

竹とんぼのよく飛ぶ条件

滋賀県立米原高等学校 物理A班 大谷かのか 田中健太郎 塚口未空 西口耕平

動機 子供の頃に、遊んだ竹とんぼを、どのような条件でより高く、長く飛ばせるか知りたかったから。

仮説 市販の竹とんぼは横幅 2.0 cm のものが多いため、この幅のものが一番滞空時間が長いと考えた。

研究Ⅰ 竹とんぼの横幅と滞空時間の関係

<方法>

変圧器、発射機（モーター）をつなぎ、発射機の上に二つ穴が空いた竹とんぼの羽根を置く。変圧器を 6.0 V に固定し、滞空時間を測定する。

<結果>

[表 1] 各横幅における質量と滞空時間の関係

横幅 (cm)	質量 (g)	滞空時間(s)※
1.5	2.7	3.15
2.0	3.6	3.92
2.5	5.3	4.25
3.0	6.2	4.11

※各横幅 10 本の竹とんぼ 1 本につき
2 回の試行回数の平均

<考察>

横幅が 1.5 cm のときは質量が小さすぎ、3.0 cm のときは質量が大きすぎるため、滞空時間が短くなっている。

研究Ⅱ 竹とんぼの角度と滞空時間の関係

<方法> 竹とんぼの羽根の角度を計測し、そのデータを用いて角度と滞空時間の関係をグラフに表した。また、同じ角度で、違う幅の竹とんぼを 2 回ずつ試行しその平均値を算出した。さらに、横幅 1.5 cm の竹とんぼで角度をかえて 2 回ずつ試行しその平均値を算出した。

<結果>

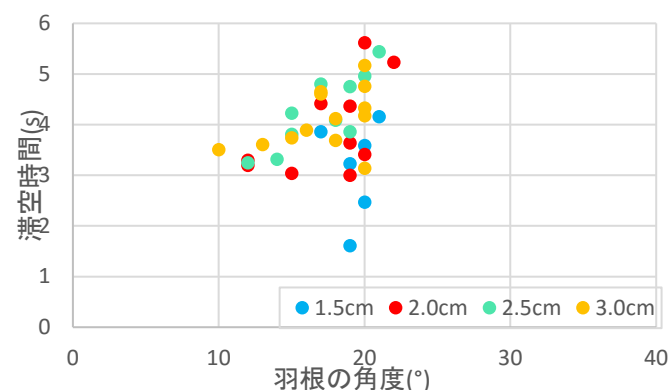


図1 角度と滞空時間の関係

横幅 2.0 cm、2.5 cm、3.0 cm のときは、散布図から 20° のときを頂点とした山のような形の散布が見られる。

[表 2] 幅 1.5 cm の各角度と滞空時間の関係

角度(°)	質量(g)	滞空時間(s)※
25	3.3	飛ばない
21	3.0	3.20
20	3.0	3.58
19	2.9	3.23

※ 1本につき 2 回の試行回数の平均

横幅 1.5 cm では、2.0 cm などのような山のような形の散布にはなっていないが、角度ごとに比較すると、20° が一番飛んでいることがわかる。さらに、20° から角度を 1° あげるだけで 0.38 秒記録が落ちることがわかる。また 25° よりも大きい角度になると飛ばないという結果になった。

[表 3] 角度 20° 各幅の質量と滞空時間の関係

横幅(cm)	質量(g)	滞空時間(s)※
1.5	3.0	3.58
2.0	3.3	5.62
2.5	5.6	4.96
3.0	6.5	5.16

※1本につき 2 回の試行回数の平均

また、各々の横幅で 1 番記録の良い個体を用いて滞空時間の 2 回の試行回数の平均値を比べると横幅が 2 cm のものが一番記録がよかった。

<考察>

私たちが実際に製作することが可能な竹とんぼでよく飛ぶ条件は、角度が 20° で横幅が 2 cm、質量ができるだけ小さいものということになる。

反省点・今後の課題

- ・今回は滞空時間のみでよく飛ぶ条件を調べたので高さも用いて研究する。
- ・揚力を的確に測定するための方法を見つける。

出典

・「昔のおもちゃアルバム」

<http://www.omocha-album.com/okugai/taketonbo/>

・「竹とんぼが飛ぶわけ」

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

建造物の形状によって変化する風荷重の解明

滋賀県立米原高等学校 物理B班 青峰 諒 田附玲王 田中拓実 藤澤典隆

動機

中学の社会の授業で沖縄の伝統家屋は風の影響（風荷重）を受けにくいよう対策が施されていると学んだ。そこで風荷重がどのような原因で変化するのか、また建物の種類による変化があるのかを調べたいと考えた。

