



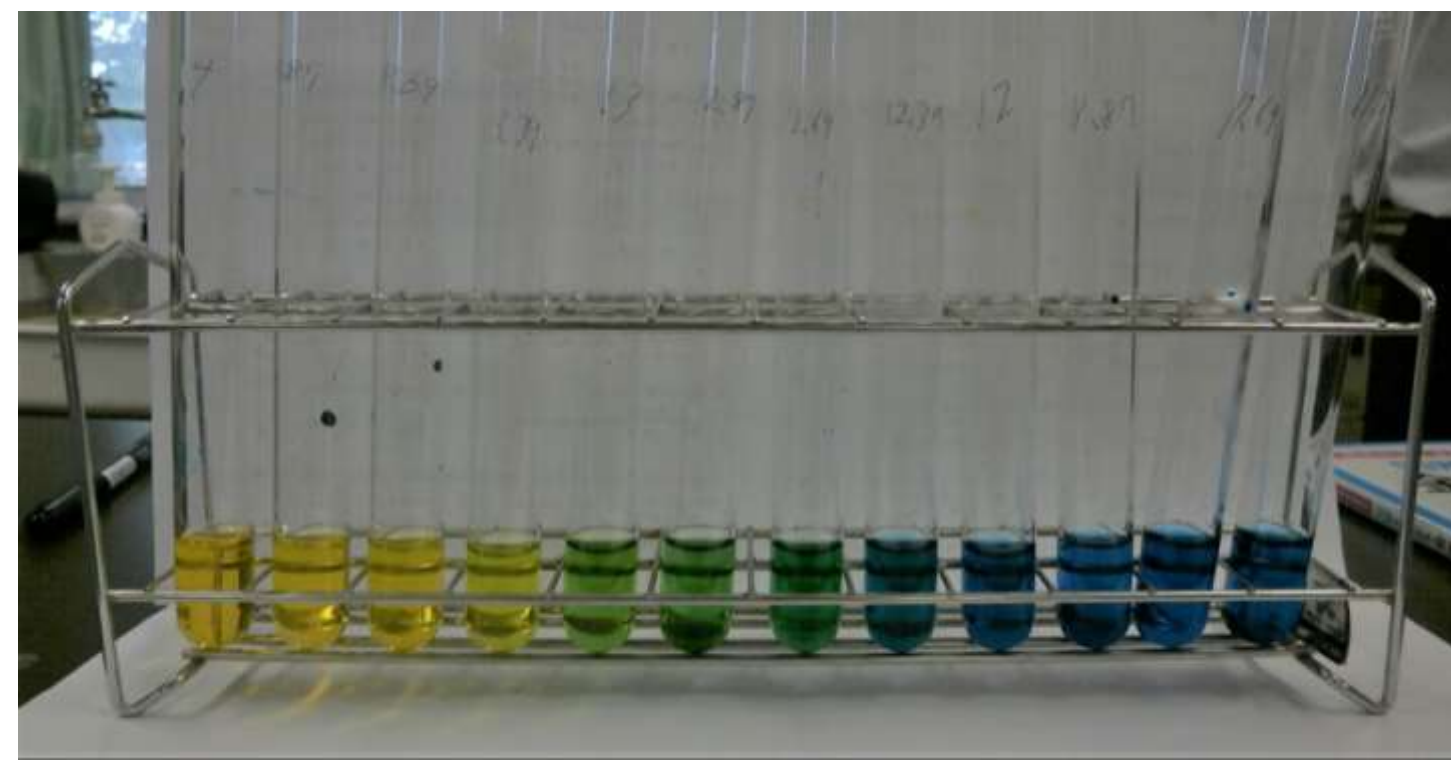
# 信号反応とゲーミング反応の比較

奈良県立奈良北高等学校 科学部2年 森村亮太 山崎暖己

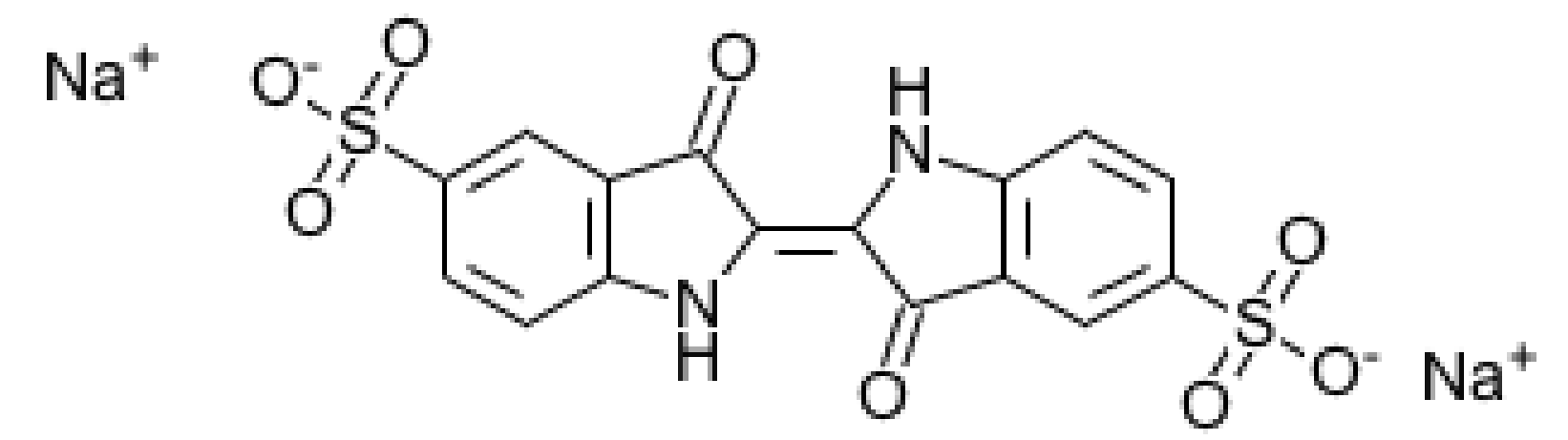
## 初めに

信号反応(S)・・・塩基性条件下で変色するインジゴカルミン(IC) (図1) (図2)という青色色素を用いた反応  
水80mL+NaOH 0.8g + グルコース(Glu) 1.2g + 1%IC 1mL (図3)

ゲーミング反応(G)・・・信号反応に加えるNaOH濃度を小さくすると反応に変化(参考文献(1))  
水80mL+NaOH 0.2g + グルコース(Glu) 1.2g + 1%IC 1mL (図4)

