

水中に落下する物体の状態と水の跳ねる高さの関係

2年3組 池田 大輝 2年3組 岡崎 凌 2年4組 新谷 奏人
指導者 中村 俊貴

1 課題設定の理由

水中に物体を落下させたときにどのような落下の仕方が水の跳ねる高さが1番高いのか、また水が跳ねる高さには何らかの法則があると考え、これらのことについて詳しく知りたいと思ったためこの課題を設定した。

2 仮説

自由落下の時の方が回転を加えて落下させたときよりも水の跳ねる高さは高い。さらにどちらの場合も落下させる高さが高ければ高いほど水が跳ねる高さも高くなる。

3 実験・研究の方法

(1) 実験器具

ピンポン玉（水を含む）33g、水槽、定規、電磁石、電源装置2つ、
回転装置（**図1**）



図1：回転装置

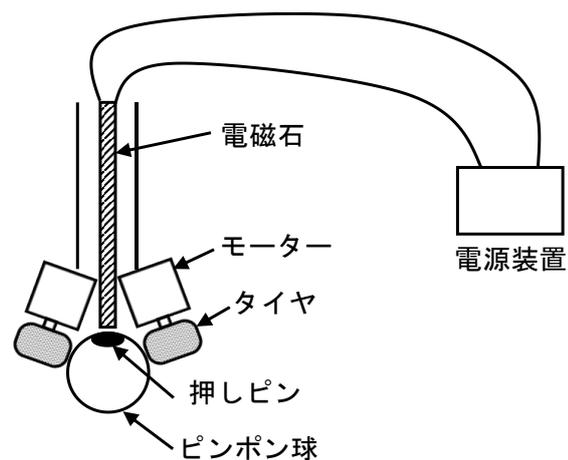


図2：回転装置のしくみ

回転装置は**図2**のような仕組みになっている。アクリル板にモーターとタイヤを固定し、電源装置の電源をオンにすることで、タイヤが回る。モーターを3つ直列につないで、電源装置をオンにすると、3つともすべて回り、電源をオフにすると、3つとも一斉に止まる仕組みになっている。モーターとタイヤは3つ固定し、より安定した状態で回転できるようになっている。また、ピンポン玉に押しピンを付けてあり、電磁石に電源を入れるとくっつき、電源を落とすとピンポン玉が落下していく仕組みとなっている。しかし最初の実験では、電磁石の力が弱いために回転させている最中に勝手に落下してしまった。そこで、より強い電磁石を作るために私たちは、長くて、太い鉄の芯にすること、コイルの巻き数を増やすことと、電源装置の電圧を大きくすることでより強力な電磁石を作ることに成功した。

(2) 実験方法

水を含んだピンポン玉を設定した高さから水槽に落下させ、その様子を動画に収める。収めた動画を用いて、水が跳ねる高さの最高点を測定する。それを表に表す。

(3) 実験条件

ア 落下のさせ方

- ① 回転をさせずに、そのまま自由落下させる（**図3**）。
- ② 回転を加えた状態で落下させる（**図4**）。

イ 落下させる高さ

自由落下、回転を加えた状態の時、共に30cm、40cm、50cm、60cm、70cmで測定。

※ できるだけ誤差を小さくするようにそれぞれの高さを3回測定し、平均を求める。



図3：回転なし

図4：回転あり

4 結果

(1) 回転がない場合

表1：回転がない場合の落下距離と水の跳ねる高さの関係

落下距離[cm]	30	40	50	60	70	80	
水の跳ね返りの最高点[cm]	1回目	24	28	29	34	44	48
	2回目	24	25	33	39	46	45
	3回目	27	28	34	38	40	48
	平均	25	27	32	37	43	47

回転がない場合（**表1**）、落下させる高さを高くしていくと、水が跳ねる高さも高くなっていった。

(2) 回転がある場合

表2：回転がある場合の落下距離と水の跳ねる高さの関係

落下距離[cm]	30	40	50	60	70	80	
水の跳ね返りの最高点[cm]	1回目	23	21	19	16	14	12
	2回目	23	20	21	19	14	15
	3回目	24	23	18	18	15	12
	平均	23	21	19	17	14	13

