

光ピンセット装置の開発

1 研究動機/問い/結論

研究動機

自由研究物理に入っているいろいろなテーマを紹介されたが、このテーマが面白そうだったから。

目的

高校の実験室のものを改造して光ピンセット装置を作成できるのか。

結論

レーザーを集光するレンズは特別なものを用意したが、それ以外は高校の実験室の物で作成することができた。この装置で、水中の小麦粉粒子を 2.0×10^{-9} Nの力でトラップすることに成功した。

2 光ピンセットとは

光ピンセットはレーザーを物体に照射した際に生ずる光の放射圧を用いて、細胞や粒子等をトラップする装置

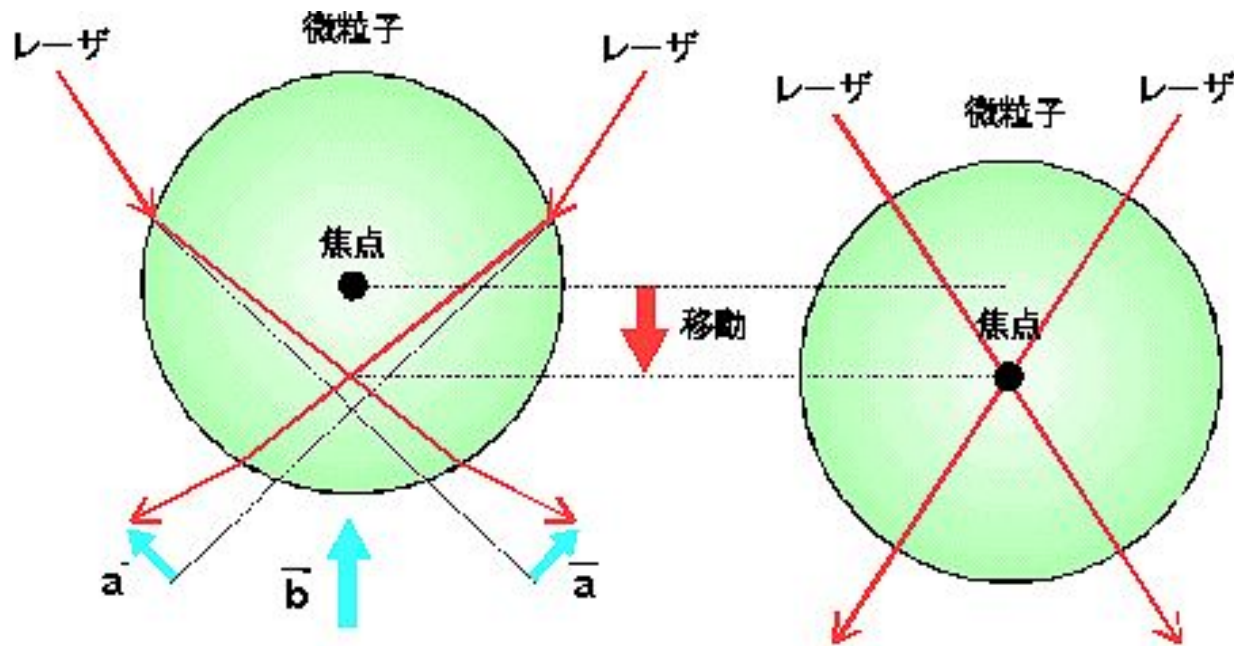


図1 光ピンセットの原理

3 実験装置について

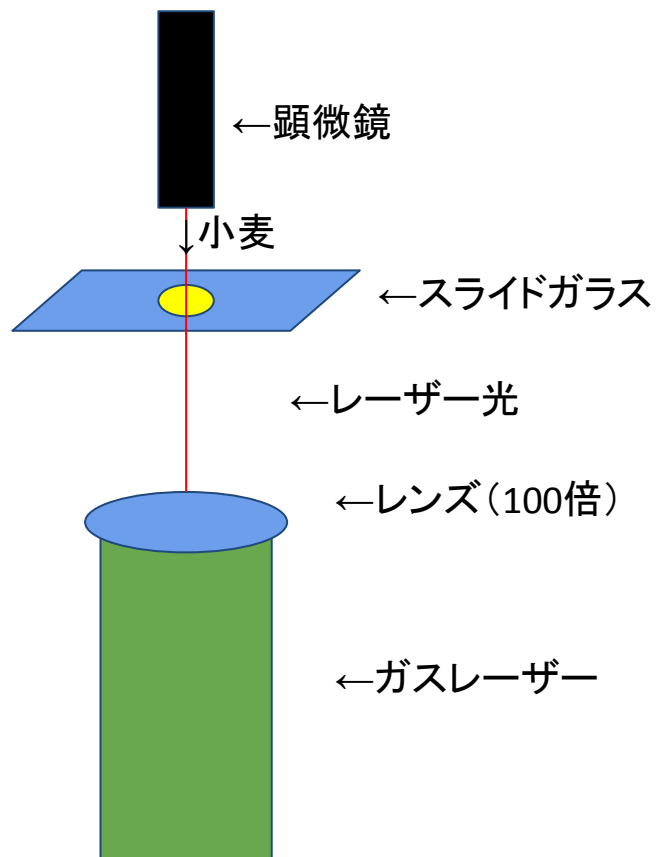


図2 実験装置の概要



図3 実際の実験装置



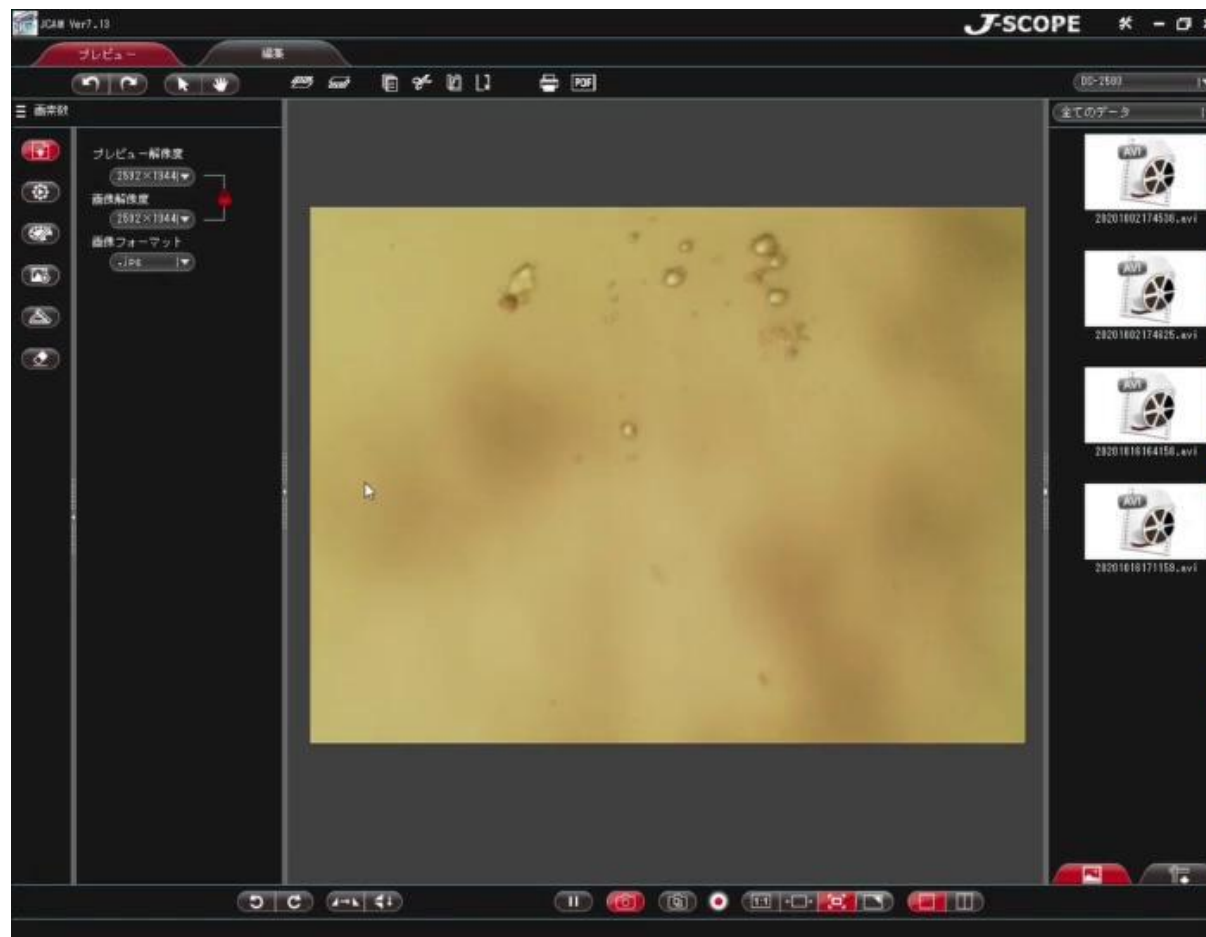
図4 使用したレンズ

4 実験方法

1. 実験装置の上のスライドガラスに極少量の小麦粉をのせ、水を数滴たらす。
2. レーザーの電源を入れ、カメラの位置とピントを合わせる。
3. レーザーやスライドガラスを動かし、トラップできているか調べる。

※下に沈んでいる小麦粉と表面の小麦粉があるが、表面に浮いている小麦粉にピントを合わせる。

5 結果1



動画1 普通の光の場合

結果:トラップはできなかった

6 結果2



動画2 倍率の低いレンズの場合

結果:トラップできなかった

7 結果3