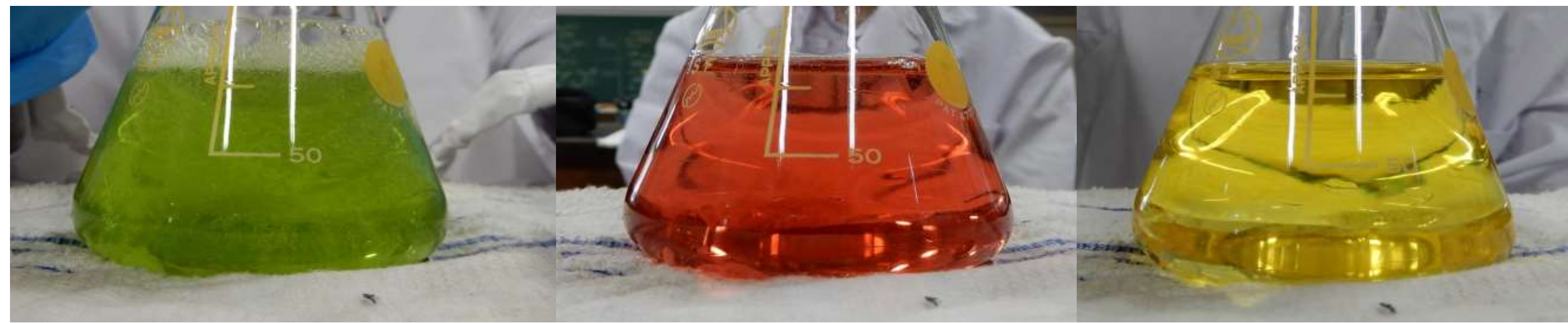


(図1) pHによるインジゴカルミンの変色



(図2) インジゴカルミンの構造式

目的：信号反応(S)とゲーミング反応(G)の違いを調べる。



(図3) 信号反応の変色の様子 NaOH濃度 0.25mol/L



(図4) ゲーミング反応の変色の様子 NaOH濃度 0.094mol/L

## 実験1 NaOH濃度による変化

<仮説> pH13.39とpH13の間に2つの反応の境界があるのではないかと。

pH	13.39	13	12.87	12.69	12.39
ICの変色	黄色	緑色	緑色	青色	青色

(表1) 塩基性条件下でのICの変色

<方法> NaOH 0.8~0.1g (0.1g刻み), 反応温度: 40°C

<結果> (表2)の通りである。

NaOH(g)	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
NaOH濃度 (mol/L)	0.25	0.22	0.19	0.16	0.14	0.094	0.063	0.031
pH	13.4	13.34	13.28	13.2	13.1	12.98	12.8	12.5
反応	S	S	S ? G ?	S ? G ?	S ? G ?	G	G	G

(表2) 実験1の結果



(図4) SともGとも言えない反応

## 実験4 他の還元剤を用いる

<仮説> Gluが2つの反応で還元剤としてのみ関わっているのであれば、他の還元剤を用いても反応が起こるのではないかと。

<方法> Glu 1.2gの代わりに、次の6種類の還元剤を用いる。

- ①フルクトース 1.2g      ②マルトース 2.3g
- ③チオ硫酸ナトリウム 3.3g      ④シュウ酸 0.84g
- ⑤ホルマリン 0.5mL      ⑥アセトアルデヒド 0.5mL

<結果> (表4)の通りである。

還元剤	①	②	③	④	⑤	⑥
S	○	○	×	×	×	×
G	○	○	×	×	×	×

(表4) 実験4の結果

## 実験2 反応中のpHの変化

<仮説> 反応中にOH<sup>-</sup>濃度が大きく減少するのではないかと。 <結果> あまり変化しない。0.1程度の低下

<方法> 反応中のpHをpHメーターで測定する。

## 実験3 反応温度とグルコース濃度による変化

<仮説> 冷却しグルコース量を減らせばゲーミング反応の速度を遅くでき、反応がより詳細に観察できるのではないかと。

<方法> 反応温度: 40°C, 常温(25°C), 氷冷(5°C)  
Glu量: 1.2g, 0.6g, 0.3g, 0.15gに変化させて、ゲーミング反応を観察する。

<結果> (表3)の通りである。

温度	Glu(g)	反応	温度	Glu(g)	反応	温度	Glu(g)	反応
40°C	1.2	G	25°C	1.2	G	5°C	1.2	G
40°C	0.6	G	25°C	0.6	?	5°C	0.6	?
40°C	0.3	G	25°C	0.3	?	5°C	0.3	S
40°C	0.15	G	25°C	0.15	S	5°C	0.15	S

