

インジゴカルミンの色変化

宮城県仙台第三高等学校

インジゴカルミン (インジゴ-5,5'-ジスルホン酸二ナトリウム塩) は、青色の合成着色料でインジゴイド系の食用タール色素に分類される。食品衛生法では“青色2号”という食品添加物に指定されており、菓子(和菓子、焼菓子、あん類)、冷菓などの食品にも利用されている。ブリリアントブルーFCF(青色1号)とともに入浴剤の着色成分としても用いられているが、両者は構造の全く異なる化合物である。また、色素内視鏡検査など医療の分野2においても用いられる物質である。後述のように、インジゴカルミン1a は水に溶かすと青色(アルカリ性水溶液中では緑色)を呈するが、還元されると黄色のロイコ体となる。そのため、酸化還元反応の指示薬としても用いられている。また、インジゴカルミンが酸化還元を繰り返す反応を信号反応というのがある。

そこで私達はpHを変化させることでインジゴカルミン色の変化を具体的に調べることにした。私たちはpHを変えることでインジゴカルミンの新しい色をみつけることができると予想し研究を進めたが、新しい色は見つけられなかった。しかし、信号反応の際の還元剤として入れるグルコースと還元が終わるまでにかかる時間には相関関係があることがわかった。

1 背景

参考文献より信号反応とは、インジゴカルミンが空气中の酸素に酸化されることで色が黄色、赤、緑と変化し、グルコースの還元作用によって還元され緑、赤、黄色と色がもとに戻る反応である。わたしたちはpHやグルコースの条件を変えていき、色の変化を具体的に調べることにした。



図1 信号反応

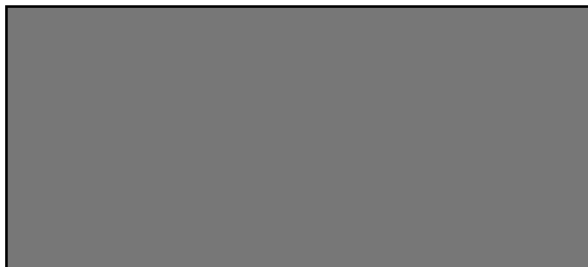


図2 ゲーミング反応

2 材料と方法

材料 水酸化ナトリウム1.6g インジゴカルミン0.05g
グルコース 水(精製水)66ml

[実験1]グルコースのいれる量を少しずつ変えて色の変化を調べる。

- 1 水10mlにインジゴ0.05gを溶かす
- 2 水40mlに水酸化ナトリウム1.6gを溶かす
- 3 水10mlに水酸化ナトリウム水溶液1mlをいれる
- 4 水酸化ナトリウム水溶液10mlにインジゴ水溶液10滴をいれる
- 5 グルコース0.01g 0.02g 0.03g 0.04gをそれぞれ手順4の溶液にいれる

[実験2]グルコースを入れてからの無駄な時間をなくすためにインジゴ溶液を入れてからのグルコースを入れるまでのすべての動作を同時に行った。

- 1 コニカルビーカーにグルコース0.01g～0.04gをそれぞれ入れる
- 2 それぞれに水10ml、インジゴ水溶液10滴 水酸化ナトリウム水溶液1mlを同時に入れる

[実験3]水酸化ナトリウムによってpHを変えて色の変化を調べる。

- 1 実験1の1、2、4と同じ
- 2 グルコース0.03gを入れる
- 3 水酸化ナトリウム水溶液をそれぞれ2(pH13.2)、0.1(pH12)、0.01(pH11)mlを入れる

3 結果と考察

[実験1]

反応にかかる時間は異なったが、最終的には同じ色が見られた。しかし、信号反応の3色の変化は確認できなかった。

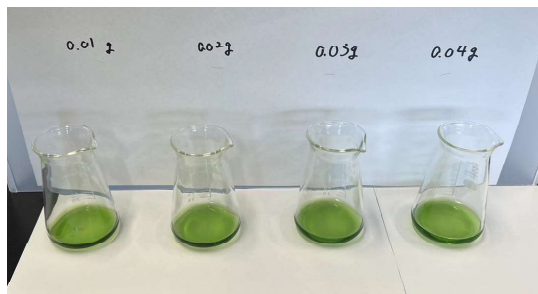


図3 反応前

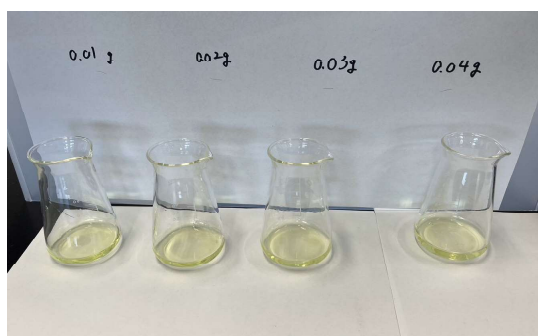


図4 反応後

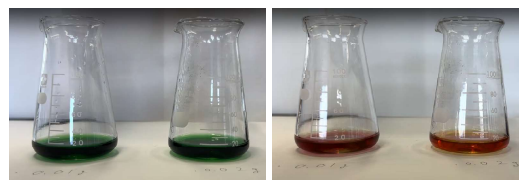
この実験で信号反応が見られなかったのは水酸化ナトリウム水溶液にインジゴ溶液を入れてから、グルコースを入れるまでの時間が空いたことで別の反応が起こったからだと考えられる。

