

パラシュート飛行における通気口と滞空時間及び安定性の追求

北海道札幌啓成高等学校 理数科（2023 年入学）1 班
十河溪舟 岩崎陸斗 細谷鑑

Parachutes are widely used as a tool to land safely on the ground from above using air resistance. At first we were interested in parachutes because we wanted to fly from the roof of the school building using our own parachutes. However, that was dangerous, so we began to investigate the vents provided for the stable flight of the parachutes. The first experiment looked at the relationship between the size of the vent and the parachute's airborne time and stability. Parachutes with vent diameters of 0 cm, 1 cm, 2 cm and 3 cm were used in this experiment. The results showed that parachutes with vent diameters of 0 cm and 3 cm were stable. The second experiment investigated the relationship between the number of vents and stability and airborne time. In this experiment, parachutes with 0, 1, 5, 7 and 9 vents were used. The results showed that parachutes with five vents were the most stable.

キーワード：パラシュート 通気口 安定性

1. はじめに

パラシュートは、空気抵抗を利用して上空から地上に安全に着地するツールとして広く用いられており、開傘をスムーズにさせ、安定性を向上させる研究が日々行われている。

我々は自作したパラシュートで本校の屋上から飛びたいという動機からパラシュートの研究を始めた。その過程で、パラシュートの風を受ける部分であるキャノピーには飛行を安定させるため、通気口が開いているということを知った。空気抵抗を利用する道具であるパラシュートに穴が開いているというのは直感に反することであったため、興味が湧き、通気口について調べた。

我々はパラシュートの通気口の大きさ及び数を変化させたときに滞空時間、安定性がどのように変化するかを自作のパラシュートで実験し、確かめた。

2. 実験 1

2.1 目的

通気口の穴の大きさと滞空時間、安定性の関係を調べる。

2.2 実験準備

紐の長さや重りの重さ、穴の形などを変えて調べようとしたが、パラメータが多すぎたため、本実験では通気口の大きさと安定性及び滞空時間との関係について調べた。そこで、通気口をキャノピーの頭頂部に直径 0cm, 1cm, 2cm, 3cm と 4 パターン開け、キャノピーは素材をポリプロピレン、形を正八角形とした。そして、アクリルの紐を正八角形の頂点に等間隔で、4 箇所にセロハンテープでつけた。また、トイレットペーパーの芯をおもりとして用い、キャノピーの

総面積は穴を開ける前で 400cm^2 となるように、紐の長さはそれぞれ 40cm に統一した(図 1)。

2.3 実験方法

安定性の評価は a, b, c の三段階にわけ、a をキャノピーが完全に開き空気を掴んだ状態。b をキャノピーが空気をうまく掴めずゆらゆら落下する状態。c をキャノピーが開かない状態とし、飛行している様子を観察してそれぞれ評価した。滞空時間はストップウォッチで測り、各大きさ 50 回ずつ 4.95m の高さから落とし実験を行った。

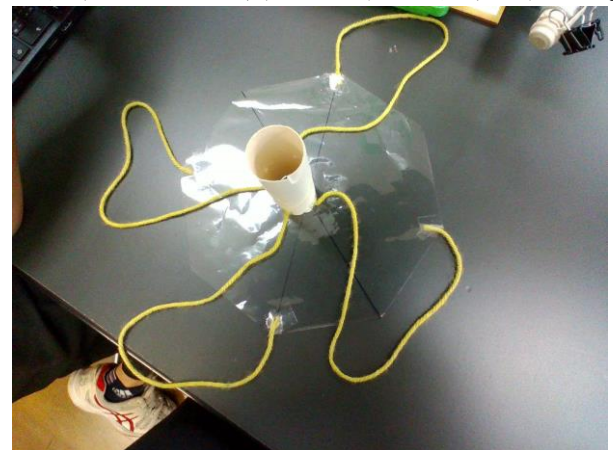
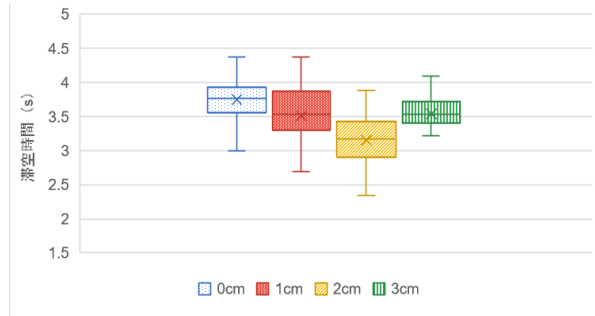


