

企画名:ふるふる変色!～色変化で見る酸化還元～

1. 企画趣旨

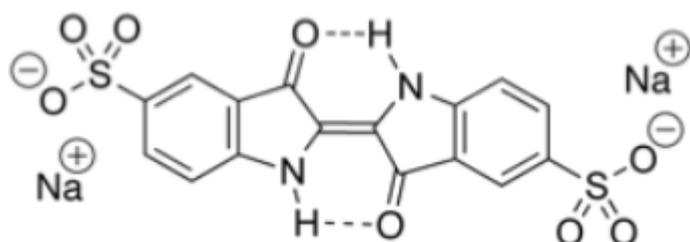
インジゴカルミンの pH 変化による構造変化,酸化還元反応そして,反応速度の温度依存性について,色変化を通して学んでもらう。

2. 実験原理

2.1. pH 変化による色変化

インジゴカルミンは中性の水溶液中にて、以下の図 1 のような構造をとっている。

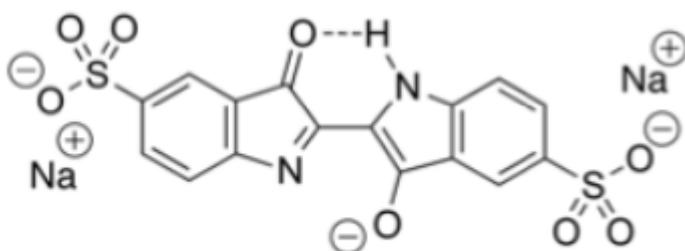
図 1 インジゴカルミン酸化型中性



この構造においてインジゴカーミンはその π 共役系により赤色光である 610nm 付近に吸光極大をもつ。そのため人が見たとき、補色の青が見える。

一方塩基性溶液中にて、以下の図 2 のような構造をとっている。

図 2 インジゴカルミン酸化型塩基性



この構造では π 共役系の状態が異なり 450nm に吸収極大をもつ。色は黄緑色を呈す。

2.2. 酸化還元による色変化

インジゴカルミンの酸化型は図 2 のような構造をとっているが、これはグルコースによって還元を受ける。グルコースが酸化を受けるときにプロトンと電子を受け取り、図 3 のような中間体を経由して図 4 のような還元型をとる。

図 3 インジゴカルミン中間体

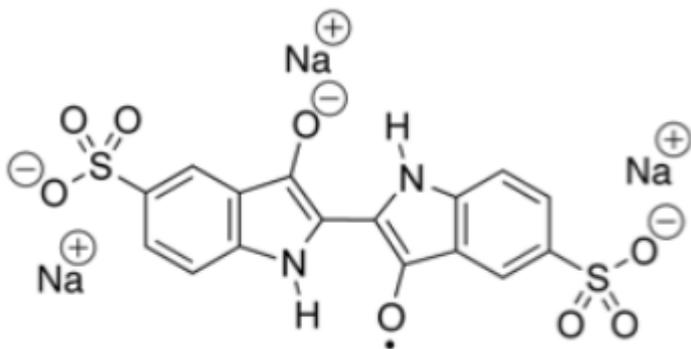
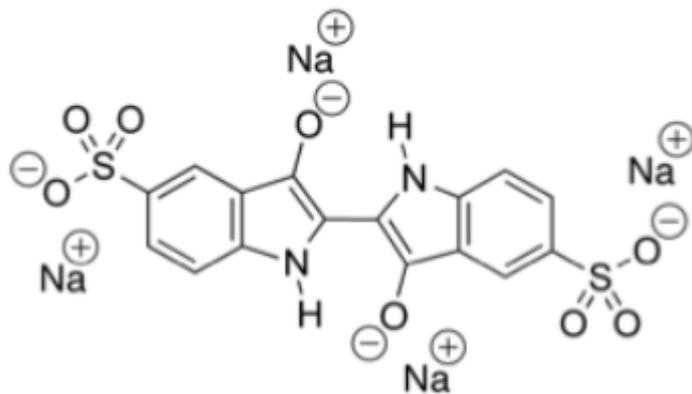


図 4 インジゴカルミン還元型



このときの π 共役系の状態が変化することにより吸光する光が変化するため、色が変わる。

2.3. 反応の温度依存性

多くの化学反応は温度依存性を持ち、反応速度定数 k は次のアレニウス式に従う。

$$k = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$$

このとき A は温度に無関係な頻度因子という定数、 E_a は活性化エネルギー、 R は気体定数、 T は絶対温度である。このアレニウス式を見てわかる通り反応速度は温度の増加に関して指数関数的な増大を見せる。この理論により、今回の実験では反応の温度を変えると反応が完遂するまでの時間が大きく減少した。