研究Ⅰ 物体の角度による風荷重の変化

<目的>

沖縄の家屋は屋根の角度が緩やかなことが特徴である。そこで、物体が風を受ける角度によって風荷重がどのように変化するのか調べる。

<方法>

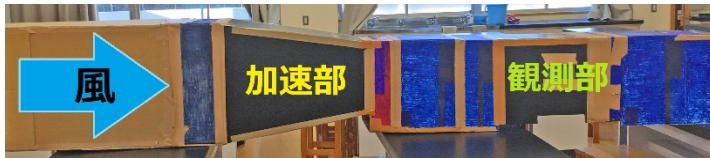


図1 自作した風洞装置

自作した風洞装置（図1）を用いて 200 cm²の正方形の板の角度を変えて風荷重を測定した。測定装置は図2のように設置した。

【測定条件】

風速：4.5 m/s
 角度： $\theta = 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$
 測定回数：各 10 回ずつ

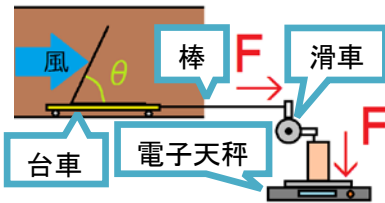


図2 測定方法について

<結果と考察>

表1 角度による風荷重の変化

角度 θ	30°	60°	90°
風荷重 [gW]	12.8 ± 1.4	36.6 ± 1.5	53.5 ± 1.6

結果は表1のようになり、角度 θ が大きくなると風荷重も大きくなるのがわかる。よって、屋根の角度が小さいほど風荷重が小さくなると考えられ、沖縄の家屋の屋根の角度は風荷重を受けにくく、合理的であると考えられる。

研究Ⅱ 家屋の種類による風荷重の変化

<目的>

研究Ⅰより角度の違いによって風荷重が変化することがわかった。そこで、実際に沖縄の家屋と他の家屋では角度や表面積などの総合的な条件の違いによって、どれほど風荷重の値に違いが現れるのかを調べる。

<方法>

研究Ⅰと同様の装置を用いて、台車の上に家屋の模型を設置し条件を変えながら実験を行った。

風速：微弱 1.7 [m/s] 弱 3.8 [m/s]
 中 4.5 [m/s] 強 5.1 [m/s]

家屋：世界の一般的な家屋
 （寄棟造りの家屋）
 合掌造りの家屋
 沖縄の伝統家屋



図3 家屋を用いた測定

<結果>

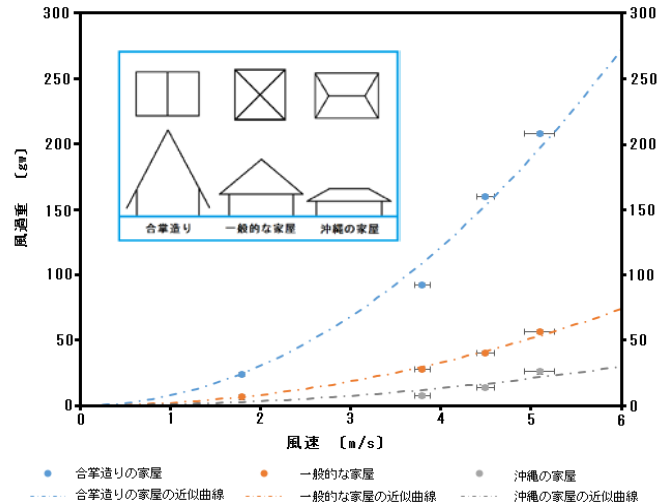


図4 家屋の種類による風荷重の変化

結果は図4のようになった。どの家屋も風速が大きくなるに従い、風荷重は大きくなった。沖縄の家屋に石垣の模型を設置した状態でも実験を行ったが、台車が動かないほど風荷重が小さく、測定することができなかった。

<考察>

実験を行った家屋が受ける風荷重の近似曲線を描くと、図4の破線のような二次曲線となった。これは各風速におけるレイノルズ数の値が、十分に大きく、風が乱流となりニュートンの抵抗法則 $F = K \rho V^2$ が成り立つため、風荷重が風速の二乗に比例した、と考えられる。

また、抵抗係数 K の値は表2のようになる。

表2 各家屋の抵抗係数

	抵抗係数 [m ²]
合掌造り	6.1×10^{-2}
一般的な家屋	1.7×10^{-2}
沖縄の家屋	6.7×10^{-3}

実際の家屋は家の周りに塀などがあるため、風荷重はより小さくなると考えられる。

まとめと今後の課題

- ・ 建物の種類によって風荷重が変化することがわかった
- ・ 沖縄の家屋は風荷重を受けにくい工夫されていた
- ・ 身近なものとして傘を対象として測定してみたが、実際に風荷重を受けにくい角度が分からなかったため、今後はそれらについて詳しく研究していきたい

