVG 3.25)	2,1 (AVG 1.5)	3,3 (AVG 3)	3,2,1,2,2 (AVG 2)	1 (AVG 1)

## V. 考察

【実験から】

先にマイナスな点から述べると、この表から見てわかる通り、今回の実験では不十分な点が少しあったせい、結果があまりはっきりしなかった。その例として、実験に使う石の数が少なかったという点がある。全部で126回石を投げたが、このように表にしてみると少し数が少なかった部分も出てきてしまった。

ただわかった点もいくつかある。平均値を出したところ、この表から、「丸い石よりも平たい石のほうが跳ねる回数が多く、

また入射角が低いほど跳ねる回数が多い」

ということが分かり、また、

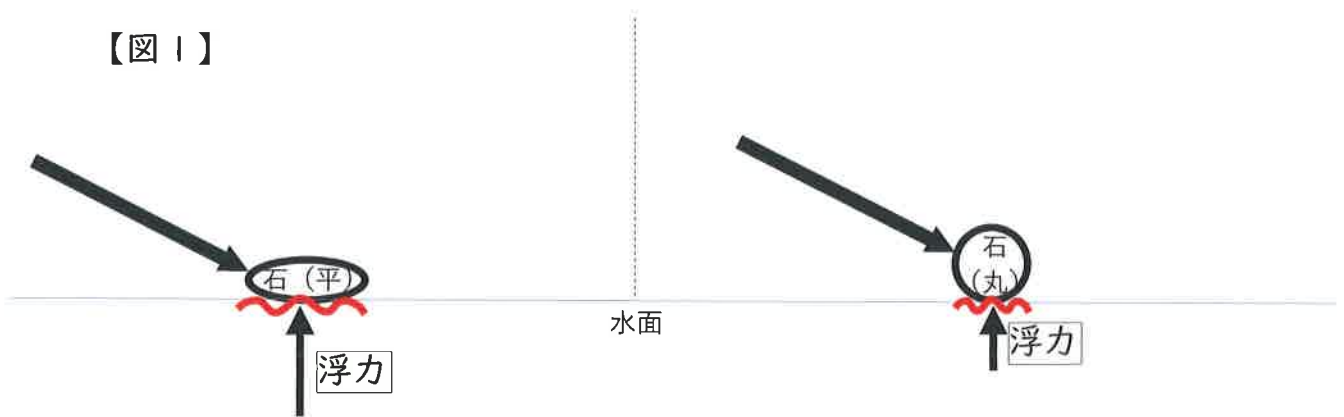
「15g～25gの平たい石を、低い入射角になるように投げると、一番水上を跳ねる回数が多くなる」

ということは言えるかもしれない。「石の質量が5g～45gの範囲」という条件のもとなら。

質量に関してはあまり考察はできないが、「平たい石のほうが水切りがしやすい」と言われていることに関しては少し考察してみる。

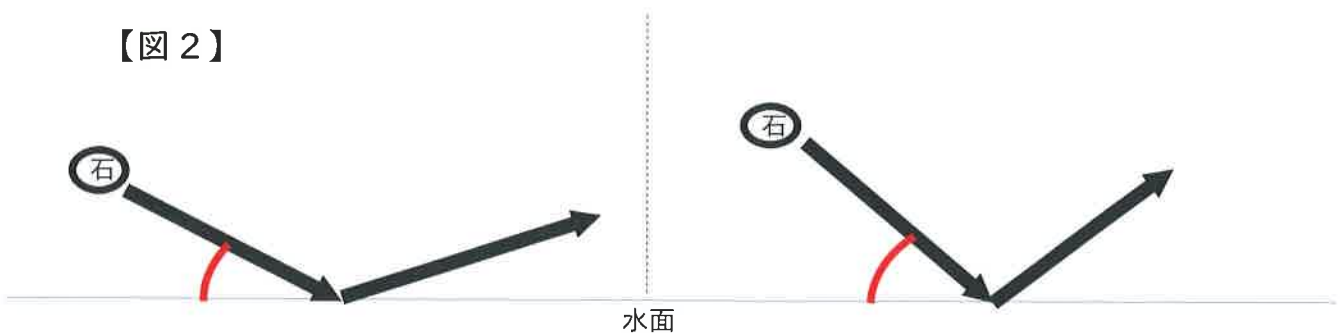
石を投げてから最初に水につくまで石が上下に回転しないとすると、質量が同じでも丸い石よりも平たい石のほうがその石が水に触れる表面積が大きくなる。表面積が大きいほど跳ねやすい、つまり「浮力」が関係しているのではないか。質量が同じだとかかる重力も同じになるため、石にかかる浮力が大きいほど重力に逆らうことができ、水に沈みづらくなると考えられる。まったくの見当違いかもしれないが、自分はその考えに至った。

