



## 〇はじめに

「マーフィーの法則」を基に「物体の回転落下運動」について考えた。具体的には落下する物体における落下距離と回転量の関係を知ることで、物体の質量を変えることによって落下距離と回転量の関係がどのように変化するかわかり、全ての物体に共通する落下距離と回転量の関係を示す一般式を見つけることを目的に研究を行った。

## 〇マーフィーの法則とは？

著述家マーフィー(1898年～1981年)の研究や理論に基づかない「落としたトーストがバターを塗った面を下にして地面に着地する確率は、絨毯の値段に比例する」という経験則である。

## 〇実験 1

### (材料)

- ・落とす物体(図1)
  - 質量 191g, 厚さ 1.5cm, 1辺 13.0cm の正方形
  - 厚紙を重ねて作製(密度は一樣)
- ・20cm間隔で目盛りを付けたスケール(図2)

### (方法)

- ① 物体に加速度が加わらないように少しずつ押し、物体を落下させた(図3)。
- ② 真横からスロー撮影した。
- ③ 動画から角度を計測した。
- ④ 落下距離 20cmごとに回転量を計測し、10回の試行の平均値を求めた。
- ⑤ 横軸を落下距離(cm)、縦軸を回転量(°)としたグラフと表を作成した。

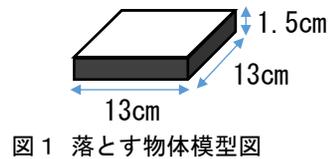


図1 落とす物体模型図



図2 スケール

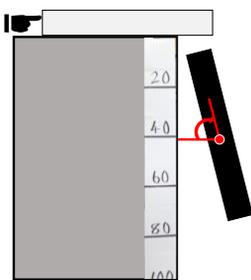


図3 落下時

## 〇結果(実験 1)

結果は図4、表1の通りである。

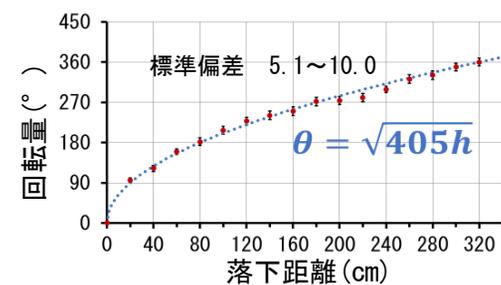


図4 落下距離と回転量の関係性

表1 落下距離と回転量の関係性

落下距離 [cm]	20	40	60	80	100	120	140	160
回転量 [度]	96	122	160	182	207	228	241	250
落下距離 [cm]	180	200	220	240	260	280	300	320
回転量 [度]	272	274	281	299	322	331	349	360

回転量  $\theta$  が着地時の表裏に依存する  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$ ,  $360^\circ$  の4箇所の落下距離を階差数列とみて規則性を考えたところ、 $h = 20 \left(\frac{\theta}{90}\right)^2$  という式を得られ、 $\theta$  について解くと  $\theta = \sqrt{405h}$  ( $\theta$ : 回転量,  $h$ : 落下距離) という式を得られた。

## 〇実験 2

### (材料)

質量 42g の物体を用いた。※他の条件は実験 1 と同様

### (方法)

実験 1 と同様。

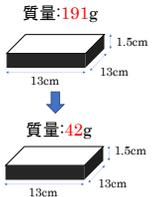


図5 落とす物体模型図(変化)

## 〇結果(実験 2)

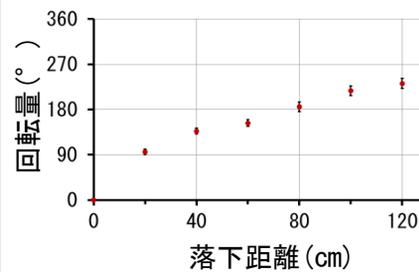


図6 42gの物体での落下実験

実験 2 で使用した物体は軽量だったことから、**空気抵抗の影響**で 120cm 以降では物体が不規則に回転したため、データを測ることができなかった。

## 〇考察 1(実験 1 と実験 2 の比較)

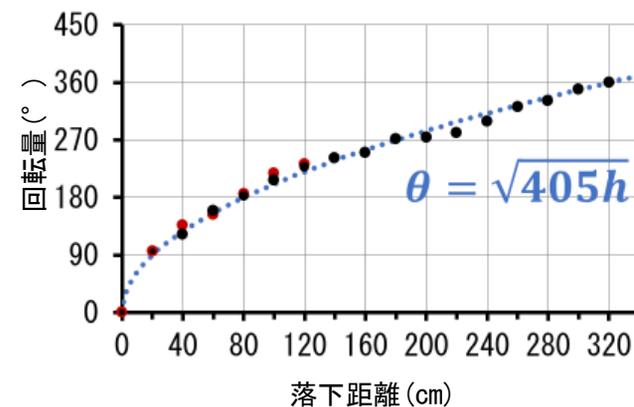


図7 実験 1, 2の重ね合わせ

実験 1(191g): 黒  
実験 2(42g): 赤

実験 1 と実験 2 のグラフは同じような軌道を描いていることから、物体の回転量は質量に依存しないことが分かった。また  $\theta = \sqrt{405h}$  という式は物体の質量が変化しても共通することが分かった。

## 〇考察 2

物体の回転は等速円運動であると仮定し、 $h = \frac{1}{2}gt^2$ ,  $\theta = \omega t$  ( $\omega$ : 物体の角速度,  $t$ : 物体が落下・回転し始めてからの時間)の式を用いた。この2式より、 $\theta = \sqrt{\frac{2\omega^2 h}{g}} = \omega \sqrt{\frac{2}{g}} \times h$  という形を得た。この式と、実験 1 と実験 2 の物体の質量を変えても式が変化しなかった結果から、物体の回転落下運動においては、物体の質量を変えても、物体の角速度は変化しないと考えた。

## 〇今後の展望

物体の角速度が変化する要因になりそうな要素(重心、形状)を変えて実験をより多く行い、**全ての物体に共通する一般式**を導き出す。そして物体の落下運動をスマホの落下にみため、**スマホを落とした時の衝撃の抑え方**を見つけ、スマホの破損防止方法に役立てたい。

## 〇参考文献

R. A. J. Matthews, 1995, Tumbling toast, Murphy's Law and the fundamental constants *Eur. J. Phys.* 16 172.