

輪ゴム鉄砲の輪ゴムはなぜ的に当たらないのか？

福留 蒼太^{*1} 小野 朝陽^{*1} 日下部 祐斗^{*1} 松永 青^{*1}

指導教員：松田 智和^{*2}

matsuda-tomokazu@edu.pref.kagoshima.jp

*1：鹿児島県立鹿児島中央高校2年

*2：鹿児島県立鹿児島中央高校

◎Key Words 輪ゴム, 横ブレ, 回転運動

1. はじめに

輪ゴム鉄砲を作成し、約4[m]離れた位置に設置した的に向けて発射を試みた。しかし、的に命中させることは容易ではなかった。特に左右にずれる「横ブレ」に関しては調整が難しいと感じた。(図1参照)

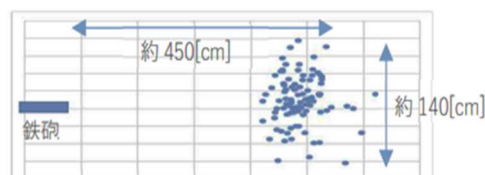


図1：輪ゴムが4[m]程度飛んだ時の様子

輪ゴムの飛び方について調査してみると、「飛んでいる輪ゴムの回転量が大きければ、輪ゴムは揚力がはたらきホップする。また、ホップする方向はボールなどが回転することで大気圧に差ができ曲る方向（ベルヌーイの法則）とは逆向きだが、原理は分っていない。⁽¹⁾」という趣旨が書かれていた。

なお、輪ゴム鉄砲の「横ブレ」に関する具体的な研究は確認できなかった。そこで「輪ゴム鉄砲から発射された輪ゴムに、なぜ横ブレが発生するのか」を研究目的とした。

2. 研究方法・結果・考察

2.1 定義

輪ゴム鉄砲から輪ゴムを発射させるために、高さ1.2[m]の発射台を作成。「横ブレ」を測定するために、輪ゴム鉄砲の銃口と平行な軸を「基準線」と設定し、この基準線から垂直方向に測定した輪ゴムとの距離を「ブレ距離」、輪ゴムが飛び出した方向と基準線との間に形成される「ブレ角度」と定義した。(図2参照)

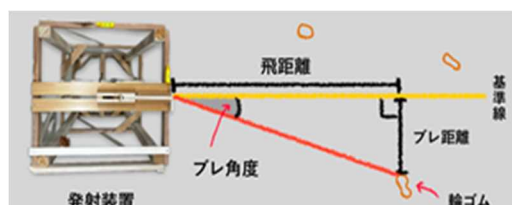


図2：発射装置とそれぞれの距離の概要

2.2 飛距離とブレ距離の関係

「飛距離」と「ブレ距離」の関係を調べることを目的に、銃口の長さが異なる輪ゴム鉄砲（飛距離が異なる鉄砲）を準備し、「飛距離」「ブレ距離」を測定した。(図3参照)



図3：輪ゴム鉄砲の銃口の長さ

なお、実験は、複数の輪ゴム（オーバンド#18、直径45[mm]）を100回発射させ、また、輪ゴムが飛んでいる最中の様子をハイスピードカメラ（Sony DSCRX 100M6）で撮影した。

飛距離が増加しても、ブレ距離にあまり変化は見られなかった。また、ブレ角度を算出してみても、飛距離による大きな差が見られなかった。

表1：銃口の長さと飛距離・横ブレの関係

銃口の長さ[cm]	20	25	30	35
飛距離[cm]	487.3	528.3	567.1	590.0
ブレ距離[cm]	22.1	21.2	24.8	23.6

また、映像解析を行うと以下のとこが分かった。

① 発射された輪ゴムは、縦回転（図4参照）をしながら飛行することが多い。

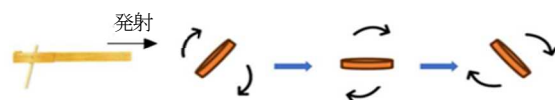


図4：縦回転しながら飛行する輪ゴムの様子

② 輪ゴムが横回転するもあり、輪ゴムが傾き始めると曲る。



図5：曲がるときの輪ゴムの様子

輪ゴムが曲る際、図5のように傾いてから曲る（傾いた方向に曲る）ことが多かった。

2.3 輪ゴムの回転とブレ距離の関係

輪ゴムが横回転し、傾きながら曲ることが確認できた

ので、輪ゴムの回転方向と曲る方向の関係を調べることを目的として、輪ゴムを設置する時、意図的に片側を強く張り、回転をかけて 60 回ずつ飛ばした。

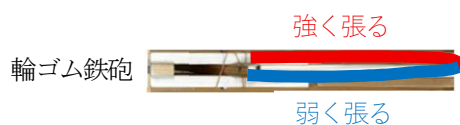


図 6：輪ゴム鉄砲を真上から見た時の左張りの様子

結果は左張りの場合は左へ、右張りの場合は右へ曲る割合が高かった。(表 2 参照)

表 2：張り方と曲がり方・飛距離の関係

	左張り	右張り	張らない
方向：データ数	左: 40 右: 20	左: 11 右: 49	左: 29 右: 31
飛距離 [cm]	559.2	548.9	472.1

カイ二乗検定の結果、張った方向に曲がりやすい (P 値 $= 8.54 \times 10^{-8}$) ことが分かった。ただし、フリスビーの動きと比較すると、フリスビーは左に傾きと右方向に曲る。つまり、輪ゴム鉄砲から発射された輪ゴムはフリスビーと逆方向へ曲る傾向があるといえる。また、片方を張ると飛距離は増加していた。

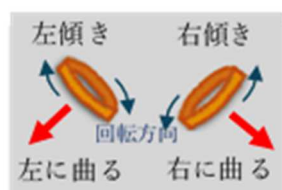


図 7：輪ゴムの回転と曲がる方向

輪ゴムが傾いた方向に曲るのは、先行研究の「回転する輪ゴムには揚力がはたらく⁽¹⁾」という知見が参考になる。輪ゴムが横回転することで揚力がはたらき、輪ゴム自身の重力の合力が曲る方向にはたらく。つまり揚力と輪ゴムの合力により輪ゴムは傾いた方向に曲ると考えられる。(図 8 参照)

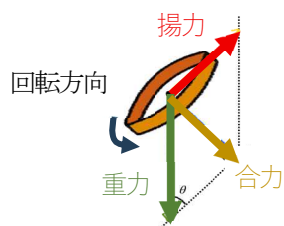


図 8：輪ゴムにはたらく揚力と重力の合力の向き

3. おわりに

発射された輪ゴムに「横ブレ」が生じる原因としては、輪ゴムの回転による影響が考えられる。しかし、輪ゴムが傾かずに飛んだ場合でも「横ブレ」が見られることがあるため、空気の流れなど他の要因についても検証し、原因を明らかにしていきたい。

参考文献

- (1) 相良製作所「研究開発 輪ゴム鉄砲」
<https://sagara-works.jp/research-and-development/>