動画3 倍率の高いレンズの場合

結果:トラップできた

8 力の計算

力の計算は、動画からトラップした粒子の速度をトラップしていない粒子との相対的な速度の変化の差を読み取り行った。

(速度-開始速度)÷時間＝加速度

$(0.044\text{m/s}-0.0\text{m/s})\div 1.36=0.032\text{m/s}^2$

$Ma=F$

$0.0000000084\text{kg}\times 0.032\text{m/s}^2=0.000000002688\text{N}\doteq 0.0000000027\text{N}=2.0\times 10^{-9}\text{N}$

坪井 泰之氏によると、光ピンセットのトラップする力の大きさは 10億分の1～100億分の1Nとされている。製作した光ピンセット装置の力は $2.0\times 10^{-9}\text{N}$ なので、光ピンセット装置を製作できたといえる。

9 まとめ

問い

高校の実験室のものを改造して光ピンセット装置を作成できるのか。

結論

レーザーを集光するレンズは特別なものを用意したが、それ以外は高校の実験室の物で作成することができた。この装置で、水中の小麦粉粒子を 2.0×10^{-9} Nの力でトラップすることに成功した。

10 参考文献

坪井泰 夢ナビトーク <https://talk.yumenavi.info/archives/1067>

中部大学工学部 光ピンセット (LOT:Laser Optical Tweezers) <https://www.elec.chubu.ac.jp/kuzuya-Lab/LMT-j.htm>