

パスタブリッジによる橋の構造研究

群馬県立前橋高等学校 S-1 4班

研究背景

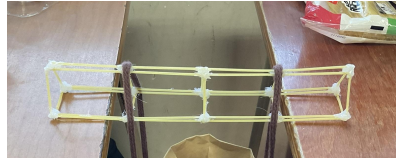
南海トラフ地震のような巨大地震の発生によりインフラの崩壊が考えられる。そこで今回は橋について、丈夫な橋の構造には何があるのかを調べたいと考えた。

仮説

斜めに支柱を入れた橋の方が重さが分散されてより重さに耐えられる。

研究方法

長さ24cm太さ1.6mmの結束パスタ、グルーガンを使用し、2つの橋を作成。



←トラスなし

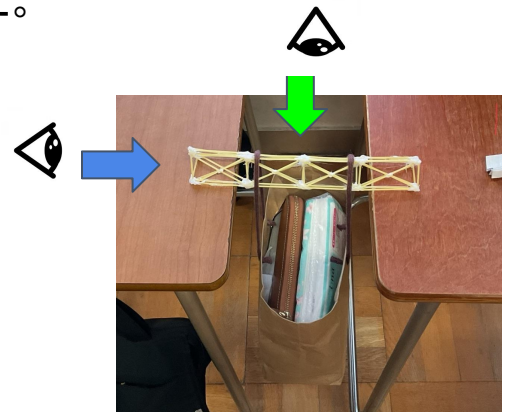


←トラスあり

結果

斜めに支柱を入れた橋のほうがより重さに耐えることができた。
紐をかけていたところだけ折れた。

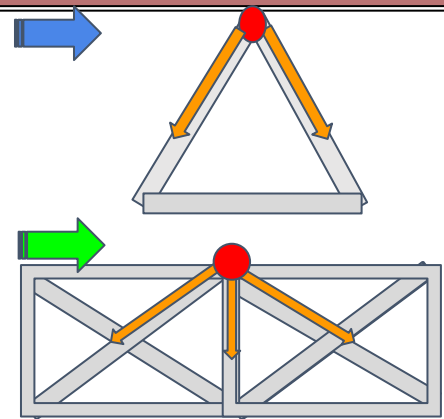
	100	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1700
トラスなし	○	○	✕							
トラス	○	○	○	○	○	○	○	○	○	✕



考察

トラスありの橋がより重さに耐えられた理由として①～③が考えられる。

- ①右図のように力が分散した。
- ②トラス構造は三角形を基本の構造とすることで高い安定性を持っていた。
- ③多くのパスタからできていたため荷重が全体に分散し、一部が壊れても急激に橋が崩壊しにくかった。



今後の展望

橋の材料や設置場所によって強度が変化する可能性があるため調べていきたい。実際の橋は全体に負荷がかかるので、重りの吊るし方を全体に力が加わるようにしたい。橋の作成にかかった材料の重さに対する耐久力を調べて表にまとめるべきだった。また、最も多くの条件の橋を作成して比較しても良かった。

<https://www.fml.t.u-tokyo.ac.jp/pasta/>

◇東京大学パスタブリッジコンテスト

https://www.fml.t.u-tokyo.ac.jp/pasta/img/PastaBridge_SPP2010.pdf

◇東京大学工学部パスタブリッジ

ちりとりの性能を決めるもの

群馬県立前橋高等学校

S1-5

研究背景

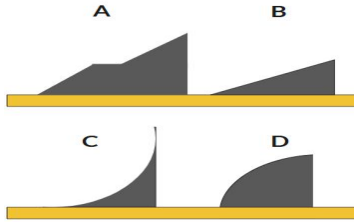
学校の掃除で、今使われているちりとりでは一度にとれるごみの量が少ないと感じた。また、集めたごみがちりとりから落ちてしまうと感じた。そこでちりとりの形状や材質を見直してごみをより効率的にとることができるようにし、清掃活動をより良いものにしようと試みた。

方法

画用紙でちりとりを模した縮小模型を作り、その形状を変え、収集効率の違いを探る。

実験A

右図のA～Dの形状の紙ちりとりにはうきで3回砂を入れ、入った砂の量を比べる。



実験B

角度及び素材に着目し、この2つの条件を変化させる。実験Aを踏まえ、最もごみが集まったAの形状を採用し、角度や素材を変える。砂の量の計測は、電子天秤を用いて、数値で比較する。

角度: 20°から60°まで10°ずつ角度を変化

素材: 紙、プラスチック、アルミ

共通

ごみを砂で考える。

砂を均一にして校庭で同じほうきを使ってごみを集める。

仮説

実験A

A	中段にごみをためやすそう
B	一度入れたごみが落ちる?
C	角度が小さくごみが入りやすそう
D	上のほうにごみがたまる?

