

色, その不思議な世界

—作って染めて測ってみよう—

応用化学科 小泉 均, 谷 和江

色とは, 何と綺麗で不思議なものでしょうね。色を国語辞典「広辞苑」(岩波書店)で調べてみると・・・

いろ【色】 ①視覚のうち, 光波のスペクトル組成の差異によって区別される感覚。
光の波長のみによっては定まらず, 一般に色相 (単色光の波長に相当するもの), 純度 (あざやかさ即ち白味を帯びていない度合), 及び明度 (明るさ即ち光の強弱) の三要素によって表される。色彩。
②色彩に関係ある次のようなもの・・・・・・以下省略

そうです, 色は生物の視覚から生まれる感覚なのです。従って, ここでは人間の視覚を刺激する (色を人間の目に認識させる) ために使用される物質・・・有色物質(色素)・・・を化学的に作って (**合成**), 実際に白い布を染める (**染色**) 実験をした後で, 科学機器を使って色素の吸収スペクトルを測って (**分析**), 色素が吸収する光の波長, 私達が目で見る色と波長が示す色との違い, などを科学的に解明してみましよう。

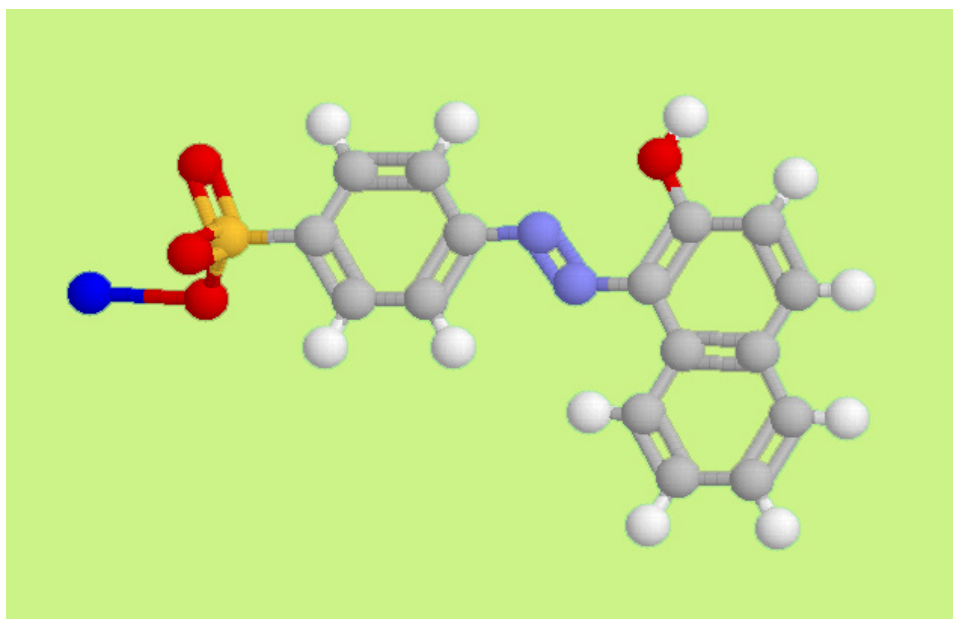
これから作る色素は, 最も一般的な染料としてよく知られているものの 1 つで, 4-[(2-Hydroxy-1-naphthalenyl)azo]-benzenesulfonic acid monosodium salt が正式名称なのですが, あまりにも長い名前なので慣用名としての **Orange II (オレンジ II)** が名称として広く一般的に使用されています。また, この名前のほかにも

C.I. Acid Orange 7,

Betanaphthol orange,

D & C Orange No.4,

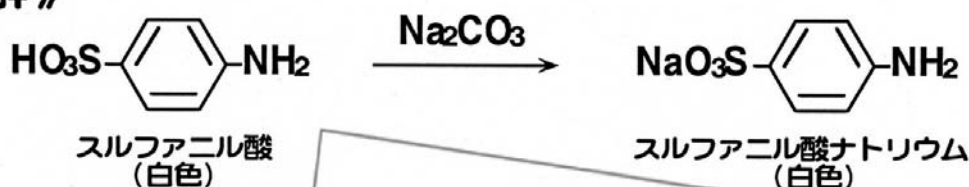
など, 幾つもの名で呼ばれています。さて, ここで問題です, この染料は私達の目に何色を示すのでしょうか・・・答えは, 簡単, 簡単!?!・・・それでは皆さん, 不思議の世界へ入って行きましよう。



