

水面上の物体間における吸引・反発について

兵庫県立加古川東高等学校 自然科学部物理班 表面張力チーム

問題提起

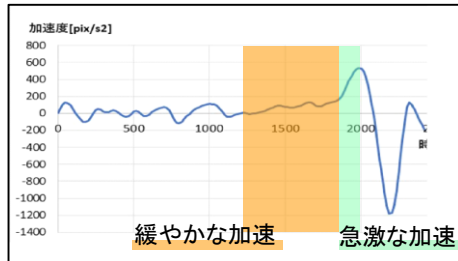
水面上の2つの1円玉はある距離以下に近づくと速度が増しお互いに吸引する



水面上の物体の吸引現象を加速度の解析結果から検討した

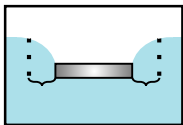
昨年の研究

実験で得られた a-t グラフの1例



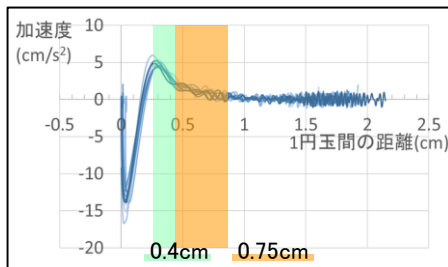
→ 2段階の加速をしている

2段階目の加速がはじまる点は遮蔽長ではないか



遮蔽長・・・物体による水面の窪みがある程度小さくなる地点までの距離 一般的に0.2cm程度²⁾

a-x グラフに変換する



まとめ

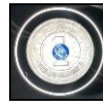
質量変化



水面形状は変化する
最大加速度も変化する
2段階加速が始まる点も変化する

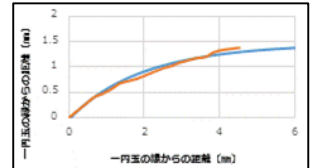
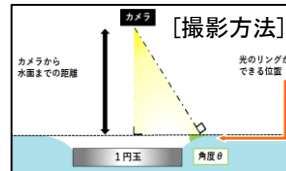
実験

①加速が2段階になる理由



光のリングの利用

力の向きを知るために水面形状に着目した



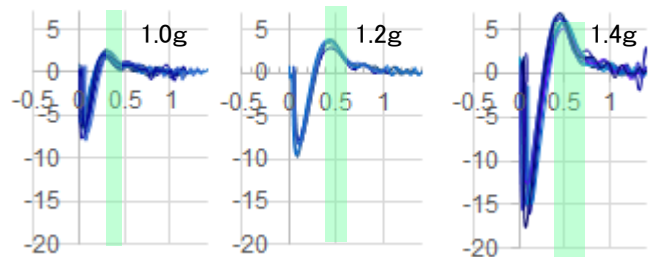
実際の水面形状... リングから求めた水面形状

光のリングから水面形状を可視化できる

②質量変更 3Dプリンタでモデルを作成した

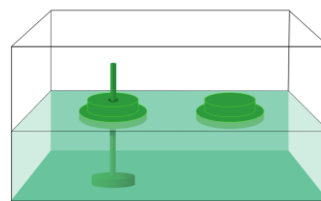
突起
1円玉と同じ高さ・底面積

突起の高さを変えることにより質量を変更した



仮説に反して、

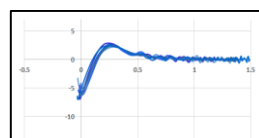
- ①質量が大きくなると最大加速度が大きくなる
- ②2段階加速の開始地点が早くなる



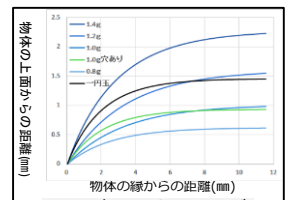
水面形状を精密に観測する

3Dモデルに小さい穴を開け
水槽底面に設置した
棒に通し固定する

固定したモデルのa-x グラフ



1円玉、通常のモデルの
グラフの形状と酷似している



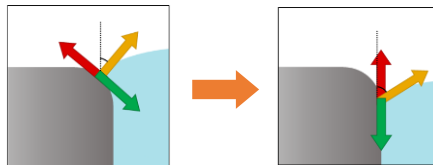
3Dモデルの光のリング

仮説

①2段階加速が存在する理由

水面が角を下るとき

水面が側面を下るとき



※1円玉端の拡大図

水面が側面を下るときは角を下るときに比べ、横方向にかかる界面張力が大きくなるのではないかと

②物体の質量を変えたらどうなるか？

質量を大きくすると、
運動方程式より加速度が小さくなる

参考文献

1. 佐々木恒考, 鈴木等, 濡れ手でアワ: 液体薄膜を隔てた固体界面の吸引・反発. 化学と教育, 39巻6号, pp.670-673, 1991
2. de Gennes, Brochard-Wyart, Quere, 著, 奥村剛訳, 表面張力の物理学. 吉岡書店, 2008
3. 永山昭, Peter A. Kralchevsky, 界面上の微粒子にはたらく普遍的2次元力. 日本物理学会誌, 54巻7号, pp.519-527, 1999
4. O. Velev, N. Denkov, et al., "Direct Measurement of Lateral Capillary Forces", Langmuir, Vol. 9, pp.3702-3709, 1993