実験B

角度について(一般的なちりとり: 30°)

・20°から30°までは角度を大きくすると、ごみの量が増える

・30°で最もごみが集まる

・30°よりも大きくすると、ごみの量が減る

素材について(一般的なちりとり: プラスチック)

・一般的なちりとりの素材であるプラスチックで最もごみが集まる

・他の素材と比べて滑りやすいため、アルミで集まるごみの量が他と比べて少ない

(プラスチック>紙>アルミ)

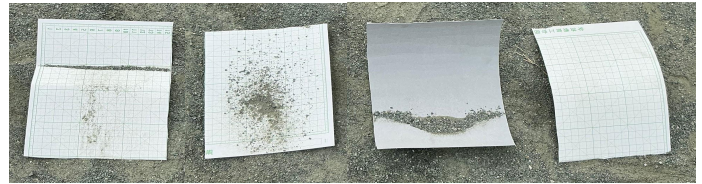
実験結果

実験A

$D < B < C < A$

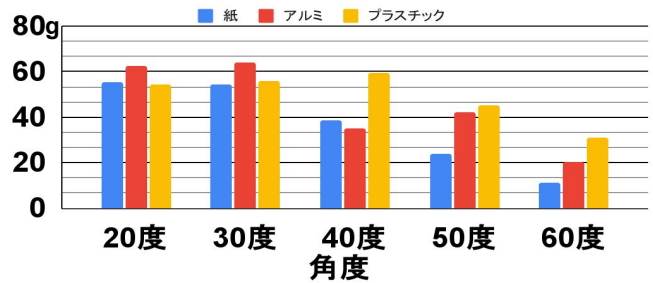
実際のちりとりには中段があるため、Aには写真で見えるよりも多くの砂が中段に集まっていた。また、BやCにも砂が集まっていたが、Dには全く集まっていなかった。

A B C D



実験B

紙・アルミ・プラスチック



考察

・ちりとりに中段があり、また角度が小さいほどゴミ収集効率が良いと考えられる

・プラスチック製は、どの角度でも、たまるゴミが多い

→プラスチック製のちりとりは、他のものに比べて静電気が発生しやすく、砂やほこりの細かい粒が静電気によって引き寄せられ、ちりとりの表面にくっついて残りやすいと考えられる

今後の展望

・20°以下や60°以上の角度についても調べる
→角度と集めやすさの相関関係を考察

・プラスチックで静電気が発生と考察
→静電気との関係について検証

・素材を単一のもので考えた
→素材を組み合わせて検討

・ちりとりについてののみ考えた
→相性の良いほうきの形状や素材

参考文献

2024年度 S5_ポスター「最強のほうき」

折りたたみスリッパを作るには

群馬県立前橋高等学校 S1-6

○研究背景

文化祭に行くとき、みなさんは靴が邪魔だと感じたことはないだろうか。私はある。そこで我々の班では折り畳み可能なコンパクトな靴(スリッパ)の制作に取り掛かることにした。

○研究方法

ソール、アッパーで分けて折り畳める構造を試す。

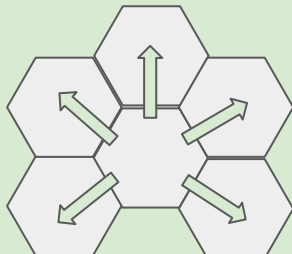
*ソール:丈夫で安定性の高い形を目指す

アッパー:デザイン性、折りたたみ易いか

○ソール

まずハニカム構造と蛇腹折りとZ折りを用いたソールをそれぞれ用意することにした。

ハニカム構造とは下図のような六角形を利用した縦からの力に強い構造である。



外からの力を分散する



ソールにするということでは上からの力に耐えられるハニカム構造を主に使うことにした。ハニカム構造により横から力を加えることで伸縮が可能になり、かなり小さなサイズまで折り畳むことができた。

○研究目的

近年注目されている折り紙構造を利用し、サステナブルでコンパクトなスリッパを考える。

○候補

ソール:ハニカム構造、蛇腹折り

アッパー:ミウラ折り、氷結折り

○アッパー

ミウラ折りと氷結折りを用いたアッパーを用意し、ソールと同様に行った。

*下図ミウラ折り



ミウラ折り、氷結折りのどちらもドーム状でコンパクトになるが、デザイン性を考慮し、ミウラ折りを採用することにした。

○展望

素材については考えられなかったのでスリッパの実用化には及ばなかった。また、ソール部分の強度についての実験まで至らなかったため、おもりを用いた耐久実験を行いより実用的なスリッパの制作を目指したい。教授の指摘より、アッパー部分よりソール部分をさらに改良していきたい。素材に関しては強度もあり洗うことも可能なシリコンの運用について教授と議論した。シリコンの活用によって実用化にかなり近づくことができるだろうと助言をいただいた。今後はより強度をまして履きやすいスリッパの開発を目指したい。