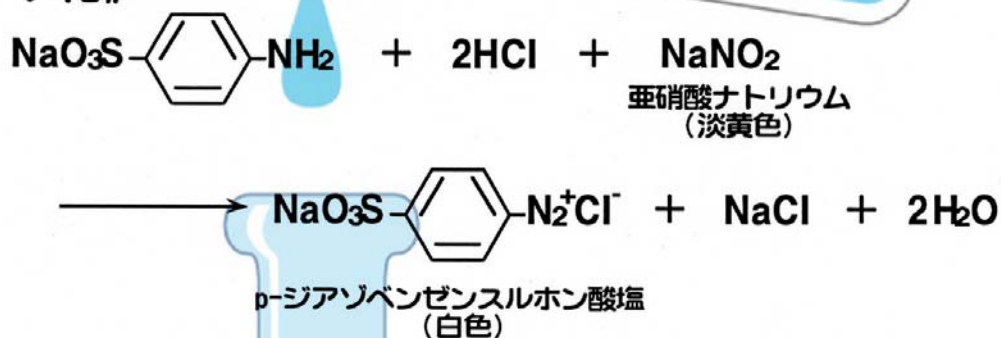
Orange IIを作る

オレンジIIの合成は、①. 出発原料のスルファニル酸を炭酸ナトリウム水溶液中に溶解する。②. 酸の存在のもとで亜硝酸を作用させてジアゾニウム塩を作る（ジアゾ化）。③. アルカリ性条件下で2-ナフトールと反応させる(カップリング反応)。の**3段階**です。**最も重要なのは**、中間物質のジアゾニウム塩が加熱や打撃によって爆発の危険性もある不安定な物質なので、合成中は、必ず**0~5℃の低温に保持**しておくことです。

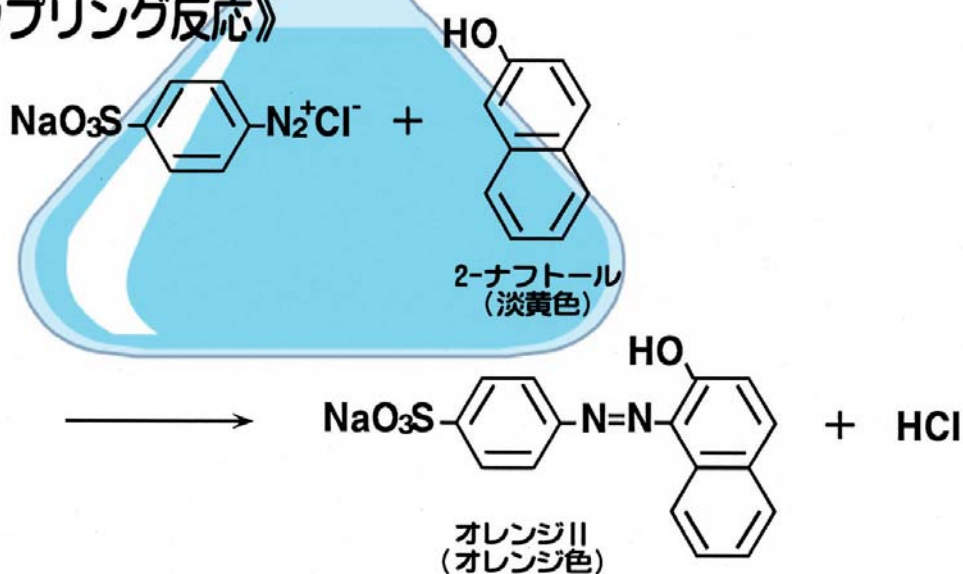
《溶解》



《ジアゾ化》



《カップリング反応》



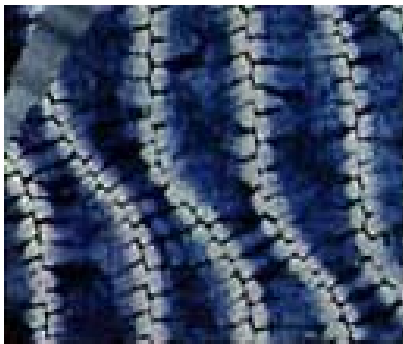
白い羊毛布を染める

色素を用いて材料を着色することを染色と呼んでいます。色素の溶液に他の材料を浸漬することで着色できる場合に、その色素を”染料”といい、この方法では着色できずに、成形前の材料に混入させて用いるものは”顔料”と呼び、一般的に”染料”と”顔料”とを区別しています(ただし、区別が困難なものもあります)。

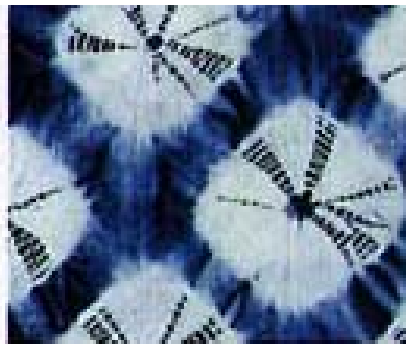
簡単に染色を行うには、染料の水溶液に糸や布を入れて加熱するだけです。染色の機構についてはまだ不明の点も多いのですが、染料が繊維に染まる要因として、染料と高分子(繊維の構成分子)との間の化学的・物理的結合が重要な役割を演じていることが知られています。よく知られた化学結合である水素結合や共有結合、イオン結合、配位結合、更に、分子間の引力であるファンデルワールスカ、電荷移動力などが考えられています。オレンジⅡのような酸性染料(スルホン酸基などの酸性基を持つ動物繊維用の水溶性染料)は、タンパク質の構成成分であるポリアミド繊維(絹、羊毛、ナイロンなど)とは結合し易いのですが、セルロース繊維への染色は充分ではありません。

