



〇はじめに (目的)

牛乳と精製水を混ぜたコロイド溶液に赤色レーザーを入射したときチンダル現象が起こる。その時の光の長さとコロイド溶液の濃度、コロイド粒子半径の関係を調べた。

〇光の長さの定義

目視で光の筋が確認できる範囲を光の長さとした。

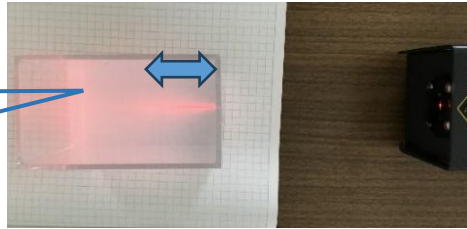


図1 実験の様子

〇実験① 牛乳の濃度と光の長さの関係

方法 牛乳入り精製水を調整→光の長さを測定

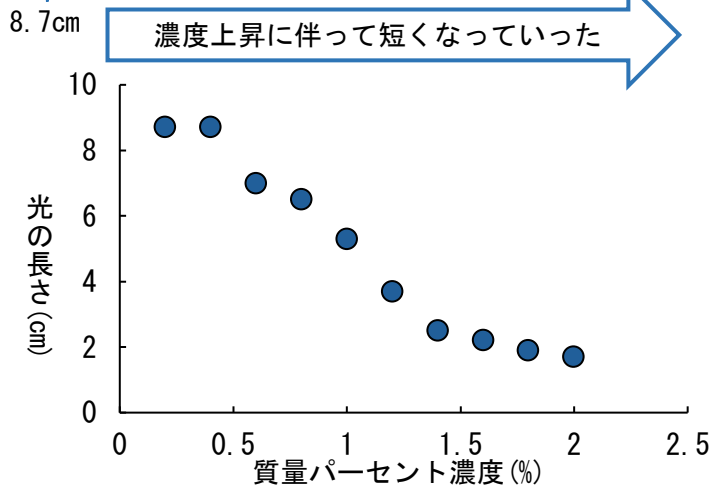
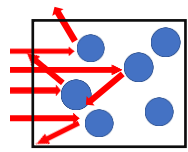
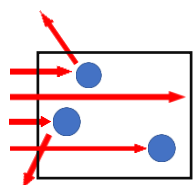


図2 濃度と光の関係

考察



光が最後まで届かない?

濃度が低いとき

濃度が高いとき

問題点 濃度を変えたときに、粒子自体の半径が変わってしまう可能性がある。

〇実験③ 粒子半径と光の長さの関係

方法 精製水に牛乳を質量パーセント濃度が0.2%から2.0%になるように入れたコロイド溶液を作った。粒子半径はアインシュタインストークスの式を用いて計算した。粘度は粘度計を用いて作動させてから5分後に測定した。

結果 粒子半径が71 nm、75 nmのとき光の長さが一番長くなった。

$$r = \frac{k_B T}{6\pi\eta D}$$

D [m²/s]: 拡散係数

k_B : ボルツマン定数

T [K]: 絶対温度

η [Pa·s]: 流体の粘性係数

r [m]: 粒子の半径

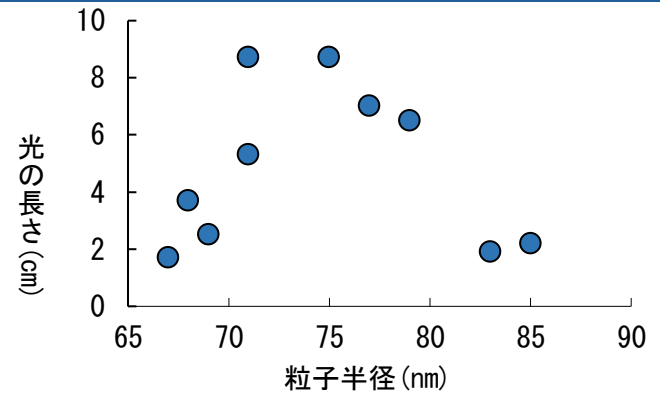
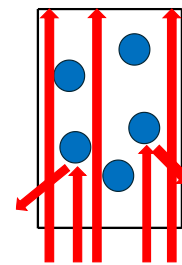
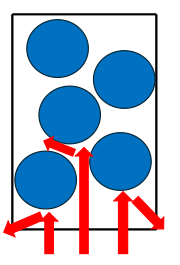
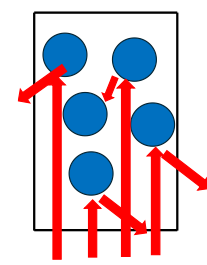


図4 粒子半径と光の関係

考察



粒子半径が小さい



粒子半径が大きい

〇実験② カオリンの濃度と光の長さの関係

方法 カオリンは、水に溶けても粒子半径が変わらない粘土鉱物である。精製水にカオリンを濃度が0.2 g/Lから2.0 g/Lになるように入れたコロイド溶液を作り、暗室で光の長さを測定した。

結果

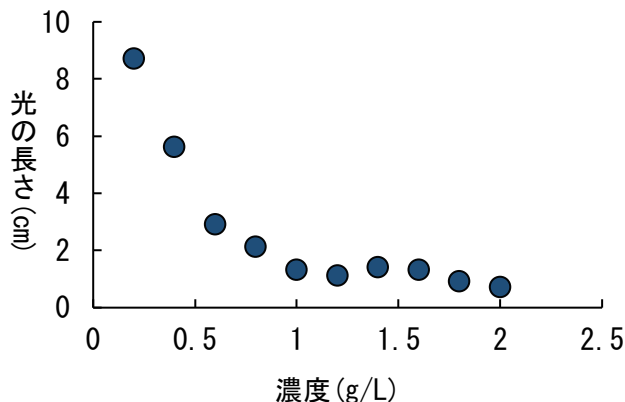


図3 カオリンの濃度と光の長さの関係

考察

実験①とほぼ同じような結果が得られたため、光の長さは粒子半径に依存しない。

疑問点 実験①の結果と完全に一致していない。

〇結論

チンダル現象における光の長さは、コロイド溶液の濃度と関係がある。コロイド溶液の濃度が低いと、見える光の長さは長くなり、濃度を高くするにつれて、短くなっていった。

光の長さを最大にするのに最適なコロイド粒子の半径が存在する。

〇今後の展望

①コロイド粒子の大きさを、より大きな範囲で変える。

→虹ビーズを用いる。

問題点 溶液中のすべての粒子サイズを統一させるのが難しい。

②光の波長を変える。

→緑レーザーを用いる。

問題点 目視で測定しているため人間が感じる光の明るさをそろえるのが難しい。

〇参考文献

本山楓真, 長尾伊真, 各務凌. "ペットボトルライトにおける濃度と照度の関係". 岡山県立倉敷天城高等学校普通科2年次生課題研究論文集. 令和5年, p. 13-14.