謝辞ならびに参考文献

沖縄県立博物館様
 藤原邦男著「物理学序論としての力学」

ヒトの「言葉」が持つ力

滋賀県立米原高等学校 化学A班 川崎智史 北村友梨奈 国友亮佑 吉川勇太

■はじめに

「水は答えを知っている」という本を読み、本当にヒトの言葉には力があるのだろうかという疑問を抱いた。そこで、身近にあるカイワレ大根を用いてヒトの言葉には力があるのか調べることにした。



図1「水は答えを知っている」

■仮説

ヒトの持つ言葉には力があり、その力が対象物に大きな影響を与えるのではないかと考えた。

■条件

- ①室温を20度前後に保つ。
- ②水は表面が乾いたらそのつど駒込ピペットを用いて純水を3mL与える。

■実験1 ～ヒトの声が持つ力の検証～

<手順>

- ①カイワレ大根の種子をシャーレA・Bに各30個ずつ入れ、駒込ピペットを用い、5mLの純水を与える。
- ②朝、昼休み、放課後の計3回、Aには良い言葉をBには悪い言葉をかける。
- ③1週間後、計60個の生長丈を計測する。

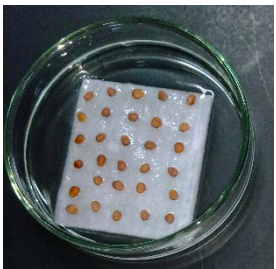


図2 シャーレA

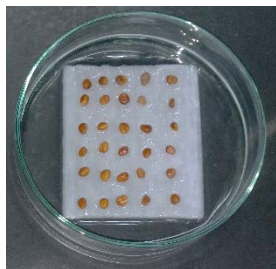


図3 シャーレB

<結果>

・図4は生長丈の散らばり、表1は生長丈の平均を示したものである。

・Aの方がBよりも生長丈が全体的に高かった。

表1 生長丈の平均(cm)

シャーレA	シャーレB
4.5	4.1

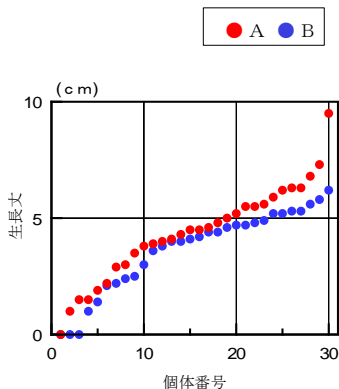


図4 生長丈の分布

(生長丈の小さいものから順に個体番号を割り振った。)

■実験2 ～ヒトの言葉が持つ力の検証～

<手順>

- ①バットA・Bにそれぞれ105個ずつカイワレ大根の種子を入れ、駒込ピペットを用い純水を20mL与える。
- ②Aには良い言葉・Bには悪い言葉が書かれた紙をバットの裏に張り付ける。
- ③この状態で1週間放置し、計210個の生長丈を計測する。

<結果>

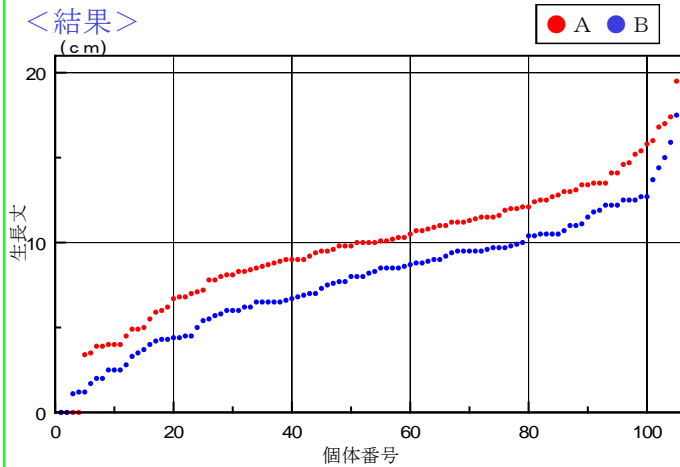


図5 生長丈の分布

(生長丈の小さいものから順に個体番号を割り振った。)

表2 生長丈の平均(cm)

	バットA	バットB
平均	9.7	7.8

- ・図5はデータの散らばり、表2は平均を表したものである。
- ・言葉をかけなくても実験1と同様の結果を得ることができたので実験1の結果の裏づけも取ることができた。
- ・バットAとバットBでは生長に明らかな差が見られた。