【図1】



また、石の跳ねる回数だけでなく、石の「跳ね方」にも注目したところ、どんな石の質量、形でも入射角によって跳ね方が違った。入射角が高いとそのまま高く跳ね、入射角が低いと低く跳ねる。

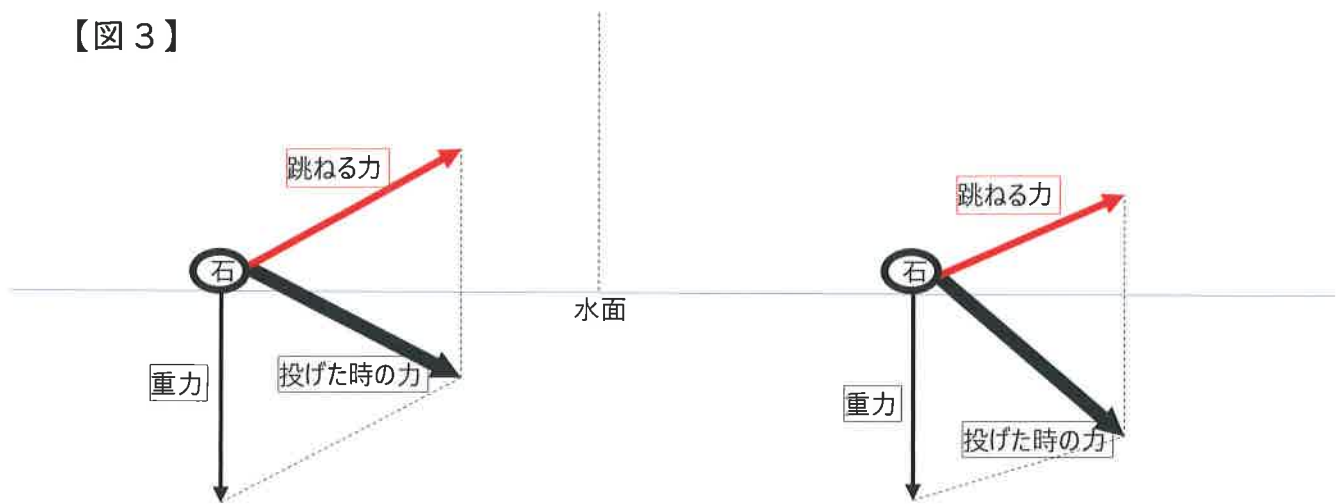
【図2】



さらに、入射角が低いほど石が跳ねる回数も多くなることが表から見てとれる。

なぜ入射角が低いと跳ねる回数が多くなるのか。それは「合力・分力」に関係しているのではないか。

【図3】



「投げた時の力」を「石にかかる重力」と「石が水上を跳ねる力」に分解したとき、【図3】のように表すことができる。

質量・形が同じ（すなわち重力と水に触れる表面積が一緒）石を、入射角のみ条件を変えて投げた時（投げる時の速度も一緒、すなわち投げた時の力も一緒）、【図3】のように跳ねる力の矢印が入射角が低い時ほど長くなる、つまり石が水上を跳ねる力が大きくなり、より多い回数跳ねることができると考えられる。

これも自分なりの解釈だが、中学校の学習内容を用いて考えてみたものである。先ほどの「浮力」の内容も踏まえて、平たい石ほど浮力が重力に大きく逆らい、実質的に重力の矢印が短くなって跳ねる力の矢印がより長くなり、「平たい石を低い入射角になるように水に投げると跳ねる回数が多くなりやすい」という実験結果に説明がつく。

ここで用いた図はすべて中学校3年生用の理科の教科書をもとに作った。（参考文献参照）

## VI. まとめ

今回は本当に些細なことからこの課題研究をやってみようと思ったが、このレポートではまとめきれないほどまだまだ探究できる要素が詰まっていると感じた。今回比較したのは石の質量と形、入射角だけであったが、石を投げる時の力の大きさ、すなわち石の速度を変えてみてもいいと思うし、また今回の実験から求められた「質量が15～25gの石」という条件がなぜ最適になるのかという疑問も出てくる。先に考察として記述した「浮力」や「合力・分力」とは関係があるのか…まだまだ探究すべき点はたくさんある。

今度の機会ではまた比較対象を変えたり、より精密な実験を行いたいと思う。

春休みのためあまり時間はかけられなかったが、面白い実験結果になってよかった。

自分は今まで「正解のない問いに挑む」ということに対してあまり興味を抱けなかった。しかし今回の課題研究を通して、自分で見つけた疑問を自分で解決しようとする楽しさを感じられたと思う。

これからもこの探究進学科で、正解のない問いに挑んでいきたい。

## VII. 参考文献・その他

参考文献：東京書籍「新しい科学 3」（引用はしていません）

実験協力者：田野 陽健（本人の許可は得ています）