

くす玉の中の紙片の条件と落下の仕方の関係

2540 和田結佳 2510 小栗あおい 2620 田口春奈

要旨

学校行事の文化祭や表彰式等でくす玉を使用したらその場が盛り上がり、またそのくす玉の中の紙片の落ち方を自分たちでコントロールすることができたら演出がより効果的になると思いこの実験をはじめた。よりゆっくり大きく広がりながら落ちる紙片をきれいなものと定義して、正方形の紙片を一枚ずつ落として落下時間、落下距離、総回転数を測定したところ、一辺の長さ 4.0 cm の紙片が一番きれいな落ち方をした。紙片の大きさと総回転数が紙片の落ち方に影響を与えていると判った。

1. 目的

- ・より大きく広がりながらゆっくり落ちる紙片をきれいな紙片と定義し、その紙片の条件を見つける。
- ・紙片の大きさと、総回転数から紙片の落ち方の原理を知る。
- ・自分たちの指定した範囲内に落ちるくす玉の中に入れる紙片の組み合わせを見つける。

2. 仮説

- ・大きな紙片ほど空気抵抗を多く受けゆっくり落ちる。
- ・くす玉の真下から落下点までの距離は大きな紙ほど長くなる。
- ・小さな紙片ほど一回転する時間は短くなり、総回転数は多くなる。

3. 実験 1

3-1. 使用した器具、装置

- ・コピー紙 ・ハサミ ・定規 ・タコ糸 ・棒
- ・ガチャガチャのカプセル ・ピンセット
- ・ストップウォッチ ・養生テープ ・カメラ
- ・厚紙（風を遮るため、ドアの隙間に貼る）

3-2. 目的

1.5mの高さから紙片を落下させたときの紙片の大きさと、落下時間、くす玉の真下から落下点までの距離、回転数の関係を調べる。

3-3. 研究、実験の手順

- ・コピー紙で一片の長さが異なる正方形の紙片を作る。(1.0 cm, 1.5 cm, 2.0 cm, 2.5 cm, 3.0

cm, 3.5 cm, 4.0 cm 4.5 cm, 5.0 cm, 5.5 cm, 6.0 cm, 6.5 cm, 7.0 cm) <図 1 >

- ・ガチャガチャのカプセルとタコ糸で簡易的なくす玉を作る。<図 2 >
- ・くす玉の一番下の部分が床から 1.5mになるように棒でつるし、くす玉の真下の床に印をつける。
- ・くす玉の中に紙片を一枚入れて落とす。
- ・落ちる時間と印からの直線距離、総回転数を測定する。総回転数はカメラのスロー再生撮影を使い、計測する。
- ・一枚の紙片につき 10 回実験を行い、平均値を出す。
- *すべての実験はコピー紙を使い、無風の状態で同じ場所で行ったため、風の影響は無いとする。

