



〇はじめに

机の上から落ちた紙が床に着地した後、滑って床の上を動いていくことがある。紙が床の上を滑るという現象が不規則に起きると感じたため、この現象が何を要因として起こっているのかを明らかにしたいと思い研究を行った。

〇実験

(方法)

- ① A4のコピー用紙を台において方眼用紙を敷いた床に向かって落とした(図1)。
- ② 床に着地する瞬間を床と水平な位置からカメラで撮影し、紙が滑った距離を方眼用紙の真上からスマートフォンで撮影した。

(紙が滑った距離の定義)

紙の全ての端が着地し、紙の影が完全になくなった瞬間を滑る前の位置(図3)とし、紙が静止した瞬間を滑った後の位置とした。

滑った距離は紙の中心の移動距離とした(図4)。

(変更した条件)

- ・室温 T (25℃、28℃、31℃)
- ・紙を落とす角度 θ (30°、45°、60°、90°)
- ・紙を落とす高さ h (20.3 cm、43.2 cm)

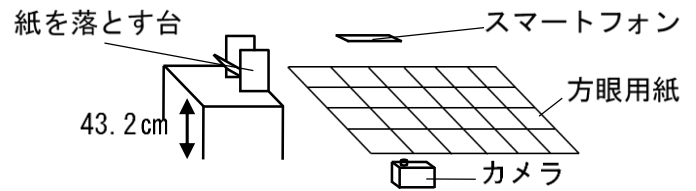


図1: 実験装置の模式図

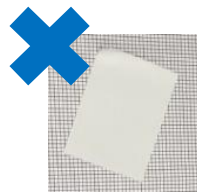


図2: 紙が床に着地していない状態

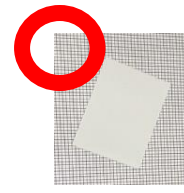


図3: 紙が床に着地している状態

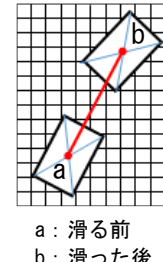


図4: 滑った距離

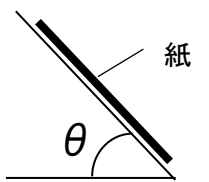


図5: 紙を落とす角度

〇結果

進行方向

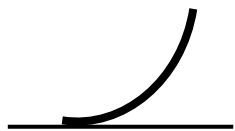
A: 進行方向の1辺が初めに着地



B: 反りながら床に着地
(全ての端以外が初めに着地)



C: 進行方向と逆の辺が初めに着地
(空中で反りながら床に着地)