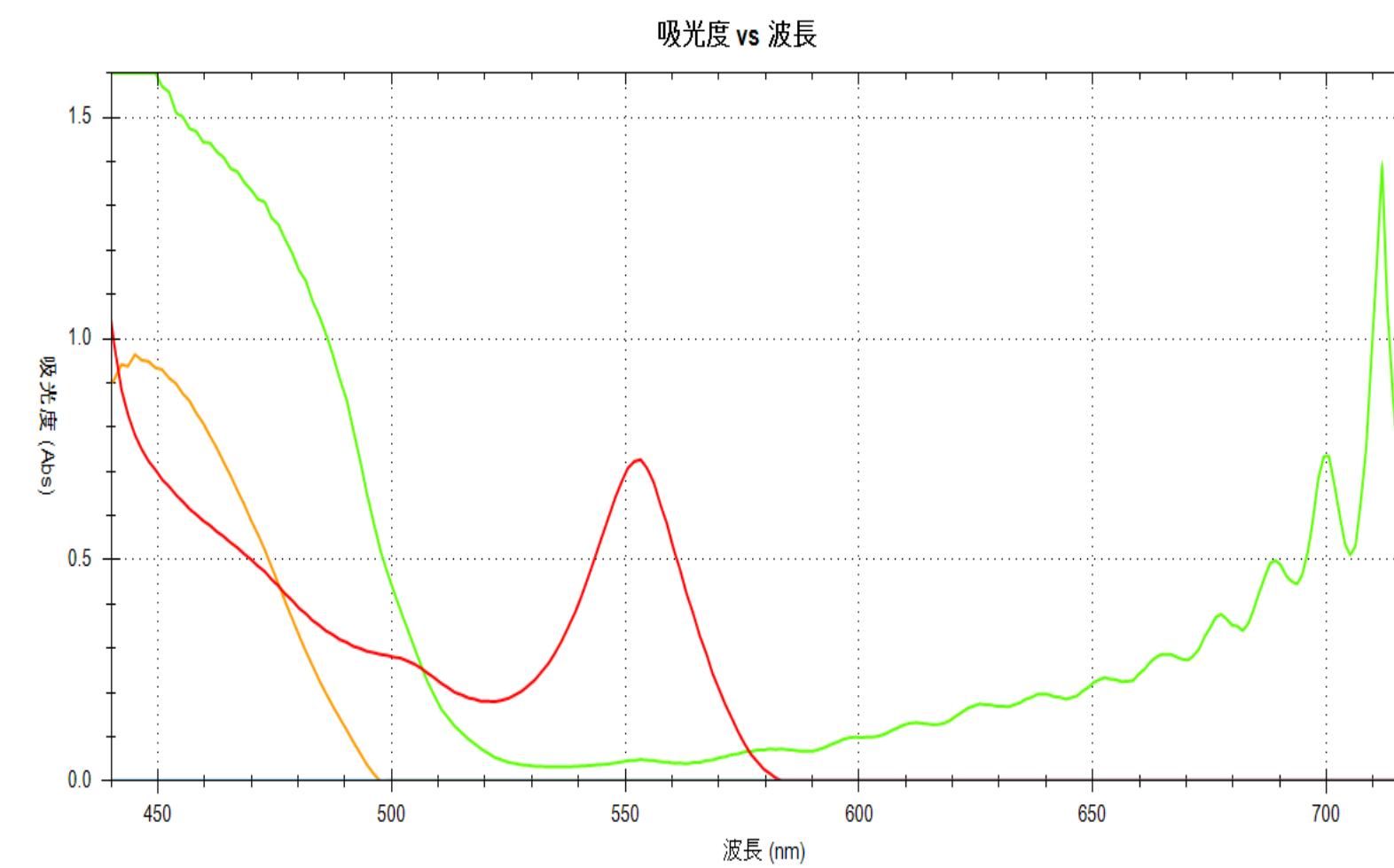
速 ← 遅 (表3) 実験3の結果

## 実験5 吸光度の測定

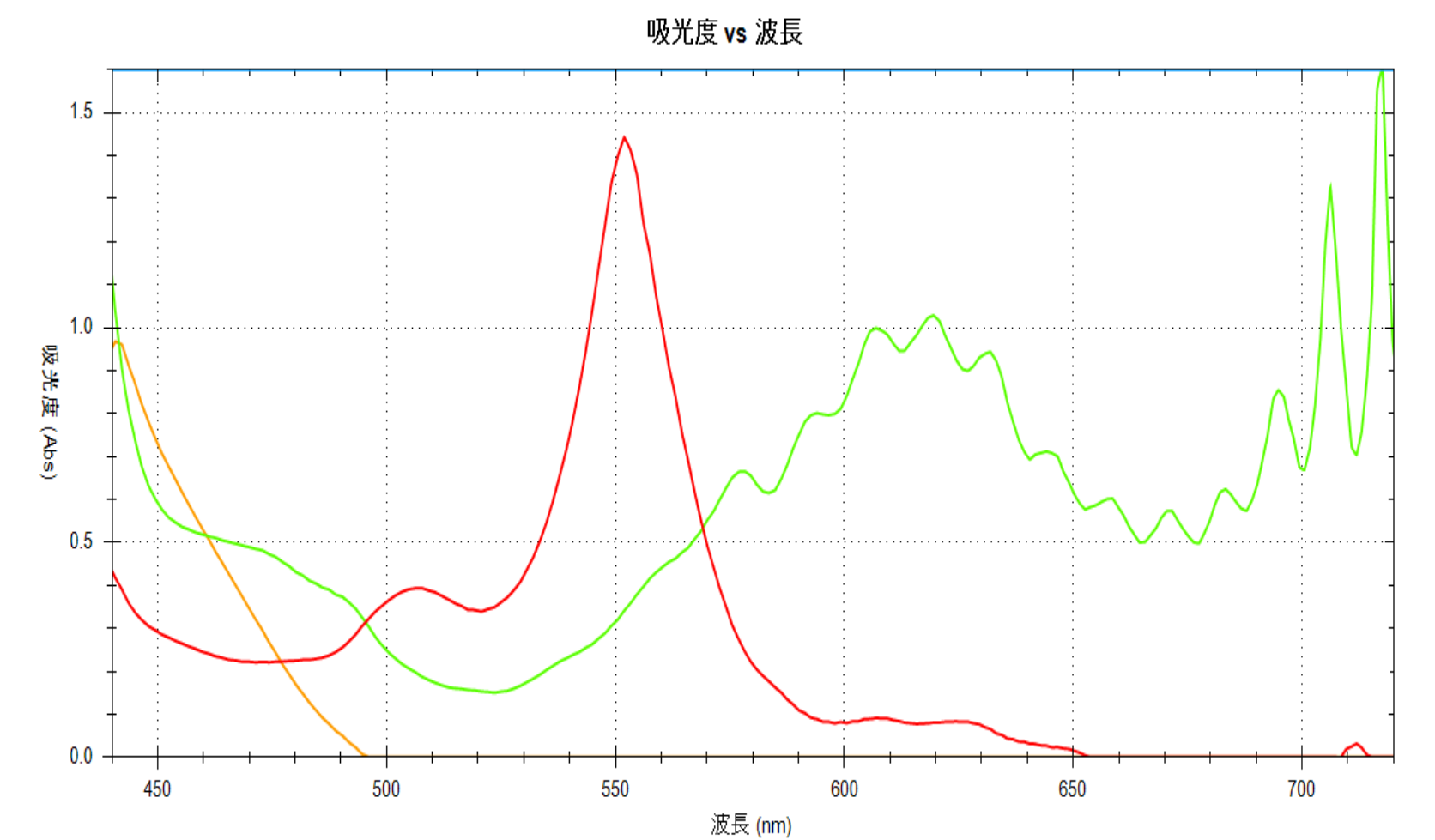
<仮説> 吸光度の経時変化は、2つの反応では赤色になるまでが大きく異なり、赤色から黄色までの間はほぼ同じなのではないかと。

<方法> 信号反応とゲーミング反応において、反応中の吸光度の経時変化を測定する。

<結果> (図5) (図6)の通りである。(株)ナリカ製スペクトロメーターSMを使用。



(図5) 信号反応 緑色-緑色(酸化型)、赤色-赤色(還元型)



(図6) ゲーミング反応 緑色-青色(酸化型) 赤色-赤色、オレンジ-黄色(還元型)

## 考察と今後の展望

### <考察>

実験1から、信号反応とゲーミング反応の違いにはNaOH濃度が非常に強く関係していると考えられる。しかし、実験2の結果でOH<sup>-</sup>濃度が反応中に殆ど変化しないのはなぜなのか。実験3・実験4から還元剤の種類や還元剤の濃度・反応温度などの複数の要因が重なって起こる反応であると考えられる。実験5から信号反応とゲーミング反応の違いは初期色から赤色までの反応が異なり、赤色から黄色までは同じ反応であると考えられる。

### <今後の展望>

紫外可視分光光度計による吸光度の測定などを活用して2つの反応の違いを数値等で表す。2つの反応の差異についてより詳しく調べ、複数の要因がどのように関与するかを考察することで、2つの反応の仕組みを解明したい。

### 参考文献

- 魅了する科学実験(株)すばる会リンクージュ早稲田大学本庄南等学院実験開発班
- ラジオライフ2022年9月号三オブックス新課程ア理科 魅惑のゲーミング反応
- Hiyoshi Review of Natural Science Keio University No.59, 21-33 (2016) インジゴカルミン水溶液中の信号反応および分解退色 小畠りか・大場
- Bulletin of Aichi Univ. of Education, 65(Natural Sciences), pp.37-45, March, 2016 信号反応におけるインジゴカルミンの分解要因の調査 戸谷良明
- Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi Vol.46, No.1, 34~36(1999) [研究ノート] (34) DPPH ラジカル捕捉能を有するカラメルの調整法 戸高 大介・竹中陽子・竹中哲夫