回転を加えて落下させた場合（**表2**）、落下させる高さを高くしていくと、水が跳ねる高さは低くなっていった。

(3) 回転の有無による測定結果の比較

回転を加えてそれぞれの高さから、落下させた時に水が跳ねた高さをグラフに表した（**図5**）。

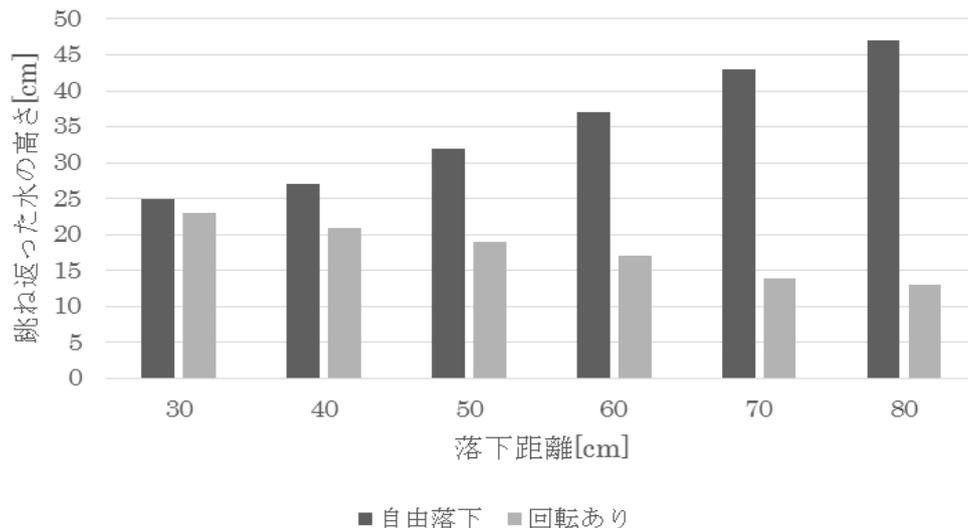


図5：落下距離と水が跳ねた高さの関係

5 考察

水を含んだピンポン玉を自由落下させた時のほうが、回転を加えて落下させた時よりも水が跳ねる高さは高くなることが分かった。これについては、自由落下は水が跳ね返るために力を全部使っているのに対して、回転を加えた時のほうは、水が跳ね返るための力だけでなく、水をまきこんで回転するために力が働き、鉛直向きだけでなく横にも力が加わるため、自由落下の時のほうが水の跳ね返る高さは高くなったと考えられる。

また、自由落下、回転を加えて落下、どちらの場合も落下した高さよりも水が跳ね返る高さが高くなることはなかった。これは反発係数の影響ではないかと思われる。反発係数は0以上1以下であるため、水が跳ね返る高さが、落下した高さよりも高くなることはない。またピンポン玉が水に入水した時に水がピンポン玉の衝撃を吸収する力と空気抵抗が関係しているため、落下した高さと同じ高さまで水が跳ね返ることはないと考えた。

さらに回転を加えて落下させたときは落下させる高さを高くするにつれて、水が跳ねる高さが低くなっていった。これについては回転したまま水中に入水するときに働く力に関係があると考えたのでその部分を細かく調べることにした。調べてみると、回転して入水した時に水もまきこんで回転していた(図6)。高さを高くすればするほど、回転数が増えるために水をまきこむための力が大きくなっていくため、あまり水が跳ねなくなったと考える。



図6：回転したまま水中に入水した時の様子

6 まとめと今後の課題

私たちの研究では、自由落下時と回転を加えた状態で落下させた時に水が跳ねる高さについて探った。今回の実験では、自由落下の時のほうが回転を加えて落下させた時よりも水の跳ねる高さが高くなっていることが分かった。また、回転なしで落下させた場合は落

下させる高さを高くしていくにつれて、水の跳ねる高さが高くなっていくのに対して、回転を加えて落下させた場合は落下させる高さを高くするにつれて、水の跳ねる高さが低くなっていくことが分かった。

今後の課題として挙げられるのは、今回行った研究がどのようなことに活用することができるのかを検討していきたい。また、回転しながら水中に入っていくときに水をまきこむ力以外に、どのような力が働いているのか、考えていきたい。さらに回転を加えた状態で、落下する高さを高くしていったとき、水が水面から跳ね返らなくなることがあるのか測定していきたい。この研究は、水を用いて行ったが、地面ではどうなるのかも測定していきたいと考えている。

参考文献

- ・単三電池で強力電磁石 | 自由研究と科学工作のサイト
www.jiyuken.dicis.net/electromagnetism/electromagnet.html