■考察・結論

- ・今回の実験を通じて言葉が持つ力の存在を確認できたと考えられる。
- ・私たちが立てた仮説に近い結果を得ることができたので、言葉は単なる媒介手段ではないとわかった。
- ・今回はカイワレ大根を用いた実験を行ったが、無機物に対しても同じ結果を得られるのか疑問が残った。

■最後に

我々は「悪い言葉」の使用を控えたほうが良いと考えた。

よりよいルミノール発光を目指して

滋賀県立米原高等学校 化学B班 廣瀬 凱音 辻 怜史 疋田 康太 宮川 明瑠夢

研究動機

幼いとき祭りなどで売られている光るブレスレットを見て不思議に思った。そこで、自分たちで同じような光を生み出したいと考えた。

さまざまな色の発光を体験したいと思った。

研究内容

どのように温度や濃度を変化させると発光時間が長くなるのか調べた。

また、触媒の違いによる発光の様子の違いを調べた。このときルミノールの温度や濃度は一定にして実験を行った。

実験1 濃度による影響

方法 触媒 ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウム
濃度[mol/L] 0.100, 0.050, 0.010, 0.005
温度[°C] 一定 (室温)
実験回数 3回

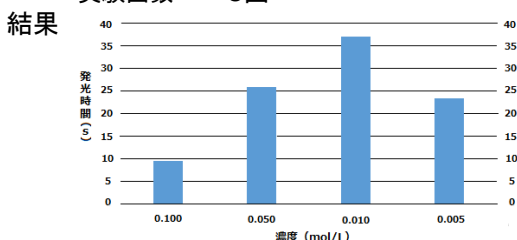


図1 濃度変化による発光時間の違い

図1より、0.01mol/Lの時に最も長く発光することがわかった。

実験2 温度による影響

方法 触媒 ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウム
濃度[mol/L] 0.010で一定
温度[°C] 0,10,20,30,40,50,60,70,80
実験回数 3回

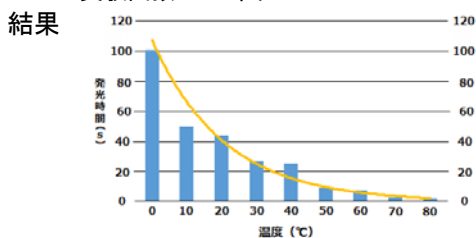


図2 温度変化による発光時間の違い

図2より、温度が低いほど発光時間が長くなり、また、一定の温度を超えると発光時間に差が出なくなることが分かった。

実験3 触媒による影響

方法 触媒 塩化鉄, 塩化コバルト, 硝酸銅
濃度[mol/L] 0.010で一定
温度[°C] 0
実験回数 3回

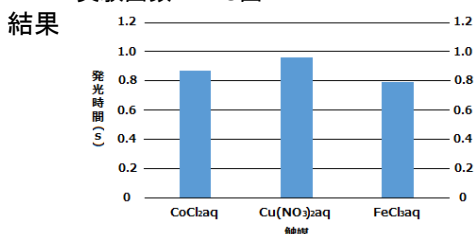


図3 触媒の違いによる発光時間の違い

3種類の水溶液の発光時間はどれも1秒にも満たなかった。どの水溶液にも激しい気体の発生、沈殿が見られた。

硝酸銅にアンモニアを加え、テトラアンミン銅(Ⅱ)イオンを作った場合、発光時間は20秒を越える結果になった。しかし、テトラアンミン銅(Ⅱ)イオンは濃度を測ることができないため今回は省略した。

結論・考察

実験1, 2より、0.01mol/Lで0°Cの時に最も発光時間が長くなる条件だった。理由は濃度を薄めると反応速度が遅くなり、温度を上げるとルミノールが不安定になり、十分に反応しないからだ。

実験3では、どの水溶液でも発光が1秒にも満たない結果となった。実験3で用いた水溶液はすべて単原子イオンであり錯イオンよりも触媒としての働きが弱かったためである。

よって3つの実験から触媒は錯イオンであるヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウムがもっとも適していると考えられる。

今後の課題

- レバーや血液など身近にあるものを触媒としてどのような反応が起こるか調べる。
- 発光の詳しい原理を調べる。
- 照度との関係を調べてグラフ化する。
- なぜ青白い発光なのか調べる。

参考文献

- ルミノール反応実験 - ~不思議な色の世界~ 色水マジック
iromizu.com/Luminol1.html
- ルミノール反応-キリヤ
Q&Awww.kiriya-chem.co.jp/q&a/q22.htmls