それでは皆さん、伝統ある「絞り染め」に挑戦してみましょう!!。

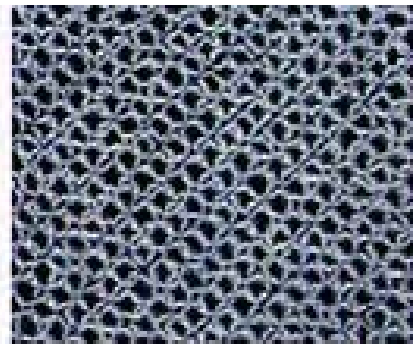
染めてみたい小さな布(木綿はあまり染まりません)がある人は持ってきて下さい



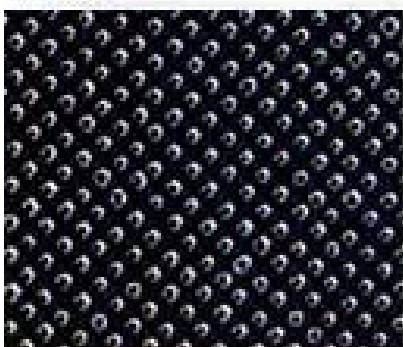
縫紋り



蜘蛛紋り



三浦紋り



鹿の子紋り



嵐紋り

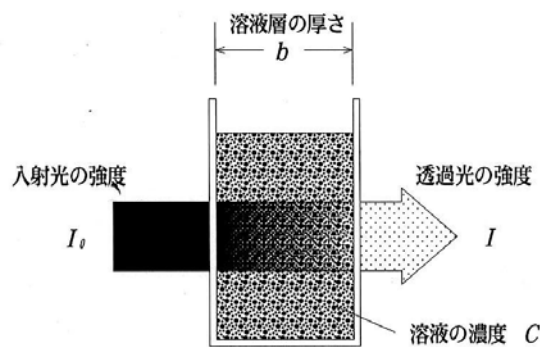
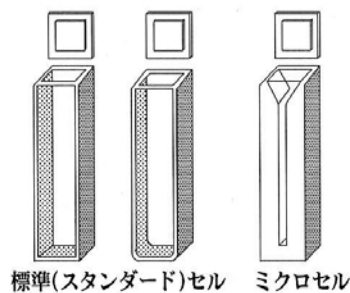


巻上紋り

光の吸収スペクトルを測る

私たち人間は、暗闇の中では何も見ることが出来ませんが、可視光線が含まれている太陽光のもとでは、色彩を見ることができます。人間の眼が色を識別できるのは、網膜に光を感じる3種類の"錐体細胞"があり、それぞれ異なる波長領域の光によって刺激されることによるといわれています。これらの錐体細胞は、青色錐体、緑色錐体、赤色錐体と呼ばれており、それぞれ 450nm, 550nm, 600nm の波長を中心とした光に刺激されて、青色、緑色、赤色の感覚を生じさせるといわれています。可視光線が一様に眼に入ると錐体がバランスよく刺激を受けるので、白色光として光を感じますが色彩は感じません。錐体への刺激がバランスを欠くときに限って色を感じます。更に、このときの光の量の多い少ないの相違が、眼には色の濃淡を感じさせることとなります。

さて、いよいよ人間の視覚から離れた科学的な色(スペクトル)の世界に入ります。



$$A[\text{吸光度}] = -\log(I/I_0) = k[\text{吸光係数}] \cdot b \cdot c$$

◆◆◆実験: オレンジⅡの吸収スペクトルの測定◆◆◆

- (1) オレンジⅡの水溶液を駒込ピペットを使用して吸い上げ、吸収セル中に容積の70%程度まで満たす。
- (2) 溶液が吸収セルの外側に漏れた場合は、拭き取り用の紙で十分にぬぐい、光の通過する面に液や汚れが残らないように注意する。また、セル内の溶液に気泡が認められた場合には軽くたたか、あるいは、しばらく放置して気泡を完全に除去する。
- (3) 吸収セルを分光光度計のセルホルダーにセットし、測定波長を 400 nm (ナノメートル, 10^{-9} m) から 800 nm の可視領域の範囲で変化させて吸収スペクトルを測定する。
- (4) 得られた吸収スペクトルから、オレンジⅡの最大吸収波長(最も光を吸収している波長)を求め、この波長の光がはたして何色を示すのかを調べてみる。

Keywords: 分光光度計, 吸収セル, 最大吸収波長, 可視光線, 単色光の色, 補色の関係,