3. 使用器具・装置・試薬

水道水

実験眼鏡 学生私物

500ml ペットボトル 学生私物

ポリ手袋(川西工業 2016-S [ポリエチレン手袋カタエンボス 100 枚入])購入

ガラスビーカー(約 50ml が量りとれるもの)研究室貸与

プラスチックシリンジ(1ml が量りとれるもの,スポイトでも可) スポイト購入 シリンジ私物

インジゴカルミン水溶液(蒸留水 100mL につきインジゴカーミン 0.2g) 研究室貸与

NaOHaq(5mol/L 20%水溶液)研究室貸与

駒込ピペット(6ml が量りとれるもの)研究室貸与

電子天秤 研究室貸与

D-グルコース 購入

ホットスターラー 研究室貸与

湯槽 研究室貸与

廃液タンク 研究室貸与

4. 実験操作

事前準備

1. 実験前日に NaOHaq を調製する。100mL あたり 20g でメスアップする。作成量は要相談。なお、300 人回分で 1.8L。500 人回分で 3L である。
2. 実験前日にインジゴカルミン水溶液を調製する。蒸留水 100ml あたりインジゴカルミン 0.2g でメスアップする。作成量は要相談。なお、300 回分で 300ml。500 回分で 500ml。
3. 実験当日に湯浴をセットする。ホットスターラーの上に十分な量の水を入れ、ホットスターラーで温める。40~60℃程度でよい。

現地操作

1. **実験眼鏡を来場者に装着させる。(重要)*¹**
2. **ポリ手袋を来場者の両手に装着させる。(重要)*¹**
3. **ポリ手袋をつけたまま顔や目、人を触らないよう厳重に注意する(重要)*¹**
4. 来場者に水 50ml をビーカーで量りとりせ 500ml ペットボトルに入れさせる。
5. 来場者にグルコースを約 2g 量りとりせ、500ml ペットボトルに入れさせる。直後にペットボトルを軽く振らせ、グルコースを溶かす。
6. 来場者にインジゴカルミン溶液 1ml をプラスチックシリンジで量りとりせ、500ml ペットボトルに入れる。このとき、色を確認しておいてもらう(青)。
7. **学生*²**が NaOHaq を駒込ピペットで約 6ml 量りとり、500ml ペットボトルに入れ、**学生が蓋をしつかりと閉め**、軽く振り混ぜる。このとき、色変化を確認しておいてもらう(青→緑)
8. 静置してしばらくすると色が変わるのでその色変化を見ておいてもらう。(緑→赤→黄)

9. 完全に黄色になった後、来場者にペットボトルを空気が混ざるように激しく振らせ、色が変化したら静置させる。そしてもう一度色変化を見てもらう(黄→(振る)→緑→(静置)→赤→黄)。
10. 1,2回振って静置する操作を行わせた後、学生が500mlペットボトルを湯浴に入れしばらく加熱した後、もう一度振って静置する操作を行ってもらい、静置時の色変化の速さを感じてもらう。
11. 実験終了。
12. 来場者に手袋を外してもらう。(順番を入れ替えない)*3
13. 来場者に実験眼鏡を外してもらう。(順番を入れ替えない)*3
14. 来場者に手洗い場で十分に手を洗うよう指示する。(重要)*1
15. **学生が**ペットボトル内の液体は廃液タンクに捨て、極少量の水をペットボトルに入れ、振り洗い、廃液タンクに捨てる。今回の実験は、ペットボトルがそこまできれいである必要はないため廃液量が多くならないよう洗いすぎに注意する。*4
16. ペットボトル外側にNaOHの付着があるよう感じられる場合は、ペットボトルのフタをしっかりと閉めて、外側のみ軽く水で流す。
17. その他器具は洗わず、使いまわす。

5. 注意事項

実験に関する注意項目

- *1 今回の実験ではそこそこの濃度のNaOHを用いる。よって、皮膚につくと危険であり、目に入ると失明の可能性もある。安全性を考慮して、実験眼鏡とポリ手袋は必須であり、**顔や目を触らないように厳重に注意する必要がある。**
- *2 今回用いるNaOHaqは5M,20%とかなりの濃度である。万が一にも体にかかってしまうと大惨事なので、**必ず学生がこの操作を行う。**
- *3 手袋をした状態で実験眼鏡に触れると、実験眼鏡、最悪顔や目にNaOHが付着してしまう可能性がある。よって、実験眼鏡を外すのは必ず手袋を外した後にしてもらう。
- *4 廃液は強塩基のため、必ず廃液タンクに捨てる。また、今回の実験は定性実験のため、神経質に洗う必要はない。むしろ廃液量が多いと廃液タンクにおさまらない可能性が出てくるため、少量の水で軽く洗うだけでよい。

その他注意項目

1. プラボトルに入った5MのNaOHは危険なため、使用したら**その都度必ずふたを閉める**。また、**プラボトル及び駒込ピペットは絶対に来場者に触らせないように注意を払っておく**。
2. 湯浴がのせてある**ホットスターラーのプレート部分**は高温になっており、やけどの危険性がある。来場者が**触れないように目を光らせておく**。
3. おそらく、その日の最後のシフトの人が廃液を捨てに行くことになる。なお、廃液量がタンクの三割にも満たない場合は捨てなくてよい。
4. 水道水は適宜手洗い場から取水して、ある程度の量をペットボトル等にためておく。

6. 参考文献

<http://repository.aichi-edu.ac.jp/dspace/bitstream/10424/6474/1/kenshi653745.pdf>

(2016/05/22 閲覧)