

令和4年度サイエンス・ファイト作品紹介

学 校 長 崎 県 立 大 村 高 等 学 校

学 年 3 年

氏 名 温度による弦の張力の変化班
松本勇紀、花岡直樹、藤崎陽睦

タイトル 温度による弦の張力の変化

概 要

温度による弦の張力の変化がどのように起こるのかを明らかにするために実験を行った。その結果、引く長さが増加し、腕のする仕事が増加することがわかった。

温度による弦の張力の変化

長崎県立大村高等学校 3年

研究者氏名 松本勇紀 花岡直樹 藤崎陽睦

指導者氏名 松田大輔

要旨

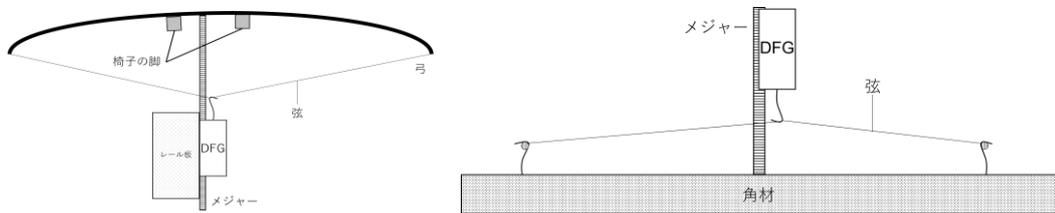
温度によって弦の張力がどのように変化するかを明らかにすることを目的とした。実験より弦は温度の増加に伴って伸び、それにより引く長さが増加し、腕のする仕事が増加する可能性があることが分かった。弦の種類によって伸び縮みの仕方が異なることも分かった。

背景と目的

弓道をしていて普段と気候が異なると、弓が重く感じるということがあった。この現象を物理的に分析してみたいと思い、本研究を始めた。

1. 実験材料と測定方法

角材、弓、弦3種類（飛翔弦、かえる弦、正弦）、デジタルフォースゲージ（以下 DFG）、メジャー



弓に取り付ける場合、弓を床面に置き椅子の脚で固定しレール板に沿ってDFGをメジャーで距離を測りながら動かした。角材に取り付ける場合、地面と鉛直にDFGを動かした。… (*)

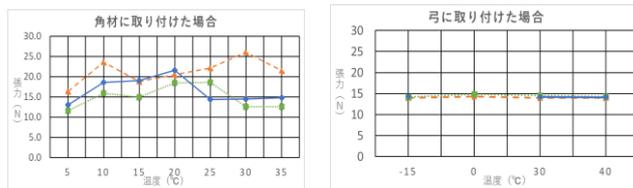
2. 実験1 <仮説1>弦は気温によって引いたときの張力が変化する。

実験1では弦を恒温器に入れ、一定時間放置し、角材に取り付ける場合と弓に取り付ける場合に分けて(*)の測定を行った。弓の場合、ドライヤーを3分間当て(*)の測定を行った。

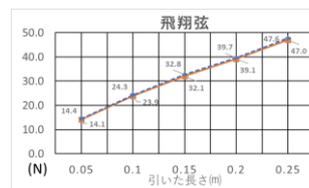
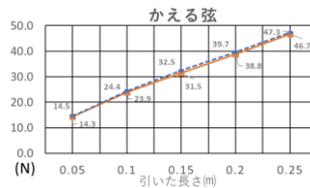
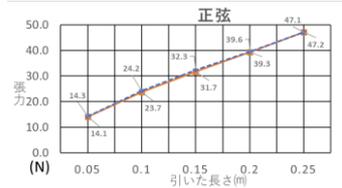
3. 実験1の結果

