

停電しても明るい部屋を ～透明度から考える乱反射の最大化～

物理班:井上 蒼一朗 蔵橋 志成

Abstract

The purpose of this research is to find a way of making the brightest Plastic bottle lantern.
We could find that Turbidity is a valid index when we make the brightest Plastic bottle lantern.
As a result, we found that the Plastic bottle lantern is brightest when the turbidity is 20.

要約

本研究の目的は、いわゆる「ペットボトルランタン」を可能な限り最大限明るくすることを目指すことである。我々は溶液の濁度に着目した結果、濁度を約20にすることで、溶液の明るさを最大化できることがわかった。

1. はじめに

皆さんは、ペットボトルランタンをご存知だろうか？
スマートフォンや懐中電灯の上に水を入れたペットボトルを置くことで、周囲を明るく照らすことができる代物である。これを用いれば、災害時等に停電が発生した場合でも居住空間においての光源を確保できるだけでなく、災害被害に苦しむ人々の心にも安らぎをまるで灯火のようにもたらすことができるのである。本研究では、ペットボトル内の水に、物質を溶かすことで溶液の透明度を変え、ペットボトルランタンを最大限に明るくする方法を探る。

2. 研究手法

水を満杯に入れたペットボトルに様々な物質を溶かしてみる。それぞれの物質について、異なる質量、%濃度、濁度のものをランタンとして照らしたときの明るさを比較する。なお、明るさの測定には照度計を使用し、ペットボトルの上部に直接濁度計を当てることで測定する。この際、部屋の照度を事前に計測しておき、測定結果から差し引く。この実験における明るさとはペットボトルの上部に照度計を直接当てて計測された値のことを指す。本実験では、この手法で計測された照度を部屋の照度とみなして考える。なお計測の際、照度の単位としてルクスを用い、濁度の単位としてNTUを用いる。

《実験1》

食塩、砂糖、白色のポスターカラーを溶かして明るさを比較する。

- ①異なる%濃度の食塩水、砂糖水、異なる質量のポスターカラーを溶かした水溶液を作成する。
- ②高津高等学校の西館2階の階段の踊り場でそれぞれの照度を測定する。

《実験2》

実験1では、照度が最大となる値が求まらず、また基準となる濃度の単位が不一致であるという問題点から、次に濁度を基準として、明るさを比較する。

- ①牛乳、カルピス、ポスターカラーをそれぞれ水に溶かし、水溶液を作成して、濁度を10刻みに物質を溶かす。
- ②実験1と同様にそれぞれの照度を測定し、また、照度がどのように変化するかを調べる。その際、溶かした3つの物質に共通点があるかを調べる。

3. 結果

《実験1》

食塩、砂糖は常温の水では、溶解度から、溶ける質量に限りがあり、十分なデータを取れずグラフの形状が単調増加となり、照度が最大値となる%濃度はわからなかった。しかし、ポスターカラーの結果から、水溶液の透明度によって照度は山なりの変化をとり、図1のような概形のグラフとなるため、照度の値が最大値となる質量があると推測した。

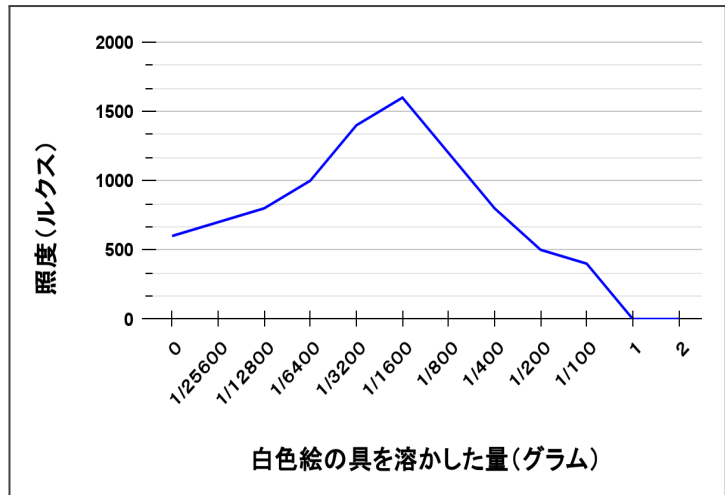


図1 絵の具を溶かした量と照度の関係

《実験2》

3つの物質を溶かしたそれぞれのグラフをみると、概ね形状が一致していることがわかるため照度は濁度によって決定されることがわかった。また最大値となる値がグラフをみると濁度20であるとわかるため、濁度によって照度の最大値が求められることが今回の実験を通してわかった。

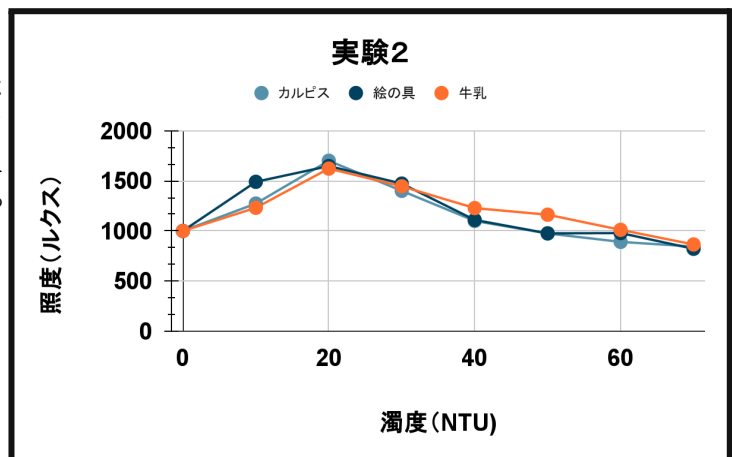


図2各物質ごとの、照度と濁度の関係性の推移

4. 考察

実験1の結果から、溶液の透明度によって照度は、参考文献の通り山なりの変化をとり、最大値が存在することが分かった。このようなグラフの概形になった理由は、溶液中の水分子に加えて、液体に溶けた溶質の粒子にも光が当たり乱反射することで、液体中の粒子が増えるにつれて徐々に照度が大きくなっていくからであると考えられる。その後、照度が小さくなっていくのは液体の透明度が低くなりすぎて通しにくくなってしまったからだと考えられる。また、実験2の結果から、3つの物質を溶かした際のグラフの形状が概ね一致しているため、照度の最大値の違いは、溶液に溶かす物質の違いではなく、濁度によって決まり、このときの最大値は濁度20で取ると考えられる。

5. 結論

実験2から濁度はペットボトルランタンの明るさを決める基準として有効であり、濁度20のとき最も明るいという結果になった。今後濁度を測定する間隔を狭めていくことで、関数に近似させることができ、より精密な最大値が求められることに期待する。

6. 参考文献ならびに参考Webページ

”きっかけはコナン」災害時に役立つ「ペットボトル即席ランタン」を高校生が研究”
高校生新聞oNLine.

<https://www.koukouseishinbun.jp/articles/-/10043>. 2024年7月3日閲覧

”塩化ナトリウムおよび塩化カリウム水溶液の分光透過率および全透過率”

金山公夫 馬場弘 遠藤登 根本勉

https://www.istage.ist.go.jp/article/kikaib1979/63/606/63_606_688/article/-char/ja/.2024年7月3日閲覧

“厚さに依存しない半透明物体の透過率計測に関する検討”

村松裕渡 日浦慎作

https://ipsi.ixsq.nii.ac.jp/ei/?action=repository_uri&item_id=211130. 2024年7月3日閲覧