液体トーラスのばね的性質

課題研究物理E班

キーワード・現象の説明

トーラス

代表的なドーナツの形状の一つ

<u>トーラスは液滴が円錐の頂点に貫かれることでできることが分かっている</u>[1)2)]

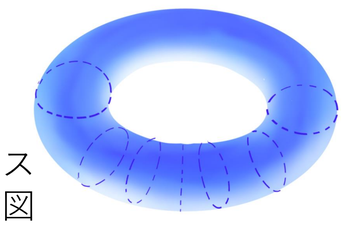
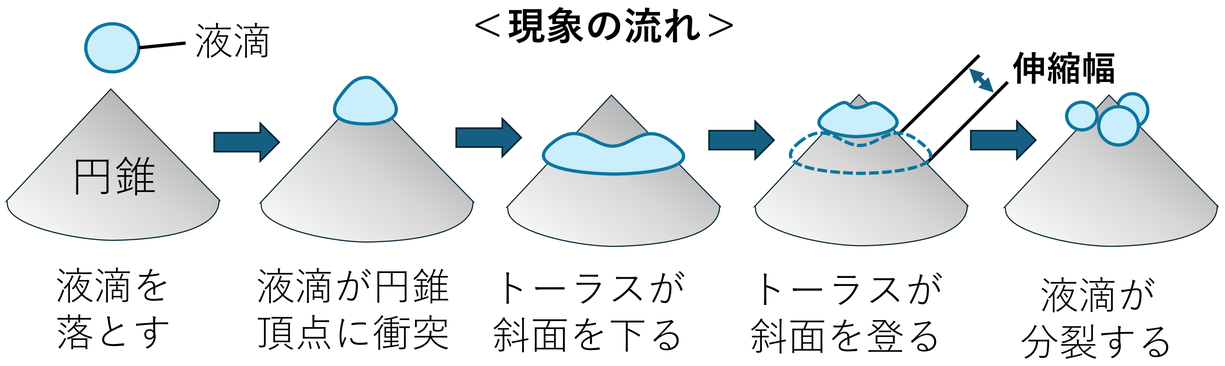


図1.
トーラス
の模式図

＜現象の流れ＞



目的　<u>液体トーラスにはたらく力を明らかにする</u>

予備実験

水滴にはたらく力を単純化して表現する

方法　３Dプリンターで円錐を作成し鉛合金のおもりを輪ゴムに通したものを落下させる

結果　トーラスの運動を再現できた

図2.予備実験に用いた装置

仮説

$$K = \frac{mgDsin\theta(2x + hsin\theta)}{2xD\pi^2 \cos^2\theta\,(3x - D)}$$

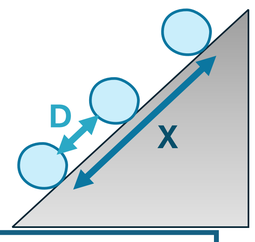


図3.Dの説明

m:水滴の質量(g)　g:重力加速度(m/s^2)
K:ばね定数(N/m)　h:水滴を落とす高さ(m)
D:伸縮幅(m)　θ:底角(°)
x:トーラスが形成された点から最下点までの距離

