

研究班番号【87】

振動数から見る天秤棒

物理班：石橋 弥也 広瀬 創 山崎 良太

要約

本研究の目的は、天秤棒の長さとしりゝの質量の観点から最適な天秤棒を作るため、竹製天秤棒の振動数を一定にした際の天秤棒の長さとしりゝの質量の関係を明らかにすることである。実験によつて、天秤棒の長さとしりゝの質量には関係があるということがわかつた。従つて本研究では、天秤棒の長さとしりゝの質量の観点から最適な天秤棒を作れるということが結論付けられた。

Abstract

The purpose of this study is revealing the relation between the carrying pole length and the mass of a weight when we keep frequency of bamboo carrying pole constant. This is to make the best carrying pole from the point of view of the carrying pole length and the mass of a weight. The experiment shows that there is a relation between the carrying pole length and the mass of a weight. This study concludes that we can make the best carrying pole from the point of view of the carrying pole length and the mass of a weight.

1. 序論

かつて、日本では荷物を運ぶ際、天秤棒と呼ばれる竹製の棒が使われていたことが記録されている。人々は、棒の両端に荷物を吊り下げて運んでいた。この方法は、荷物の重さによつて竹がしなり、その反動によつて荷物が浮きあがるため、運ぶ際の負担を減らすことができるということが先行研究において判明している。このとき、人と天秤棒は同じ速さで上下運動しているため、人の歩く速さに合う振動数をもつ天秤棒が最適であることがわかる。そこで私たちは、天秤棒の長さとしりゝの質量の変化という観点から最適な天秤棒を作ろうと考えた。人の歩く振動数を一定としたとき、天秤棒の長さとしりゝの質量には関係があると仮説を立てた。

2. 研究手法

まず、実験の目的として天秤棒の長さだけを変化させる実験としりゝの質量を変化させる実験を行う。その際に、一分間当たりの振動数を調べる。

別の実験で、人の歩く振動数と竹の振動数が等しいときの天秤棒の長さとしりゝの質量の関係をグラフにする。この際の人の歩く振動数は実際に歩き計測した結果、一分間当たりの歩数が約 100 歩と判明したので、一分間当たり 100 回振動するものとする。また、竹の振動数は、先の実験の結果を用いて導く。

実験に用いたものとして、竹 (120cm, 150cm, 180cm, 210cm, 240cm, 270cm)、ペットボトル、ばね (自然長 111.7mm, ばね定数 1.052N/mm)、力学スタンド、紐、メトロノームである。実験装置

は写真の通りである。この実験装置は振動を安定させるために上下を反転させて、力の加わり方は実際に荷物を持つときと変わらないようにしている。また、ペットボトルは天秤棒の重りとして見立てている。

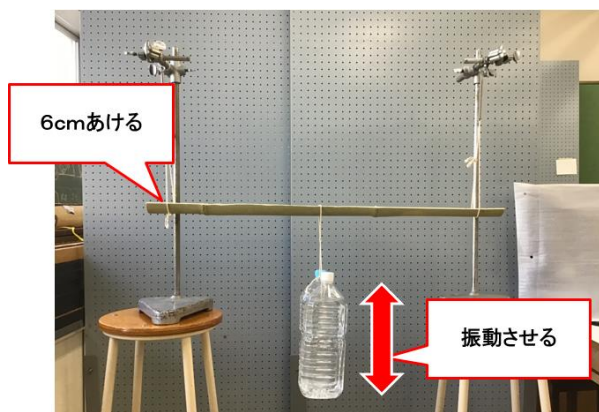


図 1:実験装置

① 天秤棒の長さを変化させる

重りの質量を固定し竹の長さだけを変化させ、竹を振動させメトロノームで振動数を測定する。

② 重りの質量を変化させる

竹の長さを固定し重りの質量だけを変化させ、竹を振動させメトロノームで振動数を測定する。

3. 結果

Kg \ cm	120	150	180	210	240	270
1.00	測定不能	218	179	145	122	101
2.00	208	168	135	107	92	78
2.50	181	-	-	-	-	-
3.00	174	142	115	90	78	65
3.50	158	-	-	-	-	-
4.00	148	-	-	-	-	-
5.00	138	-	-	-	-	-

