

# モンキー・ハンティング

福岡県立鞍手高等学校理数科

赤金 優梨 石矢 怜衣 香月 鈴佳 門脇 那奈

指導教員 草野 知一郎 川原 しおり

## 要旨

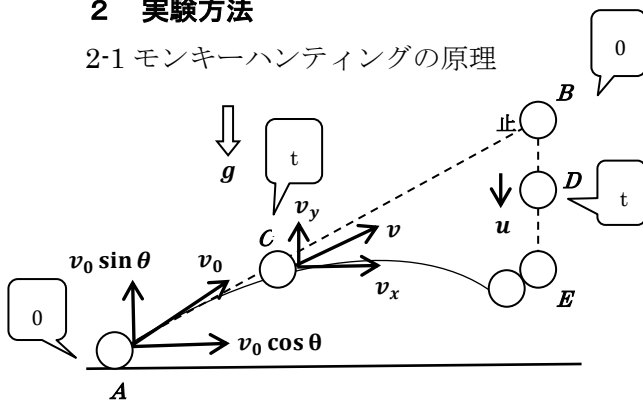
物理学では、波動・熱・電気など様々な分野が存在する。今回私たちはその中でも力学について研究したいと考えた。そこで様々な文献を調べるなか、モンキーハンティングという実験を知った。モンキーハンティングとは、銃声と同時にサルが木から落ちた場合、銃口がサルを向いていれば必ず弾丸は命中するという物理現象である。私たちは、銃口と水平面のなす角や初速度の大きさなどの条件を変えても、この原理が成立していることを示すため、実験装置を作ることを決めた。また身近なものを利用し、再現性の高い実験装置を作ることが出来ないかと考えた。

### 1 はじめに

モンキーハンティングにおいて、銃口と水平面のなす角や初速度の大きさなどの様々な条件を変えても、この原理は成立する。そのことを示すため、実験装置を作成した。

### 2 実験方法

#### 2-1 モンキーハンティングの原理



- $v_0$  = 弾丸の初速度
- $v$  = 点 C での弾丸の速度
- $u$  = 点 D でのサルの速度
- $g$  = 重力加速度
- $V$  = 点 C での弾丸を点 D でのサルが見た速度 (相対速度)

地上に静止している人から見た弾丸とサルの速度

A→C

$$v_x = v_0 \cos \theta \quad \cdots \textcircled{1}$$

$$v_y = v_0 \sin \theta + (-g)t \quad \cdots \textcircled{2}$$

B→D

$$u = 0 + gt \quad \cdots \textcircled{3}$$

サルから弾丸を見た相対速度  $V$

時刻  $t$  において

$$V_x = v_x - 0 \quad \cdots \textcircled{4}$$

$$V_y = v_y - (-u) \quad \cdots \textcircled{5}$$

$$\textcircled{1}, \textcircled{4} \text{より} \quad V_x = v_0 \cos \theta$$

$$\textcircled{2}, \textcircled{3}, \textcircled{5} \text{より} \quad V_y = (v_0 \sin \theta - gt) + gt \\ = v_0 \sin \theta$$

となり、 $V = v_0$ であることを意味しており、弾丸はサルに向かって速度  $v_0$  で等速直線運動をしていると言える。以上のことより弾丸は必ずサルに命中する。

## 2-2 実験装置

パチンコ玉を2個用意し、一方をサル、もう一方を弾丸として用いた。



また、銃にはホースを用いた。ホースの両端の口を、弾丸が発射される方を発射口、弾丸を入れる方を弾込め口と呼ぶこととする。



モンキーハンティングの原理が成り立つには以下の3つの条件を満たす必要がある。

- ① 弾丸が発射すると同時にサルが木から離れること
- ② 弾丸が発射されたとき銃口の向いた延長線上にサルがいること
- ③ 弾丸とサルの運動が同一平面内で行われること

