

竹とんぼの形と滞空時間

3619 鈴木翔太 3503 伊藤匡哉 3538 渡邊慎也

要旨

竹とんぼは、羽と棒の2つのパーツから構成されている。なぜ、羽と棒の2つパーツだけで長い滞空時間を飛べるのか疑問に思った。そこで、羽と棒の長さの割合を変えどの条件が、最も滞空時間が長いのか調べた。その結果、羽：棒=1：1の割合が最も滞空時間が長いことが分かった。しかし、竹とんぼに加えた飛ばすために必要な力が一定ではなかった。そこで、竹とんぼに加える力を一定にするための装置を作り、手より滞空時間の差がなく飛ばせることが分かった。今後はその装置を用いて、より正確な実験を行う。

1. 目的

棒の長さを変えて、羽と棒の割合がどの様なきが最も滞空時間が長いのか調べる。

棒の発射角度を変えて、どの角度が最も滞空時間が長いのか調べる。

2. 使用した器具

- ・竹とんぼ
- ・ものさし
- ・ストップウォッチ
- ・のこぎり
- ・ペン
- ・無風の場所
- ・メモ用紙

3. 仮説

竹とんぼの棒の長さが、竹とんぼの羽の長さより短くなると、竹とんぼは飛ばなくなる。

なぜなら、市販で売っている竹とんぼは、羽の長さよりも棒の長さの方が長いからである。

4. 実験1

- ・竹とんぼの元の羽の長さは14.5 cmで固定。
- ・竹とんぼの元の棒の長さ16.5 cmから2.0 cmずつ切っていく。
- ・同じ回数だけ回して飛ばせるように、手の平に2本の線を引きその範囲で竹とんぼを回す。

- ・同じ条件で3回ずつ滞空時間を測り平均を出し、グラフにまとめる。

結果1

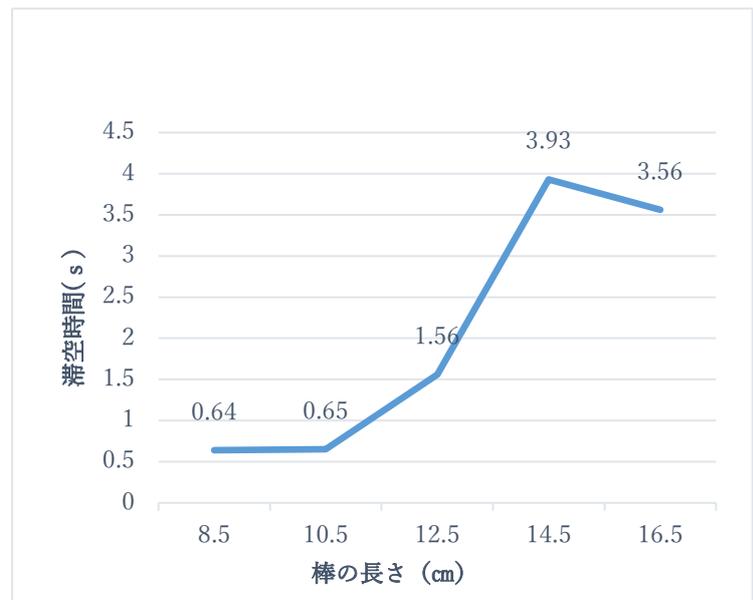


図1 棒の長さとの滞空時間の関係

考察1

棒の長さが14.5 cmから短くなるにつれて段々と滞空時間が下がった。

羽の長さが14.5 cmだったためこの実験からは羽：棒=1：1の割合が最も飛ぶことが分かった。しかし、今回の実験は手で回したため加える力が毎回変わってしまった。そこで、竹とんぼに一定の力を加えて、飛ばせる装置を作ることを考えた。