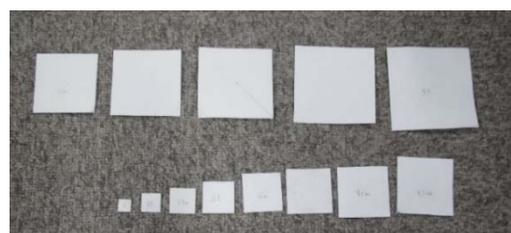


図 1 作った紙片

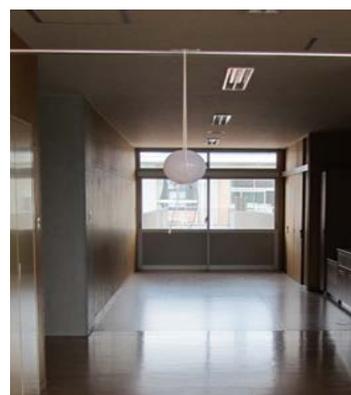


図 2 実験装置

3-4. 結果

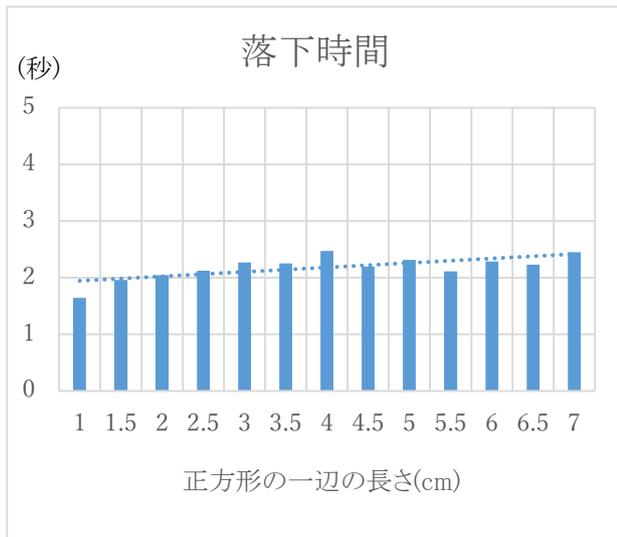


図3 落下時間

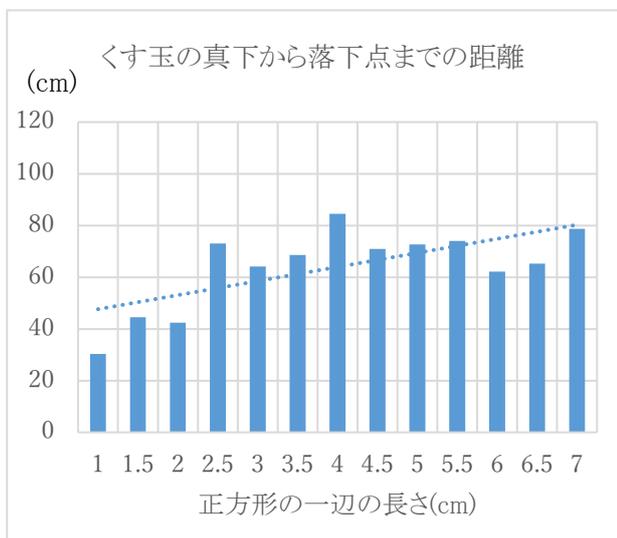


図4 くす玉の真下から落下点までの距離

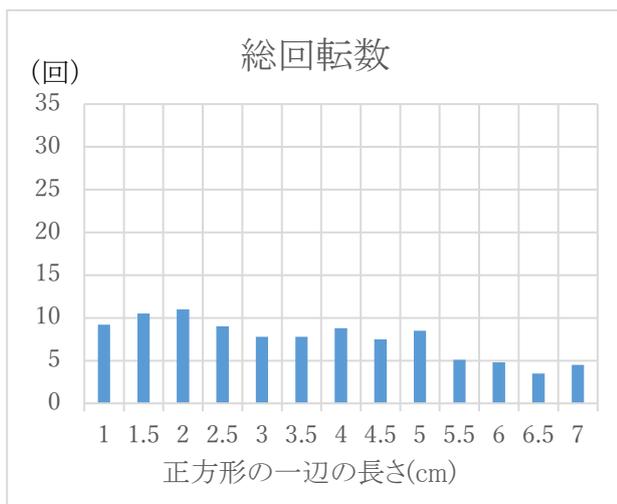


図5 総回転数

結果のグラフから読み取れること

<落下時間のグラフから>

- 4.0 cmの紙片が一番ゆっくり落ちる。
- 4.0 cmの紙片までは右上がりの傾向があるが、4.0 cm以降はその傾向が弱くなる。(4.0 cm以降に大きな差はない)