①の条件を満たすため、次のような装置を考案した。[図1]最初サルは、通电した電磁石に磁力によって接着する。[図2]このとき、電池と電磁石を結ぶ導線の一部に2枚のアルミ箔を用いる。この部分を、弾丸の発射口であるホースの口の部分に固定し、[図3]弾丸の通過と共に回路の通电が切れ、磁力が働かないようにする。これによって、弾丸の発射とサルの落下開始が同時におこる。また、ホースの先端からサルまでを結ぶ直線をホワイトボード上にマジックで書くことで②の条件を、[図4]ホワイトボードを用いることで弾丸とサルの運動が同一平面内で起こるようにして③の条件を満たした。[図4]

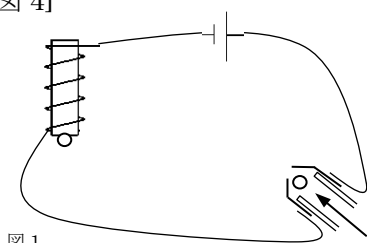


図1

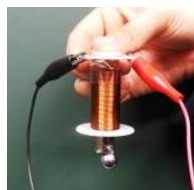


図2



図3

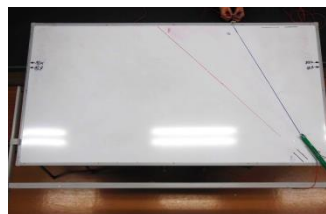


図4

## 3 実験

まず、仰角を  $60^\circ$ 、机から弾込め口までの高さを  $30\text{cm}$ 、傾角を  $10^\circ$  にして実験を行った。この実験を基準として、次の実験(1)~(3)を行った。

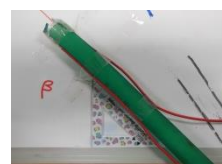


### 実験(1) 仰角の変更

基準の  $60^\circ$  から  $45^\circ$  に変え、同様に実験を行った。



基準



変更後

### 実験(2) 初速度の変更

机から弾込め口までの高さを変えることで初速度を変化させた。基準の  $30\text{cm}$  から  $25\text{cm}$  に変え、同様に実験を行った。



基準



変更後

### 実験(3) 傾角の変更

基準の 10°から 25°に変え、同様に実験を行った。



基準



変更後

## 4 結果

3の実験(1)~(3)のいずれにおいても、弾丸はサルに命中した。

## 5 工夫点

### 5-1 斜面の使用

条件③を示すため、空中ではなく大きな板を斜面にして実験を行った。さらに、斜面を用いることでサルの落下の加速度が小さくなり観察しやすいという効果も得られた。また、斜面に使用する大きな板として、身近にあり、持ち運びやすく、さらに摩擦の小さいという掲示用ホワイトボードを採用した。

### 5-2 銃口の向きを示す

条件②を満たすために、初めは棒や糸をホワイトボード上に置くことで銃口の向いた延長線上にサルがいることを示した。しかし、棒や糸に弾丸が接触し実験に支障が出た。そこで、ホワイトボード上にマジックで線を書くことにした。

### 5-3 残留磁化

実験を繰り返し行う中で、アルミ箔どうしは離れて、電流が流れなくなっているにも関わらず、サルが鉄芯から離れないという現象が起こった。私たちはこの原因を残

留磁化の影響であると考えた。この現象を解決するために、鉄芯にセロハンテープを貼り、サルに働く磁力が小さくなるようにした。

## 6 課題

本来モンキーハンティングは鉛直面内で行う実験であるが、現象が同一平面内で行っていることを確実にするため斜面を利用した。今後は鉛直面内で衝突する実験を目指すと共に、弾丸の飛距離やサルの落下速度を大きくする等、実験規模の拡大を考えている。

また、初速度を数値化したり、摩擦を最小限にしたりすることで弾丸とサルの衝突する確率を高めることができると考えている。

## 7 展望

研究の中で、成功よりもはるかに多い失敗を経験した。失敗するたびにその原因を考え、複数の点を何度も改良するなどとても苦労した。既に原理が証明された実験の再現でさえこれほど困難であるのに、何もない状態から原理を発見した先人たちの偉大さに気づいた。また、証明されている原理を当たり前の結果として覚えるのではなく、自分自身の手で再現し確認することで多くの発見があると知った。今後は、先入観にとらわれない自由な発想や数々の失敗に挫けず改良や工夫を重ねる姿勢を大切にしたい。