<u>ばね定数Kが液体トーラスには存在すると仮定する</u>

実験

方法　**実験でDの値を出し、それを代入してKについて解く**

円錐頂角　**65°　95°　125°**
高さ　**10cm　20cm　30cm　40cm　50cm**
計15パターンの実験を行う

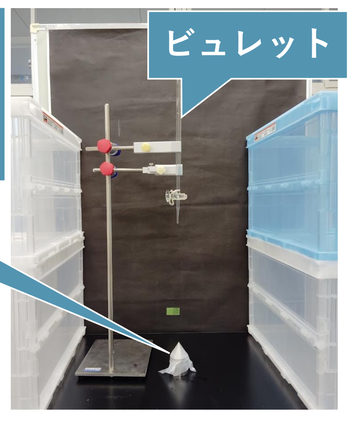
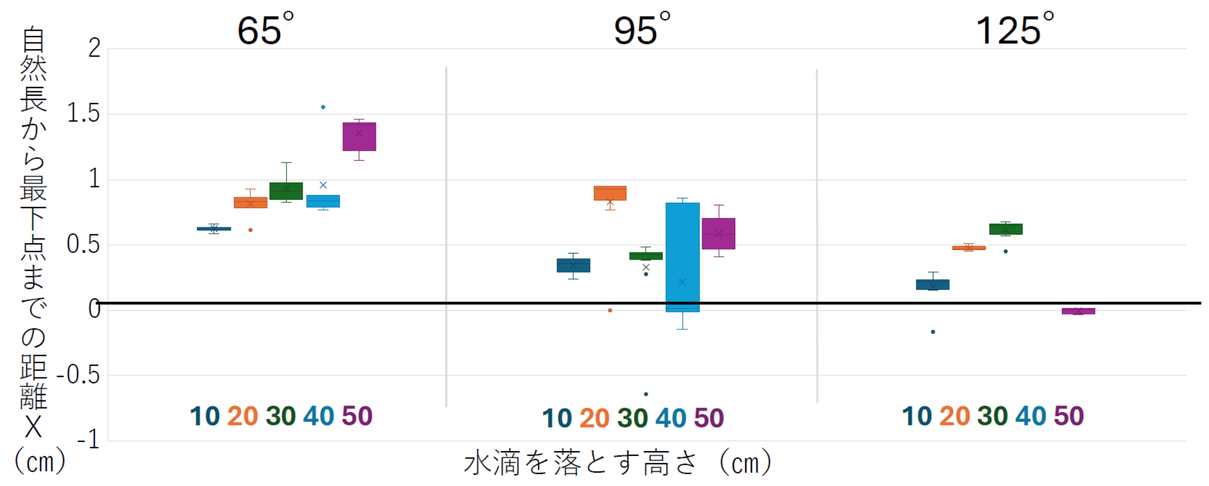


図4.実験装置

<u>実験結果</u>



考察・結論

ばね定数が存在する⇔液滴がばね的性質を持つ

▽頂角と落とす高さごとのばね定数の有無と値を表している(単位N/m)

ばね定数の存在	65°	95°	125°
10cm	0 ×	0 ×	0.01〇
20cm	0 ×	0 に近い	0.01〇
30cm	7 〇	0 に近い	0.02〇
40cm	7 〇	1.3〇	0.01〇
50cm	23〇	1.1〇	0.01〇

・〇のついた円錐頂角と落とす高さでは**<u>水はばね的性質を持っている</u>**といえる
・125°ではばね定数Kは一定だったが０に近い値だった

<u>伸縮幅Dが大きいほどばね定数Kは大きくなる</u>
しかし**<u>最下点が自然長よりも短い</u>**とき、ゴムおよび液体トーラスは弾性力をもたない。
65°においてばね定数が大きくなったのは、伸縮幅が最も大きかったからだと考えられる。
125°において伸縮幅が大きいにも関わらず、ばね定数Kが小さくなったのは、**<u>自然長よりも最下点における液体トーラスの長さが短く、ゴム的性質を示さなかったから</u>**だと考えられる

頂角125°では弾性力がはたらいていないにもかかわらず伸縮がおきた。このことから**<u>125°においてトーラスの上昇はばね的性質によるものではない</u>**と考えられる。本実験で用いた３つの円錐のなかで125°が最も平らに近くなっており上方向の反作用が最も大きくなる。

よって**<u>125°のときトーラスが円錐を登ったのは</u>**弾性力によるものではなく水滴が衝突したときの**<u>反作用によるものである</u>**。

今後の展望

流体の運動を流体力学で立式していきたい。
また本実験では液滴高度と円錐角度のみの比較だけだったので今後は液体の種類や円錐角度などを変化させ比較実験していき、その際には高性能なハイスピードカメラを使用したい。

謝辞

本研究を行うにあたり円錐を特注で作って下さった児玉鉄工所様、アイアン技工様にこの場をお借りして、深く御礼申し上げます

参考文献

1)American Physical Society , Droplets impaling on a cone , 2020
2)UNIVERSITY OF LEEDS , Dynamics of droplet impacting on a cone , 2021
3)愛媛県立松山南高等学校 , 水滴が水面から大きくはね返るとき、何が影響するのかー水滴の大きさと水面の形状に関する 考察ー2019