JS1-08+

# 液晶で温度計は作れるか？

田園調布学園高等部　1 年　久保凛乃

## はじめに

身近な多糖類(セルロース)の一つが液晶状態で温度変化によって色が変わることがあると知り、その性質を利用して温度計を作れないかと考え、この研究を行った。

今回の液晶実験には食品や医薬品の添加物に利用されているヒドロキシプロピルセルロース(HPC)を用いた。この物質は決まった濃度の範囲で液晶を作ることができる。HPC が高濃度で水に溶けるとコレステリック液晶という螺旋状の分子配列を取る。この分子配列の長さによって反射される光の波長が変化し、色が変わって見える。その時の螺旋の周期は濃度や温度によって変化する。今回 HPC を用いていろいろな濃度の液晶の作成し、気温と水温の変化による色の変化と光の当たり方による色の見え方の違いについて調べ温度計を試作した。

## 方法

材料：HPC、精製水、デジタル温度計、サンプル瓶、黒画用紙、薬さじ、注射筒、フライパン、はかり。

方法：

実験 1：HPC を 2g ずつ秤量し添加する水量 0.9ml、1.0ml、1.1ml、1.2ml、1.3ml をそれぞれ加えた。その後 10 分程薬さじで均一になるようによく混ぜ次の方法で観察した。

①サンプル瓶を 40℃まで温めたお湯が入ったフライパンの中に入れ、そこからフライパンの中のお湯の温度を 30℃ほどまで常温で下げていきそこからは氷を溶かし温度を下げていった。40℃から 10℃まで 5℃おきに色を観察した。(表 1)

②サンプル瓶を冷蔵庫に入れて十分冷し、その後冷蔵庫から取り出し室温で色の変化をタイムラプスで動画として撮影した。(結果は省略)

実験 2：サンプル瓶を光の当たる方向を変えて観察した。(表 2)

## 結果

**【表 1】**温度変化による色の変化

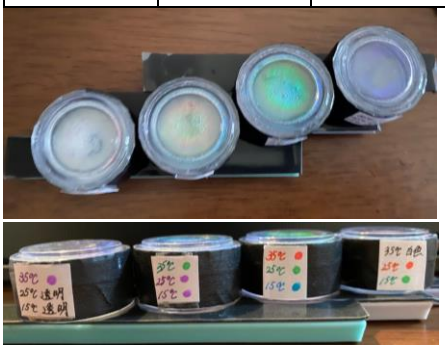
| 水の量(ml) | HPC(g)[重量] | 40℃ | 35℃ | 30℃ | 25℃ | 20℃ | 15℃ | 10℃ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.9 | 2[69%] | 青 | 紫 | 紫 | 無色透明 | 無色透明 | 無色透明 | 無色透明 |
| 1 | 2[67%] | 緑 | 緑 | 青紫 | 紫 | 紫 | 紫 | 無色透明 |
| 1.1 | 2[65%] | 赤 | 赤 | 赤緑 | 緑 | 緑 | 青 | 紫 |
| 1.2 | 2[63%] | 白色 | 白色 | 赤 | 赤 | 緑 | 緑 | 緑 |
| 1.3 | 2[61%] | 白色 | 白色 | 白色 | 白色 | 赤 | 赤 | 赤 |

実験 1 から、コレステリック液晶の反射光の変化はおおよそ液晶の色の白から赤、緑、青、紫、そして無色透明と変わっていくのがわかった。そして、その色の変化は HPC の濃度により温度域をもって変わることもわかった。これにより、温度計を作るときは自分が知りたい温度域に応じた濃度に変えなければならないと思った。室温（25℃前後）を測るときは、1 濃度での判別は難しく、違う濃度のものを何本か用意する必要がある。夏の室温（25℃～30℃前後）と冬の室温（20℃前後～25℃）では色の違いがはっきりとわかった。

実験 2 の結果から光が当たる方向が違うと色も変化してしまう事があるため温度計にするときは光が当たる方向を一つにする必要がある。

**【表 2】**光を当てる方向を変化させたときの色の変化

| 水の量(ml) | HPC(g)[重量] | 前方 | 後方 |
|---|---|---|---|
| 0.9 | 2[69%] | 紫 | 黄 |
| 1 | 2[67%] | 緑 | 赤 |
| 1.1 | 2[65%] | 赤 | 白色 |
| 1.2 | 2[63%] | 白色 | 白色 |
| 1.3 | 2[61%] | 白色 | 白色 |



**【図 1】**試作した温度計

**【表 3】**試作した温度計の色と温度の関係と実測結果

| | 63% | 65% | 67% | 69% |
|---|---|---|---|---|
| 35℃ | 白色 | 赤 | 緑 | 紫 |
| 25℃ | 赤 | 緑 | 紫 | 透明 |
| 15℃ | 緑 | 青 | 紫 | 透明 |
| 観察した色 | 赤 | 赤緑 | 青緑 | 紫 |

図 1 の右から 63%、65%、67%、69%の濃度の液晶を透明のケースに入れ黒いマグネットに両面テープで貼り付けた。実験 1 より、複数の濃度の液晶を用いることによって温度を正確に判断できるようにした。また、実験 2 より他の方向からの光が入らないようにケースの周りは黒色のテープで囲った。ケース横に色と温度の関係がわかるようにした。表 3 の観測結果から 28℃と推測した。実測は 25℃であった。

## 考察

今回の計測では 1℃レベルでの判別が難しく正確な温度計としては難しいように思えた。しかし、夏と冬の温度の違いがあり、色合いの美しさから季節感を感じるインテリア的な温度計は出来そうだと感じた。水を通すとさらに発色が綺麗になることや光の当たり方などを工夫していくことも必要だ。ただし、約 5 ヶ月経つと蒸発してしまい色が曖昧になるため乾燥を防ぐための工夫も必要と思われた。

## おわりに

HPC の液晶は温度(4℃ー40℃)に応じて色が変化することが確認できたが目で色をみて正確な温度を測定するのは難しいと感じた。1℃おきでの色の反応を変化させる方法があるか調べてみたい。今回の実験を通してコレステリック液晶の色の変化に興味が湧き均一な液晶が作成できるか、液晶を水以外の溶液で作成したらどうなるかを検討したい。

**参考文献**

国立大学 56 工学系学部長会議、2017 年 9 月 8 日：自然の中の液晶を研究しよう、https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/170908.php(2020 年 8 月 26 日)