



川端 繁樹 (有機化学)

光化学と視覚

毎年後期に開講されている工学部 1 年次生を対象にした化学 II では、反応速度や化学平衡など、主に物理化学の内容を扱った講義を行なっています。講義を担当している科目の大半が 1 年次生が対象であり、自分の専門の一つである有機光化学について話す機会がありません。そこで、講義の最後の時間ではいろいろなエネルギーに関する話題を取り上げ、専門に関係する光（電磁波）のエネルギーや光合成の簡単な原理などについて教えています。可視光線のエネルギーでは簡単に有機化合物の結合が切れないことや、紫外線のエネルギーが大きいことなどが話の中心ですが、大学で教えるようになってから、ホタルの発光の効率の再測定や、LED・有機 EL の開発など、光化学の分野でもいろいろな進歩があったと気付かされます。

自然科学の基礎科目の講義には実験や演習が組み合わされていて、この化学 II の講義にも計算問題を解く演習科目がセットになっており、なるべく日常生活と関連するような問題を解いてもらうようにしています。その中で、化学で扱う物質は多くが原子数 6×10^{23} という桁なのに対して、ヒトの目は光の粒子が数個やってくると感知できる（その分、時間分解能は低く 1/30 秒程度）というまさに桁違いの感度の良さを感じてもらうため、エネルギーに関する演習の回の宿題に次のような問題を出しています。それは、目の感度の良さに対し、太陽があまりにも明るすぎるということを数値で求め、その太陽がヒトの裸眼で見えなくなるのはどれぐらいの距離まで離れたときかというものです。それは同時に、今夜空に輝いている星が（太陽と同じ明るさとして）どれぐらいの距離にあるかという問題にもなっています。

数値計算を容易にするため、光の波長を限定し、瞳の大きさも切りの良い値に丸めているので、正確な値にはならないものの、順を追ってきちんと計算すると、答えは約 150 光年になります。もしこの記事を読んでいる本学の学生さんがいたら、この問題を解くときに、答えだけでなく計算式をしっかりと書いて下さい。

銀河系の直径が 10 万光年ぐらいだからほんのちよっぴしか見えていないとか、宇宙を旅して地球だけでなく太陽も見えなくなったらどんなに不安だろうかとか、問題に関連した話題はいくつか思いつきますが、話の要点はそこではありません。難問なので、他の先生に教えてもらって解答する学生さんもいます。問題に関するヒントも何も無くて解かれる先生も大変です。しかし、どこで調べたかはさておき、課題に記載の数値を全く使わずに 71.7 光年と解答してくれた学生がいるのです。

これは、太陽の絶対等級が 4.79、ヒトの目が 6 等星まで見ることができるということから求めたもので、問題文の数値を無視してとにかく解答を記述して提出する、という姿勢がなかなかの感動でした。ちなみに元の問題で、瞳の大きさをより正確な値にして計算すると約 75 光年になります。自分で問題を作成し、数値計算をして、それなりの妥当な値になったときの自己満足感に加え、こういう解答に出会ったときもまた違う楽しみがあって、もっと解き甲斐のある問題を考えないといけないと思わされます。

さて、シストランス異性化は可視光線のエネルギーで十分超えることができ、それ故特定の数分子の光反応によって視覚が形成されます。しかし、それなりに障壁は高く、熱反応では容易に超えられないためにバックグラウンドのノイズがゼロになって視覚の高感度化に寄与しており、目を少し温めても星が見えるようになるまで 100 年ぐらいかかるそうです。私自身は、光で特定の反応に至る経路だけを励起できる化学反応を見つけられるよう努力したいと思っています。なお、目を閉じて星を見ようとするときには、タンパク質の変性に注意して下さい。