



## Q22

### ルミノール反応とはどんな反応ですか？

ルミノール (luminol) 反応とは、ルミノールという化合物が酸化されて、3-アミノフタル酸になる反応で、青色の蛍光がでるのが特徴です。いわゆる化学発光です。まず、ルミノール反応の実験をしてみましょう。

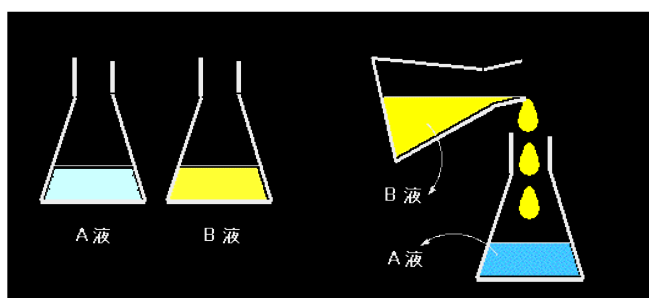
A 液は、ルミノールを水酸化ナトリウム水溶液に溶かし、過酸化水素水 (オキシフル、 $H_2O_2$ ) と混合したものです。B 液は、フェリシアン化カリウムの水溶液です。A 液に B 液を加えると、青い蛍光が発します。

#### ルミノール反応の実験

**A 液：** 0.1%ルミノールを含む 10% 水酸化ナトリウム水溶液と 15% 過酸化水素水を 10：1 の割合で混合した溶液。

**B 液：** 20% フェリシアン化カリウム (ヘキサシアノ鉄(III) 酸カリウム、 $K_3 [Fe (CN)_6]$ ) 水溶液。

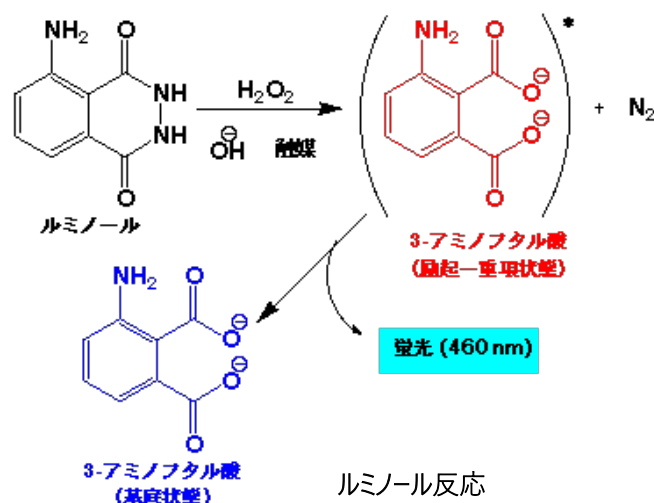
A 液に B 液を滴下すると、青い蛍光を発する。



この反応は、ルミノールが過酸化水素により酸化されて 3-アミノフタル酸ができる反応で、鉄などの金属イオンや錯体が触媒となります。ルミノールが酸化されると、直接 3-アミノフタル酸になるのではなく、途中で 3-アミノフタル酸の励起一重項状態ができます。この励起一重項状態が安定な 3-アミノフタル酸の基底状態になるときに青色の蛍光がでるのです。

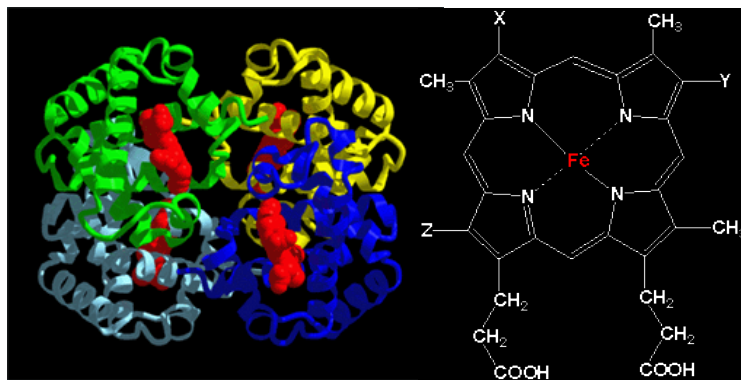
(蛍光の仕組みは、Q16 をご覧ください) 基底状態の 3-アミノフタル酸に光をあてて励起一重項にすると、同じような青い蛍光がでることからも、下の反応式が確かであることがわかります。