5. 実験 2

<実験①>

実験方法

クリップを机に挟み、クリップの穴に竹とんぼを入れ、紐をまき、おもりをつけ、竹とんぼを飛ばすことを考えた。

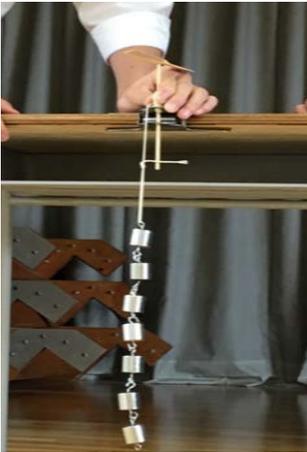


図 2 実験①

結果・考察①

クリップの穴が小さすぎて竹とんぼがクリップに引っかかってしまい飛ばなかった。さらにおもりの重さが足りず回転数が足りなかった。

<実験②>

実験方法

実験①から、より回転数を多くすることを考え、メジャーで竹とんぼを引っ張り飛ばすことを考えた。



図 3 実験②

結果・考察②

何も引っかからずきれいに回転させることができたが、回転数が足りず 1, 2 cm 程度しか飛ばなかった。

<実験③>

実験方法

実験②から回転数を増すためにスタンドに竹とんぼを固定し滑車をつけ、紐をまき、その先にペットボトルをつけ、落とした。



図 4 実験③

結果・考察③

実験③の装置では、ペットボトルの重さを重くすればするほど引く力が強くなるため回転数を調整できると考えた。しかし、紐をスタンドの上部のほうに巻いていたため引く力が回転よりも竹とんぼが傾くのに使われ、竹とんぼが折れてしまった。

<実験④>

実験方法

実験③から紐を竹とんぼのスタンドとスタンドの間に巻くことと紐を竹とんぼに対して垂直に引くことを考えた。そこで、実験③の装置のペットボトルの部分電動ドリルに変え、引っ張った。

使用した器具

- ・竹とんぼ
- ・電動ドリル
- ・のこぎり
- ・紐
- ・ビニールテープ
- ・マジックペン
- ・ビニールシート
- ・ストロー
- ・ものさし
- ・スタンド
- ・ストップウォッチ
- ・厚紙
- ・針金



図5 実験④

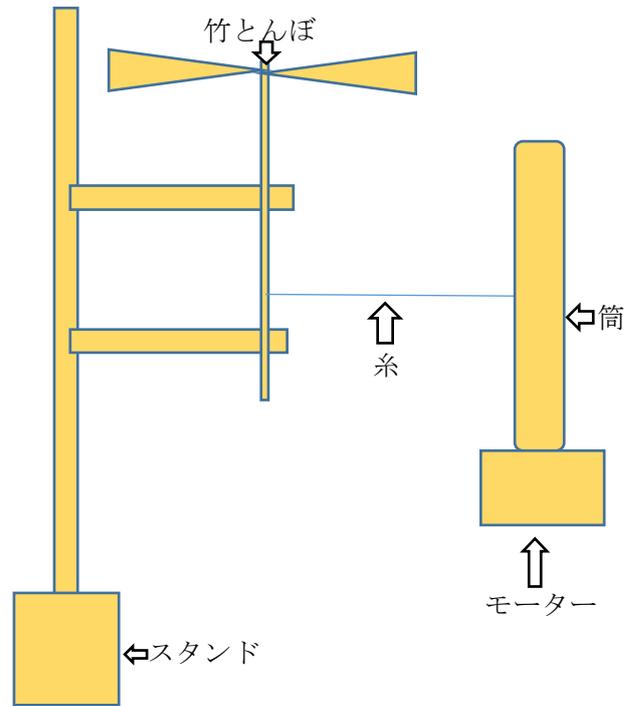


図6 実験④の概略図

結果・考察④

飛ばすことに成功した。そこで、実験④の装置で飛ばした時に、人の手と比べて、どれくらい正確に飛ばせるかを調べることにした。

5. 実験3

- ・竹とんぼの棒の長さは14.5 cmで固定。
- ・紐の長さは130 cmで固定。
- ・スタンドに2本の丸めた針金をつけその穴にストローを入れる。
- ・竹とんぼをストローに入れひもを巻く。
- ・紐の先を電動ドリルに巻き付ける。
- ・電動ドリルのスイッチを入れ竹とんぼの滞空時間を測り平均を出しグラフにまとめる。
- ・手の平に二本の線をつけその範囲で竹とんぼを回し、滞空時間を測り平均を出しグラフにまとめる。