図 1：実験 1 で用いたパラシュート

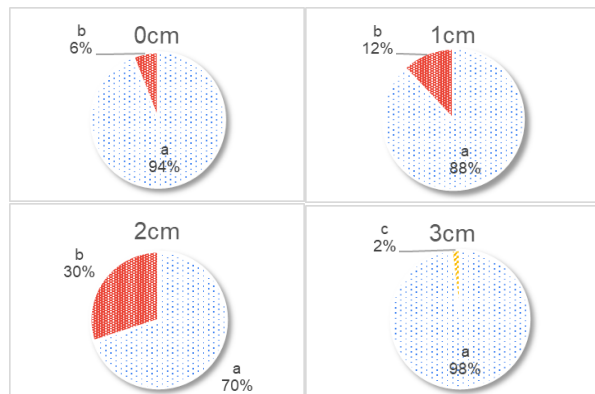
2.4 仮説

本実験を行う前に以下のような仮説を立てた。
仮説：穴を大きくすると空気が抜ける量が増えるためパラシュートが安定して、空気抵抗が減るため滞空時間が短くなる。

2.5 結果



グラフ 1：通気口の直径と滞空時間



グラフ 2：通気口と安定性

グラフ 1 はそれぞれの通気口の直径における滞空時間を示しており、グラフ 2 はそれぞれの穴の直径における安定性を示したものである。これらの実験結果から穴の直径が 0cm から 2cm にかけるにつれ滞空時間が短く、不安定になっていることがわかり、3cm で急に滞空時間が長くなり、安定性も増していることがわかる。以上から穴の直径が 0cm, 3cm のとき、滞空時間が長く、安定して飛ぶことがわかった。

2.6 考察

本実験では通気口の大きさは 3cm までしか行わなかったがグラフ 1, 2 から穴の直径を 4cm, 5cm と大きくしていくとある値まで滞空時間が長くなり、安定性が増していくと考えた。また、仮説が正しくなかった原因として、ポリプロピレンの耐久性が悪く実験が均一に行えなかったため、データにばらつきが出たからと考えた。更に気付いたこととして、今回重りとして使用したトイレトペーパーの芯の直径が約 3cm であり、そのため通気口の直径が 3cm のパラシュートがたまたま安定したのではないかと考えた。

3. 実験 2

3.1 目的

通気口の総面積は変えずに通気口の数と滞空時間、安定性の関係を調べる。

3.2 実験準備

実験 1 では実験中にキャノピーが破けるなど不具合が生じたため、実験 2 からキャノピーの素材をポリプロピレンからナイロンに変更した。また、パラシュートをより安定させるため紐を全ての頂点につけて 8 本用いた。そして、通気口の総面積を $4\pi\text{cm}^2$ に統一し、通気口が 0 個、1 個、5 個、7 個、9 個のパラシュートを作って実験した。その他の材料およびパラシュートの作り方は実験 1 と同様である。

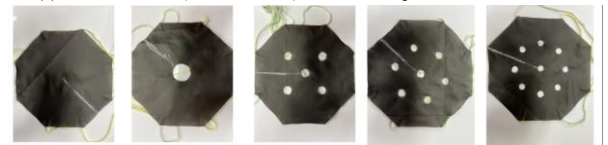


図 2：実験 2 で用いたパラシュート

3.3 実験方法

実験 2 から安定性の評価について次の 2 つの観点から評価するように変更した。

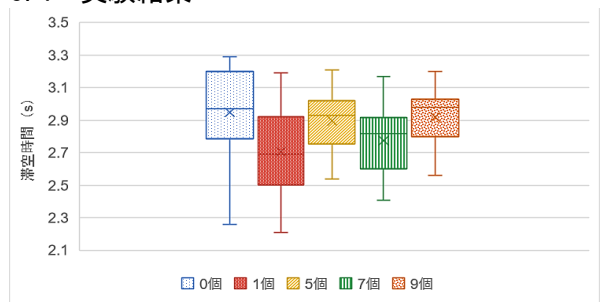
①飛んでいるパラシュートの前方から撮影し、鉛直方向からのパラシュートの最大の傾きを調べた。パラシュートの最大の傾きが小さいほど安定していると定義した。