[実験2]

信号反応の三色の変化がきれいに見られた上に、色が変わるときに模様を観察できた。また、それぞれの反応にかかった時間に差が見られたが変化する色自体には変化が見られなかった。



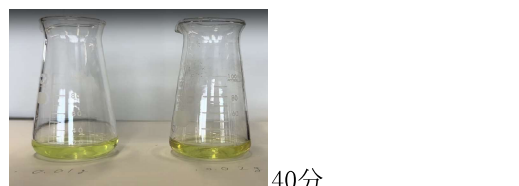
図5 見られた模様



0分 10分

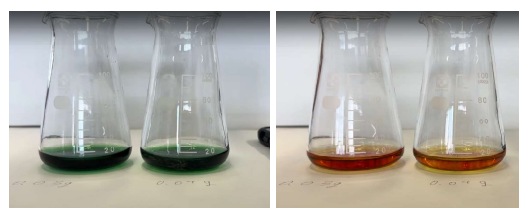


20分 30分



40分

図6 グルコース0.01g(左)と0.02g(右)



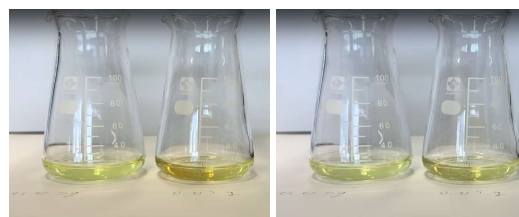
0分 10分



20分 30分



40分 50分



60分 70分

図7 グルコース0.03g(左)と0.04g(右)

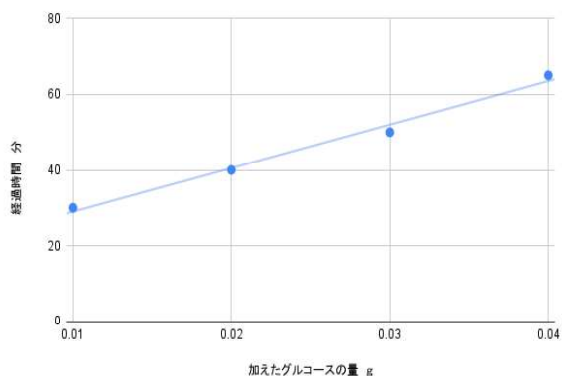


図8 色が変化しきるまでの時間とグルコースの量との関係

図8よりグルコースの量が多いほど還元しきる時間が短くなる

[実験3]

信号反応もゲーミング反応もみられなかった。

pH13.2の溶液では実験1と同じような反応が起こり、残りの2つは変化しなかった。

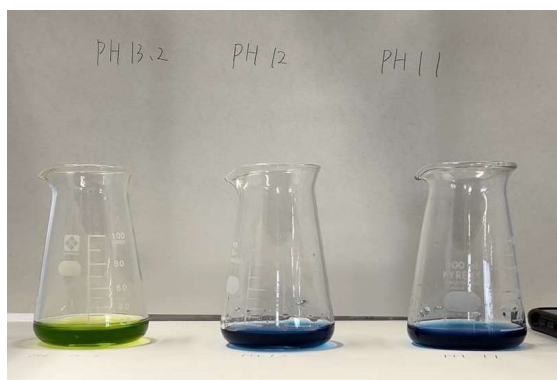


図9 反応前

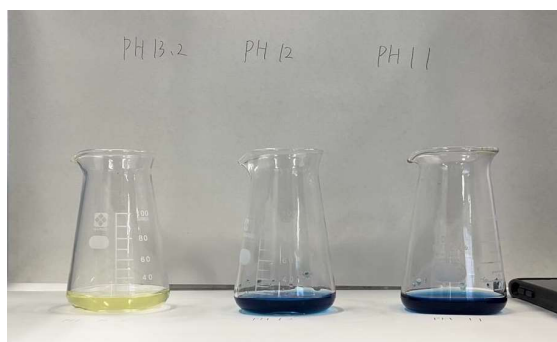


図10 反応後

結果より、色の変化が起きるにはpH以外の条件も必要だと考えた。

また、pH11で実験を繰り返したところずっと青色のままだったため、pH11では色変化が起きないと考えられる。

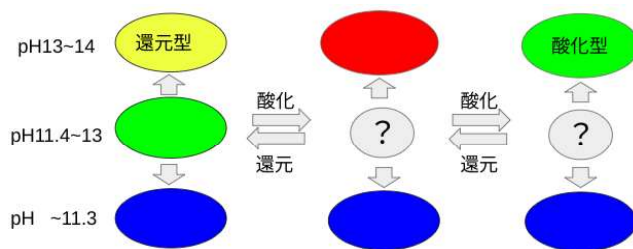


図11 インジゴカルミンの色の变化

4 今後の展望

pH11.4~13の色変化、模様が発生した原因について調べる。

5 参考文献

- 1)リケラボ「信号反応を進化させてみた！ ヘルドクタークラレの1万円実験室」 2022年
- 2)J-GLOBAL 科学技術総合リンクセンター 「インジゴカルミン 化学物質情報」
- 3)愛媛県立松山西中等教育学校「インジゴ カルミンの信号反応の研究」2014年
- 4)横浜国立大学「インジゴカルミンを用いた交通信号反応」2018年
- 5)奈良県立奈良北高等学校 科学部 化学班 「信号反応とゲーミング反応の比較」2019 年