表:実験結果

上の表は、実験の結果である。縦は重りの質量を表し、横は竹の長さを表している。中の数字は一分間当たりの竹の振動回数を表している。-は竹を切っていたため測定できなかった。

4. 考察

① 天秤棒の長さを長くするにつれて振動数が減少した。これは天秤棒の振動を定常波と考えた

際、振動数を求める式 $f = \frac{v}{\lambda}$ より、 λ つまり天秤棒の長さを長くするにつれ f が小さくなるこ

とがわかる。したがって振動数が減少した理由は天秤棒の長さを長くしたためである。

- ② 重りの質量を大きくするにつれて振動数は減少した。これは天秤棒の振動を単振動とした際、

周期を求める式 $\frac{1}{f} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ より、 m つまり重りの質量を大きくするにつれ f が小さくなること

がわかる。したがって振動数が減少した理由は重りの質量を大きくしたからだとわかる。

- ③ 図 2 は、縦軸が天秤棒の長さ(cm)、横軸が重りの質量(g)である一分間に 100 回竹が振動するときの天秤棒の長さ(縦軸)と重りの質量(横軸)の関係のグラフである。

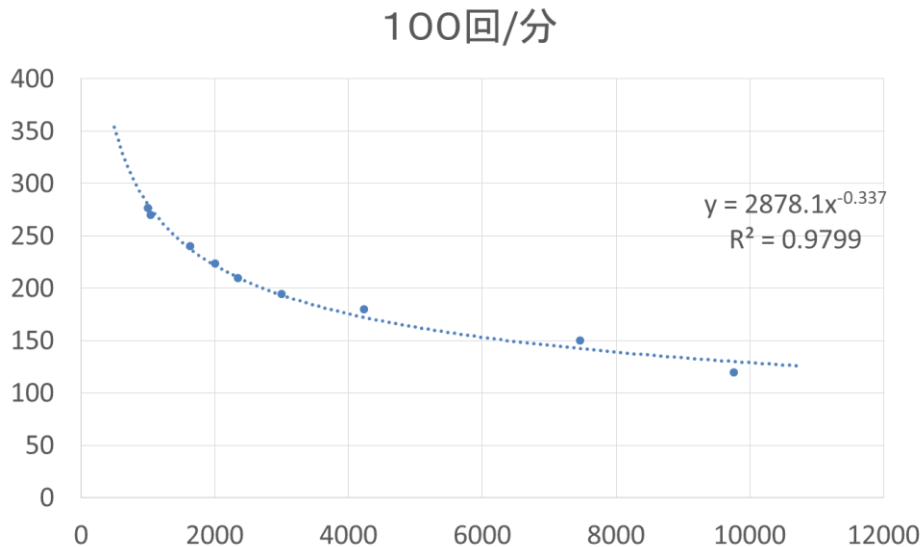


図 2:一分間に 100 回竹が振動するときの天秤棒の長さ(縦軸)と重りの質量(横軸)の関係

5. 結論

振動数を一定とした際天秤棒の長さ(縦軸)と重りの質量(横軸)の関係がある。

図 2 のグラフに合わせて天秤棒の長さ(縦軸)と重りの質量(横軸)を調整すれば、人の歩く振動数と竹の振動数が等しくなるので、最適な天秤棒ができる。

今後の展望として、今回は一本の竹を切って実験に用いておりデータの数が少ないため、様々な長さの竹でデータを取りたい。また、振動数を測定する際は目測で測定していたため正確な振動数でないためより正確な振動数を調べたい。そして、重りの質量を限りなく大きく、また天秤棒の長さを限りなく長くしたときどのような値に収束するか調べたい。

6. 参考文献

Van vinh hac (2019). “Load carrying with flexible bamboo poles: optimization of a coupled oscillator system” Journal of Experimental Biology