

大学オープンキャンパス模擬実験を指向した「ルミノール反応」の実験方法の改良

○中池 由美, 丸岡 恵理
京都大学大学院工学研究科技術部

1. 緒言

我々が担当する京都大学工学部工業化学科では、毎年8月に開催されるオープンキャンパスの機会に模擬講義と併せて模擬実験を行っている。参加人数は計240名であり、模擬実験の時間は約40分である。本年度は実験テーマとして「化学発光と蛍光を見てみよう」を選定し、ルミノール反応を行った。ルミノール反応は、ルミノール **1** に、鉄イオンなどの触媒共存下、塩基性条件で過酸化水素水を作用させると、フタル酸ジアニオン **2** の電子励起状態が生成し、基底状態へ失活する際に青白い発光を示す (図1)。¹ 本発表では、簡便かつ安全に実験を体験してもらうことを目的に実験条件や実験手順を検討した内容について報告する。

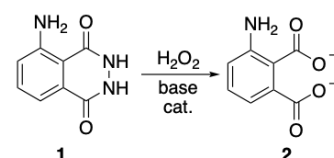


図1 ルミノール反応

2. 実験条件の選定

実験条件は、それぞれ2種類の蛍光添加剤 (フルオレセインとローダミン B) と触媒 (ヘキサシアノ鉄(III)酸カリウムと大根) を組み合わせた計4つを選定した (表1)。ペルオキシターゼを含む大根は、ルミノール反応の触媒として作用する。240名の参加者を午前の部と午後の部に分け、4名1組とした。これにより、参加者全員が1つのテーマを担当でき、グループ内で触媒の種類や発光色のバリエーションを楽しむことができると考えた。

表1 実験条件

	蛍光添加剤	触媒
1	—	K ₃ [Fe(CN) ₆]
2	—	大根
3	フルオレセイン	K ₃ [Fe(CN) ₆]
4	ローダミンB	K ₃ [Fe(CN) ₆]

3. 実験手順と試薬量の検討

従来の実験手順では、予め調製した2液を混ぜ合わせて発光を観察する簡素な方法がよく知られている。本実験では、試薬を順次加えて発光を観察するワンポット反応を考案した (図2)。すなわち、ピペットやメスシリンダー、薬さじではかりとった試薬をマイヤーフラスコに順次加えて溶解させる方法である。試薬の加える手順を検討したところ、図2に示す順序が最適であることがわかった。また、ルミノール反応は、加える試薬の量によって発光の度合いが変化する特徴がある。そこで、粉末試薬を電子天秤で秤量することなく適量加えられるように、それぞれの試薬の添加量を写真で示すことにした (図3)。

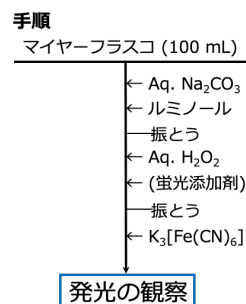
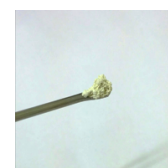
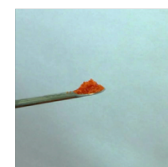


図2 ワンポット反応



ルミノール



K₃[Fe(CN)₆]

図3 添加する試薬量

4. 安全性に関する対策

多くのルミノール反応のプロトコルでは、塩基として1-5%の水酸化ナトリウムが用いている。本実験では、安全性の観点から炭酸水素ナトリウムおよび炭酸ナトリウムの代用を試みた。5%炭酸水素ナトリウム水溶液を用いたところ、環境を真っ暗にしないと確認できないほどの、ごく弱い光が観察されたのみであった。一方、炭酸ナトリウムを用いた場合には、水酸化ナトリウムよりも発光する時間は短いものの、ほぼ同程度の輝度の発光が確認できた。さらに炭酸ナトリウム水溶液の濃度を検討したところ、2%まで下げることが可能であった。詳細は発表にて述べる。

5. 結言

オープンキャンパスで企画する模擬実験として、ルミノール反応の実験条件の最適化を行った。参加者のアンケートでは、93%の参加者から実験内容に「興味をもてた」と回答があった。「もっと時間をかけて実験したかった」という意見も多く見られた。限られた時間の中で、安全に、より実験を楽しんでもらえるよう工夫できたと思われる。

6. 参考文献 1) Bastos, E. L. et al. *Luminescence* 2007, 22, 113–125.