D: 床と垂直に着地

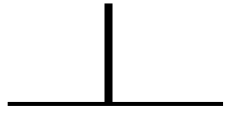


図6: 紙が床に着地したときの形状

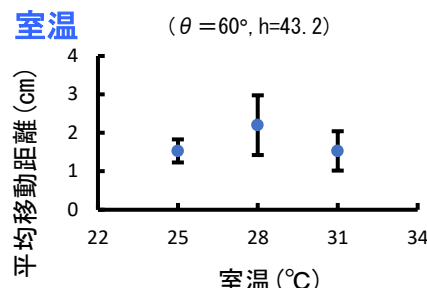


図7: 室温と平均移動距離

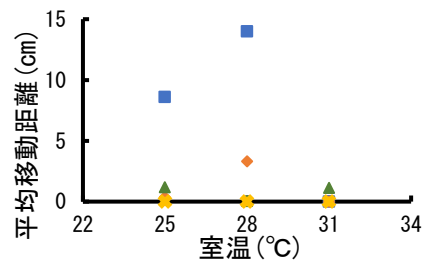


図8: 各タイプの平均移動距離

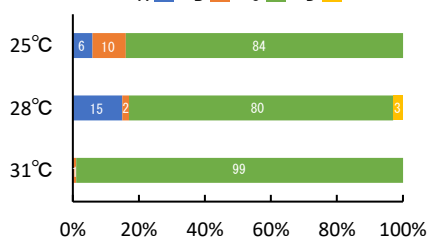


図9: 各タイプの割合

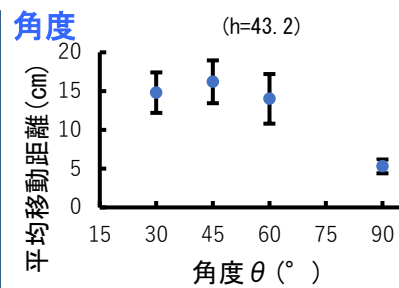


図10: 紙を落とす角度と平均移動距離

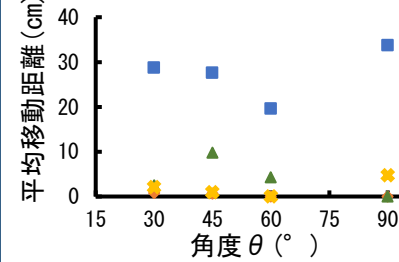


図11: 各タイプの平均移動距離

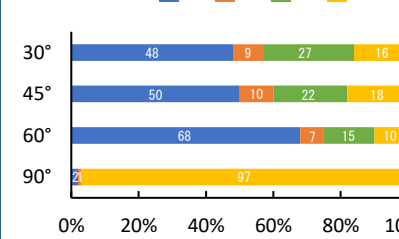


図12: 各タイプの割合

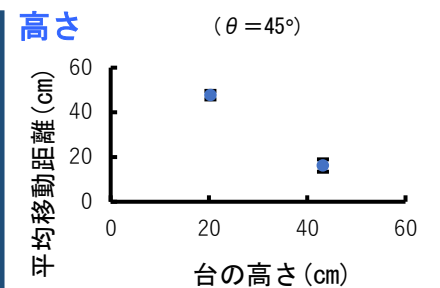


図13: 紙を落とす高さと平均移動距離

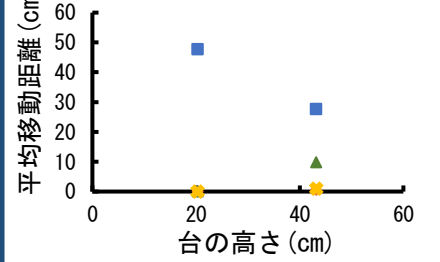


図14: 各タイプの平均移動距離

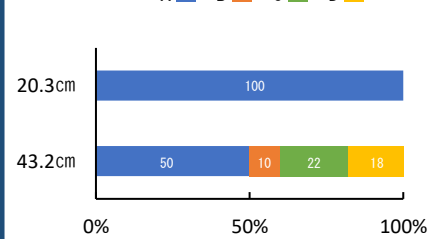


図15: 各タイプの割合

〇考察

紙が滑る要因として揚力が考えられる。揚力は物体を上押し上げる力である。本実験では速度以外の値が一定のため、揚力の大きさは速さの2乗に比例する。

揚力の公式

$$\frac{1}{2} \rho V^2 S C_L$$

ρ : 流体の密度 [kg/m³] V : 速度 [m/s]
 S : 射影面積 [m²] C_L : 揚力係数

紙の速さが最大となる時移動距離が最大をとると仮定する。台の高さの平方根は、紙の速さの最大値と相関すると考えると、図より速度と移動距離は比例し、速度の2乗(揚力)とは関係しないように見えるので、紙が滑るとき揚力は、はたらいっていないと考えられる。

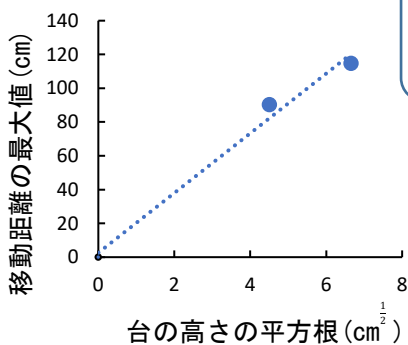


図16: 移動距離の最大値と台の高さの平方根

〇今後の課題

- ・速さが最大となる時移動距離が最大をとると仮定すると移動距離は速さに比例すると考えられる。実際に速さを調べ、移動距離が速さに比例しているのか調べたい。
- ・紙と床の間に空気がどのように存在するのか、また、紙の表面にある空気がどのように移動するか。

〇参考文献

森田 泰司. 流体の力学計算方法. 学校法人東京電機大学