段ボール椅子を作る

群馬県立前橋高等学校 S1-1



①背景・目的・仮説

背景: 避難所でも制作できて、体を休ませることのできる家具を作る。

目的: 身近で費用が安い素材である段ボールを用いた椅子の制作

仮説: ハニカム構造*1を段ボールに応用することで、人の体重を支えるのに十分な耐荷重性能と持ち運びやすさを備えた椅子を制作できる。

*1軽さと強度を両立できる構造

②実験方法

ハニカム構造を用いた段ボール椅子を制作し、実際に人が座って強度を確かめる。



③結果

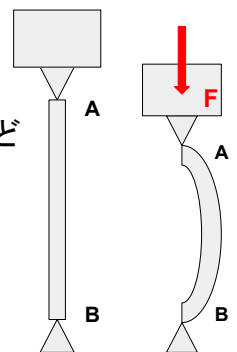
	1段	2段	3段	4段	5段	6段	7段	8段	9段
約60kg	○	○	○	○	○	○	○	○	○
約95kg	○	○	○	○	○	○	○	○	○

1段あたりの高さが5cmのハニカム構造を用いた段ボールを重ねて実験

○…壊れなかった

④考察

高さ5cmのハニカム構造を用いたダンボールだと段ボール材が曲がって壊れる現象(座屈)が生じづらい。(高いほど生じやすい*2)



*2参考文献5、7

⑤今後の展望

- ・座りやすい椅子の形にする。
- ・椅子が壊れる限界の重量を調べ、耐久性を確認する。
- ・長時間座り続ける実験を行い、耐久性を確認する。

⑥参考文献

1. <https://kami-kagu.net/blog/cardboard-furniture/>
2. <https://sonaeru-mamoru.com/cardboard-chair1/>
3. <https://note.com/soma6039/n/n4965ea053240>
4. <https://daredemo-doboku.com/siten/>
5. <https://f.osaka-kyoiku.ac.jp/tennoji-j/wp-content/uploads/sites/4/2020/09/41-08.pdf>
6. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jssd/64/0/64_476/_pdf
7. <http://kentiku-kouzou.jp/struc-zakututoha.html>

自転車の走りやすい街をつくろう

群馬県立前高等学校 S-1 3班

目的

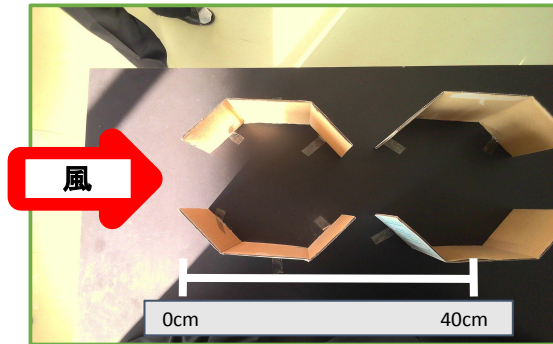
群馬県は...
非常に**風が強く**、
北風が自転車の走行
に悪影響をもたらす

- ・風を軽減したい
- ・正面に防風柵を
置けない

道路の側面に風
を軽減するオブ
ジェクトを配置

仮説

道路の両端にふくらみを持たせたり、風の流れを変化させたりするオブジェクトを置くことで風を軽減できる



実験方法

実験1

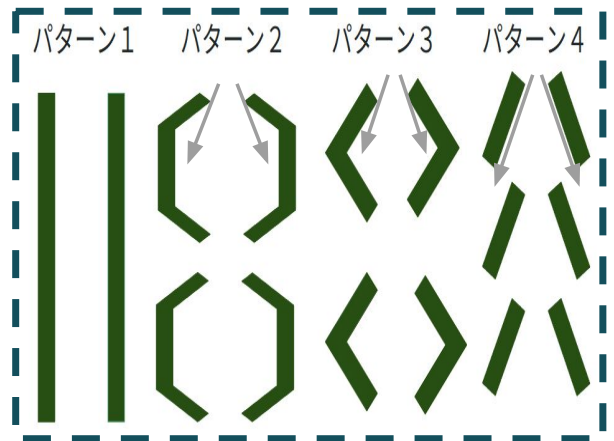
- ①壁が軽減できると主観的に考えた4個のパターンの壁を置く
- ②扇風機を点けて0,5,15,25,40cmの点で風速をはかる