この反応は鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)などのイオンや錯体が触媒になります。イオンとは、たとえば鉄の原子(Fe)から電子が抜けたもので( $Fe^{3+}$ )、錯体とは  $Fe^{3+}$  にアミン(- $NH_2$ )などがくっついたものです。触媒とは、これがないと反応は非常に遅いのですが、触媒があると反応が速くなります。



ところで、殺人事件の現場で、犯人が血液をきれいに拭き取ったのに、鑑識の人が液をかけてランプを照らすと、血痕から青い光が浮き出るのが、サスペンスドラマで見たことがありませんか。かけた液はルミノール溶液で、青い光が蛍光です。

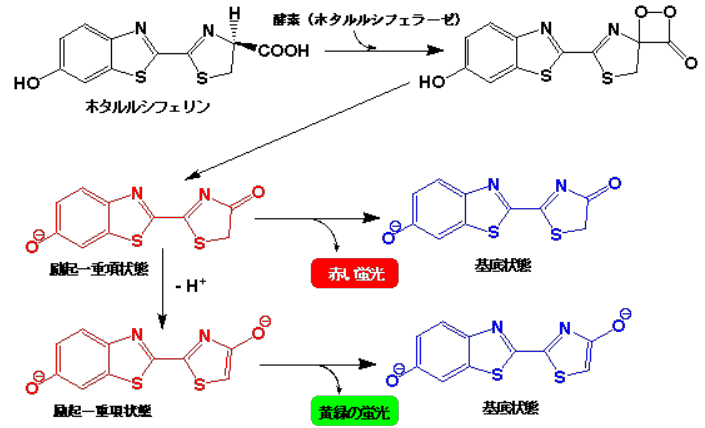
血液の中の赤血球にはヘモグロビン(hemoglobin)というタンパク質が含まれています(下の左図)。ヘモグロビンには、ヘム(heme)という鉄錯体(下の図の赤い部分、右の化学式)が含まれていて、酸素を運搬する働きがあります。血液が赤いのは、この鉄錯体の色です。ヘムはクロロフィルと構造が似ていますが、クロロフィルはマグネシウム(Mg)錯体です。ヘムは鉄の錯体です、ヘムが触媒となって、ルミノール反応が進行し、青い蛍光が見えたのです。血液を拭き取ったり、時間がたって乾いてしまっても、微量の鉄錯体が残っているので、ルミノール反応が起こったのです。



ヘモグロビンの分子モデル(四つのタンパク質が集まっている)  
赤い部分がヘム

生物発光として知られている、ホタルやウミホタルの光も同じような酸化反応から生じるのです。ホタルでは酸化される物質はルシフェリンで、酸化は酵素のルシフェラーゼが行っているのです。ルシフェリンが酸化されて励起一重項ができ、これから安定な基底状態になるときに蛍光がでます。ところが、この励起一重

項は pH によって下の式のような平衡にあります。したがって、酸性 (pH 5.6) では赤い蛍光 (616 nm)、中性 (pH 7.6) では黄緑色の蛍光 (565 nm) がでます。



ホタルの生物発光

●著作権について

キリヤ色と化学の Q&A の文書、画像、デザインなどの著作権は、キリヤ化学株式会社に帰属します。このサイトの内容を転載される場合は、弊社までご一報下さり了解をお取り下さい。なお、提供者が記載されている写真・絵に関しましては、著作権は提供者に属しますので、恐れ入りますがそちらの方へ直接お問い合わせ下さい。

●内容について

できるだけ科学的に間違いの無いようにしていますが、わかりやすく説明するために実際とは異なる記述もあります。また、科学的に証明がされていないことも述べていますので、ご自身でご確認されますようお願いいたします。

キリヤ色と化学の Q&A 内の情報のご利用により、万一何らかの損害が発生したとしても、当社は一切の責任を負いません。

<https://www.kiriya-chem.co.jp>