(グラフ I) 飛翔弦 (かえる弦) 正弦

角材に取り付けた場合、データが安定しておらず、温度によっては10N以上差があった。



(グラフ II) ドライヤー 常温



3. 実験1の考察

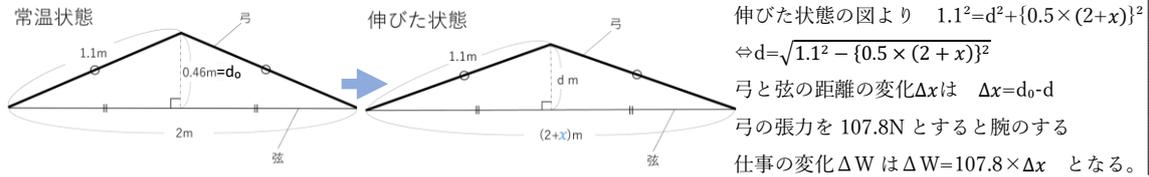
弓に取り付けた場合、データは一定で温度による差はほとんど見られなかった。角材に取り付けた場合、引く長さのわずかな誤差で大幅に張力の増減が見られたため、測定誤差の可能性はある。弓本来の弾性力は11kg(約107.8N)より1Nの張力の減少は相対的に小さいと考えられる。ドライヤーを当てると弓と弦の距離が短くなったことから弦の伸びが引く長さに影響することが示唆された。

5. 実験2 <仮説2>弦の伸びは温度に依存する。

実験2では弦の温度による伸び方を測定するため、角材におもりをつるし、ドライヤーにあてた場合と常温の場合に分けて、弦の伸びを測定する実験を行った。

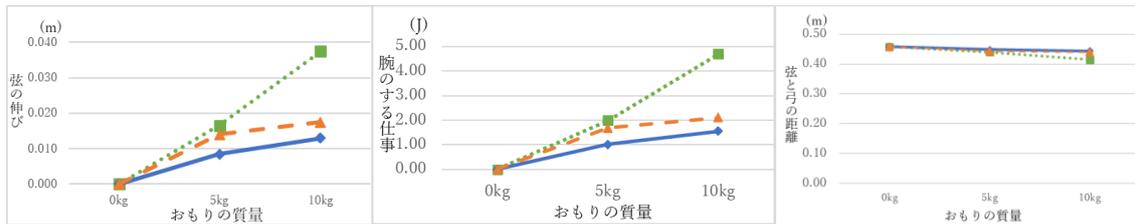
6. 実験2の結果

弓と弦を二等辺三角形に近似して弦の伸びから弓と弦の距離を算出した。



常温の弓と弦の距離 : $d_0 = 0.46$ 弓と伸びた弦の距離 : d 弦の伸び : x

—▲— 飛翔弦 ●●●●● かえる弦 —◆— 正弦

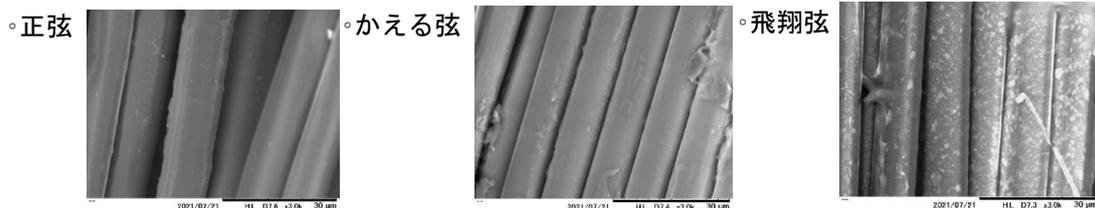


7. 実験3の考察

天然繊維の本麻でできた飛翔弦は化学繊維のザイロンでできたかえる弦より伸びにくいことが示唆された。弦が伸びることで腕のする仕事が増加する可能性がある。

8. 補足実験

補足として電子顕微鏡で弦の繊維を観察した。



正弦、かえる弦はつやがあり、太さが均一で、飛翔弦は表面が粗く、太さがバラバラだった。

9. 結論

- ・引く長さ 25cm、温度 -15℃～約 60℃で弓に取り付けた弦の張力は 1 N 以下の変化をする。
- ・弦が伸びることで腕のする仕事が増加する可能性がある。
- ・ザイロン弦より麻弦の方が伸びにくい可能性がある。

10. 謝辞

本研究のご指導をして頂いた松田先生には感謝を申し上げます。

電子顕微鏡を貸して下さった HITACHI 様ありがとうございました。

11. 参考文献

「公益財団法人全日本弓道連盟」ホームページ <https://www.kyudo.jp/>
 「和弓の弦の素材の違いが発射現象に及ぼす影響」 J-STAGE