結果 3

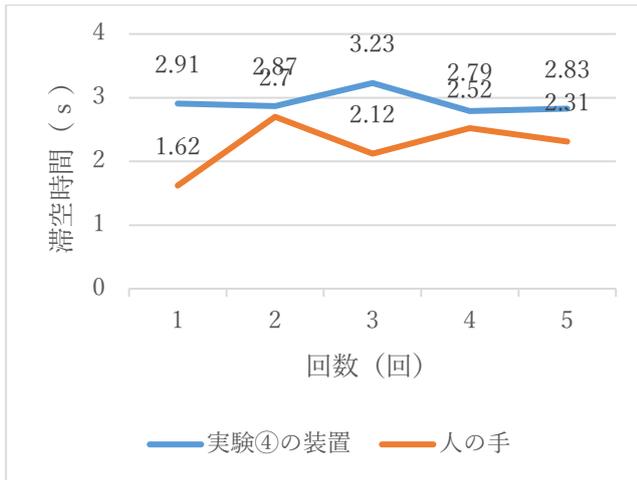


図 7 実験④の装置と人の手との比較

考察 3

実験④の装置のデータの最大値と最小値の差が 0.44 秒, 人の手の差が 1.08 秒ということから, 実験④の装置のほうが同じくらいの力を加え回せていると考える。

6. 実験 4

- ・竹とんぼの羽の長さは 14.5 cm で固定。
- ・紐の長さは 130 cm で固定。
- ・スタンドに 2 本の丸めた針金をつけその穴にストローを入れる。
- ・竹とんぼをストローに入れひもを巻く。
- ・紐の先を電動ドリルに巻き付ける。
- ・電動ドリルのスイッチを入れ竹とんぼの滞空時間をそれぞれ 5 回ずつ測り平均を出しグラフにまとめる。
- ・前回の実験から棒の長さは, 14.5 cm 付近が最も滞空時間が長いと分かったのでその付近の長さの 13.5 cm から 16.5 cm を調べることにする。

結果 4

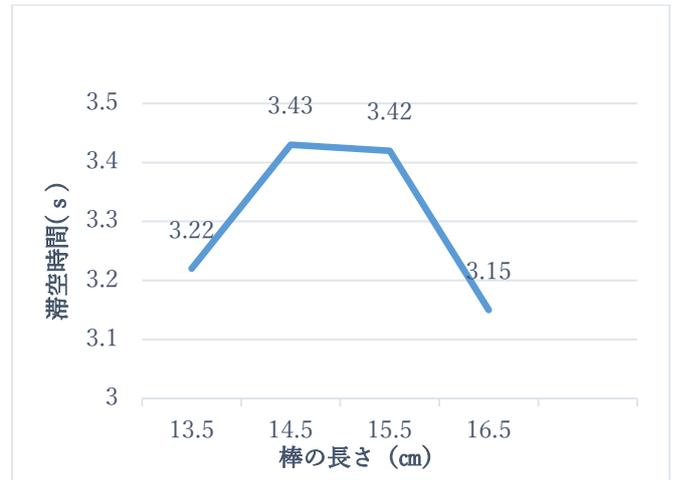


図 8 棒の長さとお空時間の関係

考察 4

実験④の装置を用いた実験でも棒の長さが 14.5 cm が最も滞空時間が長かった。

羽の長さが 14.5 cm だったためこの実験からも羽:棒 = 1 : 1 の割合が最も飛ぶことが分かった。

竹とんぼは揚力という力で飛んでいる。モーメントの計算上、支点からの距離が遠いところでの重さが大きいほどモーメントは大きくなる。そのため棒の長さが長く、重くなるほど滞空時間が長くなると考えられる。

しかし、滞空時間には重力も関係している。重力の計算上、棒の長さが短く、軽くなるほど滞空時間が長くなると考えられる。

上の相反する 2 つの条件が竹とんぼの滞空時間に関係していて、自分たちの竹とんぼでは棒の長さが羽の長さと同じときこの条件を最も満たしていると考えられる。このことから最も滞空時間を長くするにはそれぞれの竹とんぼで 2 つの条件を最も満たす棒の長さがあり、棒と羽の比は滞空時間に関係ないと考える。

7. 参考文献

竹とんぼが飛ぶわけ

<http://www2u.biglobe.ne.jp/~waroh/tombo/kagaku.htm>