②パラシュートの真上から撮影し、パラシュートの回転角を調べた。回転角が小さいほど安定していると定義した。

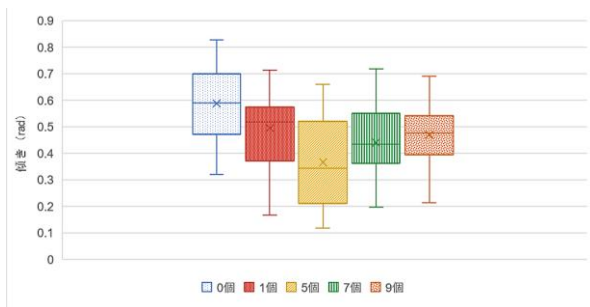
①の傾き、②の回転角を調べるためにスマホアプリ「angle meter」を使った。

また、滞空時間も測り、それぞれのパラシュートで 30 回ずつ実験を行った。その他の条件は実験 1 と同様である。

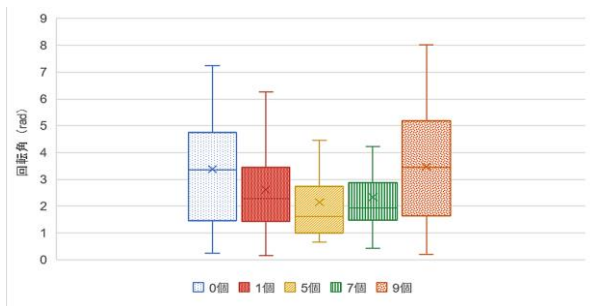
3.4 実験結果



グラフ 3：通気口の数と滞空時間



グラフ 4：通気口の数と傾き



グラフ 5：通気口の数と回転角

実験結果はグラフ 3、4、5 のようになった。グラフ 3 はそれぞれの通気口の数と滞空時間の関係を示している。グラフ 4 はそれぞれの通気口の数とパラシュートの傾きの関係を示している。グラフ 5 はそれぞれの通気口の数と回転角の関係を示している。

グラフ 3 から通気口の個数が 0 個、5 個、7 個のパラシュートの滞空時間が長いことが分かった。

グラフ 4、5 は同じような分布の仕方をしていて傾向があり、通気口の数 0 個、1 個、5 個と増やすにつれ安定性が増加し、7 個、9 個と更に増やすと傾き、回転角のいずれも大きくなっており、不安定になっていることがわかった。

これらの結果から今回用いたパラシュート（キャノピーの面積 400cm^2 、通気口の面積 $4\pi\text{cm}^2$ ）では通気口の数 5 個のとき最も安定すると思った。

3.5 考察

本実験では通気口の総面積を統一した。ゆえに通気口の数が増やしていくと、1 個あたりの通気口の面積が小さくなっていく。すると通気口を開けていないときの空気の流れに近づくので安定性が途中で減少したと考えられる。また、グラフ 4、グラフ 5 の似たようなグラフの分布の仕方に対し、グラフ 3 の滞空時間のグラフは左から偶数番目の箱よりも奇数番目の箱の方が上に分布するという異なる分布の仕方をしていて、このことから安定性と滞空時間の両面で優

れている通気口の数が存在し、本実験の条件ではその通気口数は 5 個であったと考えられる。

4. まとめと今後の課題

本研究ではパラシュートの通気口の大きさおよび数と安定性の関係を調べるため、自作のパラシュートを用いて実験し、考察した。

まず実験 1 から、通気口の大きさの違いによる滞空時間、安定性の違いを確認した。また、滞空時間が伸びるほど安定性が向上するという事に気がついた。

次に実験 2 から、通気口部分の総面積を統一する条件のもとでは、パラシュートの通気口には滞空時間が長く、安定する通気口の開け方があるとわかった。

本研究ではパラシュートの通気口には最適な開け方があることがわかったが、この原因までは突き止めることが出来ていない。これを探るべく、風洞実験を行い、パラシュートが飛行しているときの付近の空気の流れを観察しようと考えている。

5. 謝辞

本研究にあたりご指導をいただいた斉藤先生、村田先生、その他助言を下された先生方に深く感謝します。

6. 参考文献

- (1) 西原俊幸 他 (2009) 「ARLISS2009 大会参加報告書」
https://unisec.jp/history/arliiss2009/titech_Bteam_sta.pdf
- (2) 保育士バンク！チャンネル【公式】 (2019) 「フワフワ飛んでく♪パラシュート工作」
https://www.youtube.com/watch?v=Nm0Hu_IFawE
- (3) 掛川市立大坂小学校 4 年 伊藤 和樹 (2018) 「パラシュートの研究~長く飛ぶパラシュートを求めて」
<https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/h30/181004.pdf>