

滞空世界記録の紙飛行機を他の物質に変えると滞空時間はどうなる？

物理班:伊藤朋輝、杉澤輝、宮岡謙

要約

私達は紙飛行機の「折り方」でなく、紙飛行機の「材質」に注目した。滞空世界記録の折り方で、材質を変え、飛ばす高さとし、機体の面積を揃えて飛行機を飛ばし、滞空時間と「質量、厚さ、硬さ」との相関を調べる実験を行った。角度をつけるときとつけないときで滞空時間が変わった。また、角度をつけたときに揚力がはたらいて、直線的な飛び方と変則的な飛び方に分かれる。そして飛ばす条件によってどの素材が一番飛びやすいかが変わる事が分かった。

1. はじめに

誰もが遊んだことがあろう紙飛行機は折り方を変えるなどして遊んでいたが、最もよく飛ぶ「折り方」は既に判明している。そこで、私達は紙飛行機の「材質」に着目した。いろいろな物質の性質を理解した上で、紙飛行機の「紙」の代わりになるものを材料とし、その性質が飛行機の運動に関係しているのではないかと考えた。そこで、本研究では、「滞空世界記録の紙飛行機」の折り方で、材質を変え、飛ばす高さとし、機体の面積を統一して飛行機を飛ばす対照実験を行い、飛行機の滞空時間と材料の「質量、厚さ、硬さ」の3項目についての相関を調べる実験を行った。

2. 研究手法

《実験1》

- 1) 1Lの牛乳パック、輪ゴム、ホッチキス、はさみを用いて、飛行機を飛ばすための発射台を作成した。
- 2) 厚さを測定するために、各材料を1mmの厚さになるまで重ね、1mmになるまでかかった枚数で割ることで、1枚あたりの厚さを計測した。また同様に1cmほどになるまで重ねて、硬度計(デジタル硬度計A型)を用いて硬度も測定した。
- 3) 各材料の大きさを揃えて、滞空世界記録の折り方に統一し、質量を測定した。

《実験2》

- 1) 実験1と同じように発射台を使って、飛ばす角度を20度にして5回飛ばす。
- 2) その結果をもとに、実験1の結果と比べて角度がもたらす影響について調べた。

発射台



硬度計



3. 結果

《実験1》

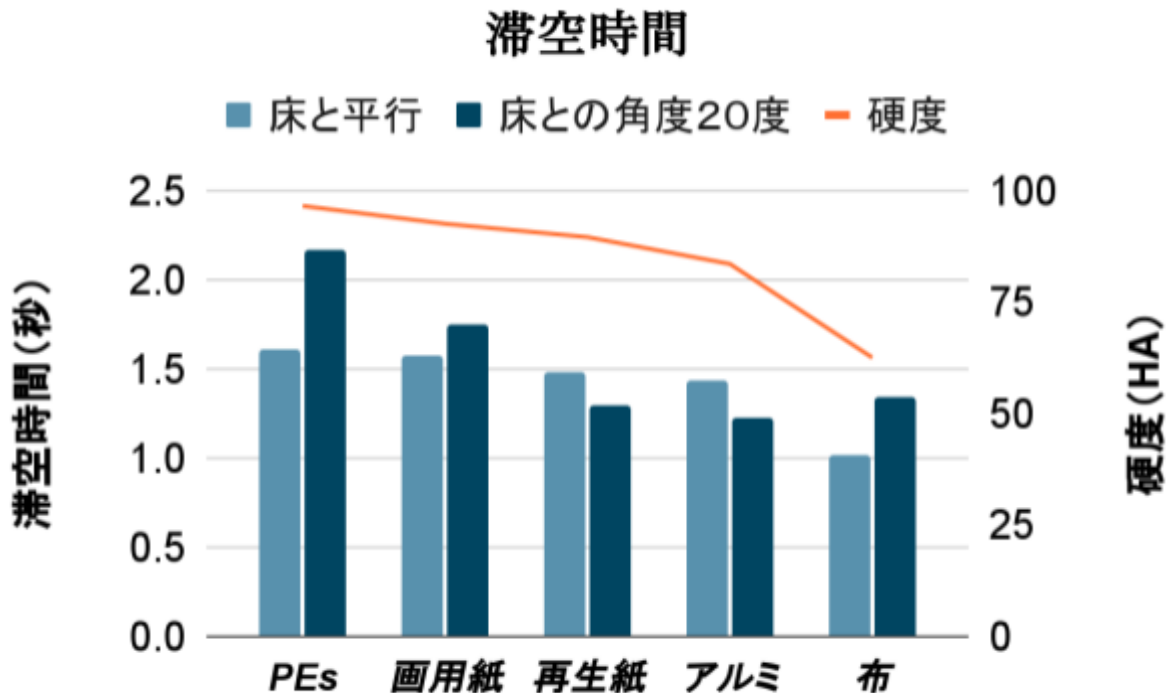
平行にした場合では、硬度が大きいものの順に滞空時間も長くなった。

ただし、質量や厚さと滞空時間との間には関係が見られなかった。

《実験2》

実験1では一番飛ばなかった布が滞空時間が伸びて3番目に長く飛んだ。

また、直線的な飛び方と変則的な飛び方の二種類が見られた。



4. 考察

実験1の結果から、硬度が大きい方が飛ばしているときに空気抵抗を受けても機体が崩れにくいいため、滞空時間が長くなったと考えた。実験2の結果から、角度をつけて飛ばしたときに重力の向きに逆らう揚力が発生した。

揚力の公式($L=1/2 \rho s v^2 c$:L揚力、 ρ 流体の密度、S翼面積、v速度、c揚力係数)で揚力の大きさは速度に依存することから、本実験では飛ばす力を統一しているため質量が小さいほど滞空時間が大きくなり、再生紙より軽かった布は滞空時間が伸びた。しかし、アルミニウムは質量が軽すぎ、推進力が十分でないため、飛行機はその場でぐるぐる回り滞空したと考えられる。また、今回の条件では、ポリエステルが一番飛んだが、例えば飛ばすときの力を強めたりなど条件を変えると、一番良く飛ぶ材料は変わるのではないかと考えた。

5. 結論

硬度が大きい材料の方が滞空時間が長くなる傾向にあることが分かったが、厚さ・質量との間には相関が見られなかった。また、角度をつけて飛ばすことで機体に揚力がはたらき、直線的な飛び方と変則的な飛び方の2種類に分かれ、ポリエステルとアルミニウムは後者で、画用紙と再生紙と布は前者の飛び方であった。その中でもポリエステルと画用紙はよく飛んだが、画用紙の方が安定した軌道で飛ばすことが出来る。アルミニウムのように前に進む力が十分ないと、その場で停滞し前に進まず揚力が発生しないのですぐ落ちてしまう。

結論として、硬度には明確に滞空時間との相関があり、質量によって軌道が変わるということが分かった。

6. 参考文献ならびに参考Webページ

超簡単！牛乳パックで紙飛行機の発射台(カタパルト)の作り方:

<https://tomohikosato.com/milkcarton-catapult/>

紙飛行機:<https://mcm-www.jwu.ac.jp/~physm/buturi16/kamihikouki/kamihikouki2.html>