<くす玉の真下から落下点までの距離のグラフから>

- 4.0 cmの紙片が一番長い距離落ちる。
- 4.0 cmまでは右上がりの傾向がある。
- 4.0 cm以降に差はあまり見られない。

<総回転数のグラフから>

- 右下がりの傾向がみられる。
- 2.0cmの回転数が1番多い。
- 他の二つのグラフと比べて差ははっきりしている。

3-5. 考察

(1) 落下時間について

①右上がりの傾向がみられるため、大きな紙片ほど空気抵抗を多く受けてゆっくり落ちると考えられる。

(2) くす玉の真下から落下点までの距離について

①右上がりの傾向がみられることから、大きな紙片ほど、くす玉の真下から落下点までの距離は長くなる。

②右上がりの傾向は4.0 cmまでしか見られない。これは、一辺が4.0 cmまでの紙片しか成り立たない。

(3) 総回転数について

①右下がりの傾向がみられ、小さな紙片ほど総回転数は多くなる。

(4) くす玉の真下から落下点までの距離で4.0 cm以降右上がりの傾向がみられなかったことについて

①紙片が落ち始めて回転するまでにある回転せずに左右に移動する時間が長いほど落下時間は長くなり、その時間は大きな紙片ほど長い。

②紙片が回転しているときは回転するにつれて横へ広がりながら落ちる。

③①, ②を総合して考えると、小さい紙片よりも紙片が回転せずに左右に移動する時間が長いため、回転数が少なくなり、距離が伸びにくかったと考えられる。

4. 実験 2

4-1. 使用した器具装置

- ・実験 1 と同じもの
- ・脚立

4-2. 目的

1.5m の結果と比べて二つの結果の間にどのような関係があるか調べる。

4-3. 研究, 実験の手順

- ・紙片と床との距離が 3.0m になる位置から、ピンセットでつまんで紙片を落下させる。
- ＊くす玉の中に入れて、紙片を落下させた場合とピンセットでつまんで落下させた場合で、落下の仕方に差がないことを確認した上で、実験を効率化するためこの方法に変更した。
- ・落ちる時間と印からの直線距離、総回転数を測定する。総回転数は、カメラのスロー撮影を使い計測する。
- ・一枚の紙片につき 10 回実験を行い平均を出してグラフを作る。