実験2

- ①線香の煙を使い、風の動きを見る
→風の動きをしっかりと視認できなかった

結果

cm パターン	0	5	15	25	40
1	10.29	10.29	10.11	8.38	5.50
2	9.43	10.04	9.43	4.60	3.90
3	9.36	10.04	3.1	1.51	4.3
4	11.08	10.98	2.55	1.26	0.75



考察

パターン3、パターン4の形が4つの中で、風の軽減に効果的な形だった。
線香の煙で風の動きを見た結果、風が壁に沿って動くことが観察できた。

今後の展望

群馬県の誇る赤城風は多くの学生の悩みの種である。特に橋の上などの開けた場所では学生の安全さえも脅かす。県内の風の特に強いエリアを調査して、設置を行いたい。景観の悪化につながるという懸念点もあるため、より小さい形状で大きな効果が発揮できる形状を探求することで実用化へ歩みを進めたいと考える。

参考文献

- ・高速道路の防風柵の仕組み(北海道立総合研究機構)
- ・防風フェンス風洞実験と気象解析の比較(株式会社環境シミュレーション)

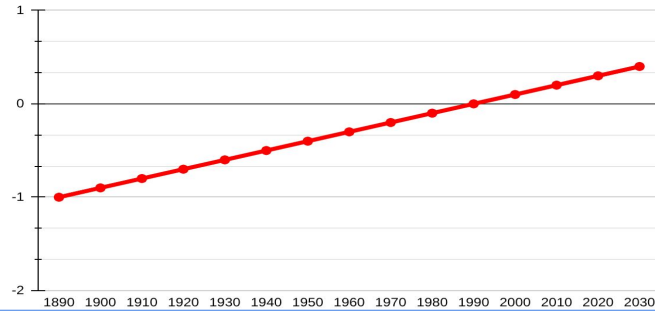
人類に最適な環境について

県立前橋高校 S1-3

研究背景

理想的な天体を温度に注目して、計算によって求め、将来そのような天体に住んでみることを発案する。

世界の年平均気温偏差



実験1

恒星からの距離が変わると天体の表面温度がどのように変化するかを調べ、人が生活できる温度を保てる範囲がどのくらいなのかを調べる。

使用する数式 放射平衡温度

$$T = \left(\frac{L(1-A)}{16\pi\sigma a^2} \right)^{\frac{1}{4}}$$

T: 惑星の表面温度

L: 光度

A: アルベド

a: 軌道長半径

σ : ステファン・ボルツマン定数

参考文献

https://www.data.ima.go.jp/cpdinfo/temp/an_wld.html

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B1%E3%83%97%E3%83%A9%E3%83%BC452b>

https://www.reddit.com/r/spaceporn/comments/mpkt1/proxima_centauri_the_closest_star_to_our_solar/?tl=ja

今後の展望

今後の実験では太陽系に属している地球以外の天体の放射平衡温度を調べようと思う。また、今回選んだ2つの恒星以外の恒星においても、実験2と同様の実験を行い、結果を比較したいと思う。

条件1

恒星: 太陽

天体: 地球

アルベド: 地球のアルベド 0.3

光度: 太陽の光度

計算結果

* 1au=1.496×10⁸km

距離	温度K	°C
0.5au	360	87
1.0au	255	-18
1.5au	209	-64

考察1

この計算では大気による温室効果を考慮していないため、実際の温度とかなり差のある値となった。また、大気や温室効果を考慮したとき地球の平均気温は約 287Kとなった。人が快適に生活できるかどうかは大気や温室効果など、距離以外の要因も重要であるとわかった。

実験2

実験1で使用した数式を用いて異なる恒星の時の人類が生活するのに最適な距離を求める。

条件

2つの恒星をプロキシマ・ケンタウリとケプラー452とする。

2つの天体のアルベドを 0.3とし、人類が住むのに最適な温度を 279Kとし、この天体の大気や温室効果の状態が地球と同じであると仮定すると、式の左辺に入る絶対温度は 249Kとなる。

結果

恒星	距離(km)	au
プロキシマ・ケンタウリ	3.997×10 ¹⁴	2.671×10 ⁶
ケプラー452	1.737×10 ¹¹	1.161×10 ³

考察

地球から天体までの最短距離を求めるには、地球と恒星の距離から恒星と天体の距離を引けば良いことがわかった。地球から短い距離で行ける天体は、プロキシマ・ケンタウリの天体だった。