4-4. 仮説

- ・落とす高さを 2 倍にすると紙片の落下時間、くす玉の真下から落下点までの距離、総回転数は 2 倍になる。



図 6 実験の様子

4-5. 結果

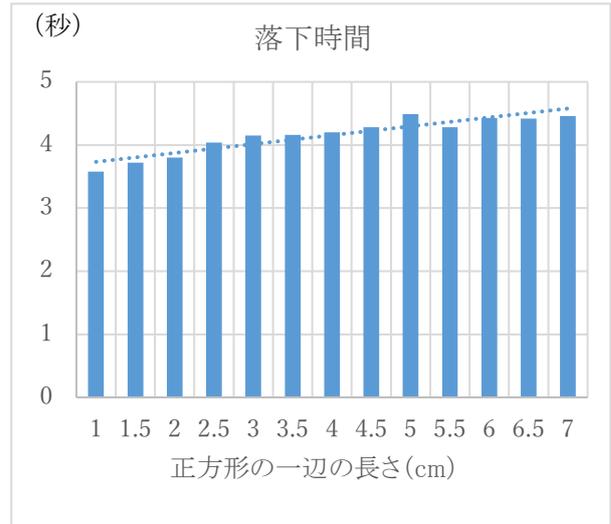


図 7 落下時間

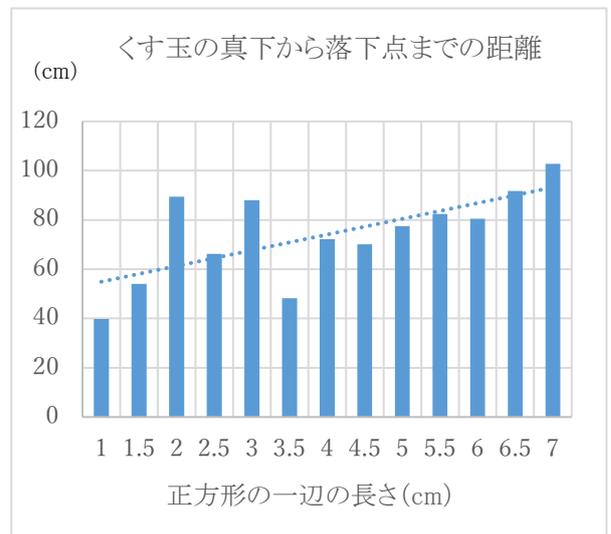


図 8 くす玉の真下から落下点までの距離

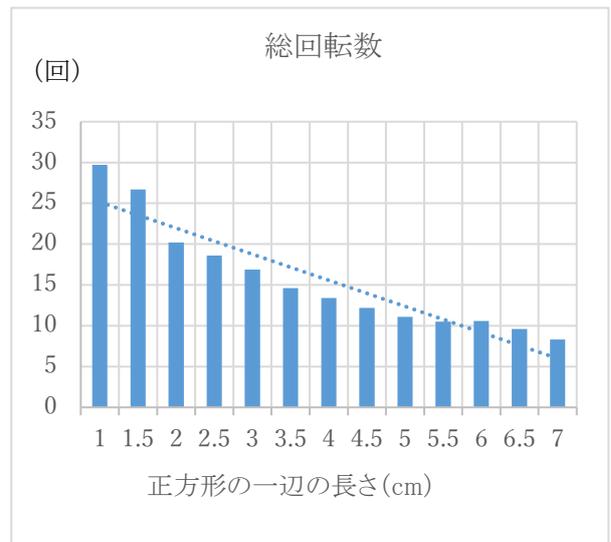


図 9 総回転数

結果のグラフから読み取れること

<落下時間のグラフから>

- ・5.0 cmの紙片が最もゆっくり落ちる。
- ・全体的に右上がりの傾向がみられる。
- ・落とす高さを変えても、紙片の大きさと紙片が落下する時間との間に比例の関係がみられる。

<くす玉の真下から落下点までの距離のグラフから>

- ・1.0 cmから 3.5 cmまでは、ばらつきがある。
- ・4.0 cm以降は右上がりの傾向がみられる。
- ・7.0cm が一番距離が長かった。

<総回転数のグラフから>

- ・全体的に右下がりの傾向がみられる。
- ・小さな紙片の方が、変化の割合が大きい。

実験 1 と実験 2 の結果を比べて分かること

<落下時間のグラフを比較して>

- ・どちらも全体的に右上がりのグラフになっている。
- ・変化の仕方に差はみられない。
- ・落下させる高さを 2 倍にすると、落下時間は約 2 倍になる。

<くす玉の真下から落下点までの距離のグラフを比較して>

- ・どちらも右上がりのグラフになっている。
- ・変化の仕方に類似点は、みられない。
- ・ほぼ全ての紙片の大きさで、実験 2 のほうがくす玉の真下から落下点までの距離が長い。

<総回転数のグラフを比較して>

- ・どちらも右下がりのグラフになっている。
- ・変化の仕方は、実験 2 の方が大きい。
- ・全ての紙片で、実験 2 の方が総回転数が多い。

4-6. 考察

- ・落下時間のグラフから、落とす高さを 2 倍にすると落下時間も 2 倍になったため、落下時間は高さに比例すると考えられる。これは、紙片が位置する高さに関係なく、紙片は常に一定の空気抵抗を受けるからだを考察した。
- ・落とす高さを変えても紙片の大きさと紙片が落下する時間との間には比例の関係がみられる。
- ・回転数は常に一定の速さで回転するので、紙を

落下させる高さを高くするほど回転数は多くなると考えられる。

- ・くす玉の真下から落下点までの距離は、高さを 2 倍にしても一定の関係性はないと考えられる。
- ・落下距離には攪乱の要素が多く含まれるため結果が一定にならないと考えられる。

5. 結論

- ・1.5m の高さから紙片を落とすときは、4.0cm が一番大きく広がりゆっくり落ちる。
- ・落下時間は紙片を落とす高さを 2 倍にすると約 2 倍になる。
- ・くす玉の真下から落下点までの距離は、紙片を落とす高さに関係しない。

6. 今後の展望

- ・紙片が落下した時のくす玉の真下からの方向を計測して今回の結果に至った理由を追及する。
- ・くす玉の中に入れる複数の紙片の組み合わせを変えて、より大きく広がりゆっくり落ちる紙片の組み合わせを見つける。

7. 参考文献

なし