

RS を書いてもらうのは、**質問することを必ず考える**という行為により、みなさんの学習を助けることが目的です。RS 以外に質問をしてはいけないということはありませんので、念のため。むしろ、歓迎します。

● PSI、PSII とは。

→ 訳語は「光化学系 I」「光化学系 II」です。光合成の明反応において、光エネルギーを吸収して（または、周囲の分子が吸収した光エネルギーを受け取って）、化学エネルギーに変換するためのエンジンとしての働きをもつ部分（タンパク質と色素の複合体）です。

● p192 の図の内容が把握できませんでした。

● p192、図 10.3 緑色植物の光合成模式図は、2 段階でエネルギーの高い状態を作りだすのが z-スキームというので良いでしょうか。

● z-スキームがよくわからなかった。

● 図 10.3 で、何故光のエネルギーを得ると PS の酸化還元電位は小さくなるのか。何故、低電位＝高エネルギーなのか。

→ スキーム **scheme** は、計画とか体系とか組織とかの意味で、z-スキームとは、図 10.3 のような「図そのもの」、「図に示された様式」、またはその様式に従った「光の吸収と電子の伝達」などを指します。横軸は、反応座標のように時間系列的な意味合いもありますが、もっと具体的には、電子の伝達に関わる（電子をリレーする）分子の分子軌道を、その伝達の順にならべたものです。縦軸は酸化還元電位となっていますが、単純には電子が感じるポテンシャルエネルギーだと思ってください。あるいは、注目している電子、リレーにより分子上を移動していく電子がその都度入る分子軌道の軌道エネルギーだと思ってください。大事なことは、電子がエネルギーの高い軌道から低い軌道（をもつ分子）に移動するのが発熱的（発エルゴンの）であり、自発的におきる変化であることです。ここで、光を吸収する過程が 2 箇所あり、そこでのみ吸エルゴン過程となっています。これは、PS 中のクロロフィルにおいて、HOMO（最高占有軌道）に入っていた電子が、光のエネルギーにより、LUMO（最低空軌道）に遷移することに対応します。近くに別の分子があり、その LUMO よりやや低いエネルギーの空の軌道があれば、光の吸収の後に発エルゴンの（図では下降方向への）電子移動が可能になります。

● H₂O に光を当てると、どのような反応、変化でエネルギーが上がるのか。

→ 上の質問に対する答えとも関連しますが、「水のエネルギー」が変化するわけではありません。PS 中のクロロフィルの HOMO が水の電子よりもやや低い軌道エネルギーをもつのです。そのため、クロロフィルの HOMO に入っていた電子が光励起により LUMO へ遷移し、つづけて電子移動がおきて、近傍のフェオフィチンやブラストキノンなどに電子を渡したあと、残ったクロロフィルは（電子が抜けて）正電荷をもつことになるわけですが、その HOMO に、近傍にある水から（酸素発生錯体 OEC という構造を通して）電子が流れ込むことができるのです。このとき、水は電子を失い（すなわち酸化されて）プロトンと酸素 O₂ を生じます。

● クロロフィルの PSII と PSI のエネルギー差に合致する波長しか吸収しないのでしょうか。

→ 大事な指摘ですね。吸収は、原理的に、電子が遷移する前と後（多くの場合、HOMO と LUMO）の軌道エネルギーの差と完全に等しいエネルギーの光子に対してのみ可能です。とはいえ、単原子分子ではない限り、ある電子配置に対し、さまざまな振動、回転にともなう内部エネルギーをとることができますので、吸収は、原子吸光で見られたような線幅の狭いものではなく、ある範囲をもった波長の光にたいして生じることになります。また、光合成では、光合成反応中心に位置するクロロフィルが直接的に光子を吸収しなくても、周囲に並んでいるアンテナと呼ばれる色素の集合体が光を吸収したのに反応中心にエネルギーを集約することでもよいのです。そのため、可視光の多くを利用できるように作られています。

● p43 図 4.5 ずっと電場は反転し続けるのですか。

→ 光子の位置（光速で移動している）を中心に考えたとき、ずっと電場が振動しているといってもよいと思います。しかし、ある分子の位置を中心に考えると、光速で移動している光子が、その分子に対して電場の振動をもたらす時間というのはとても短いはずです。なので「ずっと」と言ってしまうのは語弊があるかな。

- 光吸収のみで励起状態になるということは、エネルギー移動しない励起もあるのか。それとも、必ずエネルギーが移動することになるのか。

→ ある分子が光を吸収すると、励起状態になります。励起状態の運命については、p4 図2などにまとめられていますが、余分に得たエネルギーを熱として放出して基底状態にもどる場合、余分に得たエネルギーを光として放出して基底状態にもどる場合、余分に得たエネルギーの全部または一部を他の分子に与え、相手を励起状態にし、自分は基底状態にもどる場合、余分に得たエネルギーを利用して化学反応をする場合、などがあります。

- PET の日本語読みを聞き逃してしまいました。教えてください。
- PET が実際に起こっている現象の例って何がありますか。
- PET は植物の中でのみおこることなのですか。

→ Photoinduced Energy Transfer 光励起電子移動は、植物の中（光合成）に限定されたものではありませんが、光合成の明反応がその代表的な例であるのはたしかでしょう。その他の例では、たとえば、色素増感型の太陽電池において、色素が光を吸収したあと、それに続く電子移動が回路に電流を流す起電力になっていきます。

- 直射日光に食品をさらすと傷むのはなぜですか。

→ 直射日光に食品をさらしたからといって食品が傷むと結論しない方がよいと思います。もちろん、紫外光により物質の中の結合が切れたりといったことは生じます。日光にさらされることで印刷の色があせたり、プラスチックが脆くなったりというような場合は、これにあたりと考えてもよいかもしれません。ただ、食品の場合は、適度な温度、湿度が保たれることによって雑菌が繁殖したりすることにより腐敗が進行したり、脂質中の不飽和結合が空気中の酸素により自動酸化を受けたりすることの影響の方がずっと大きいと思われます。

- 日焼けの原理をもう少し詳しく知りたい。

→ 紫外線の刺激により、メラニン細胞でのメラニン色素の生成を活発化するのですが、それより詳しい生化学的な詳細については、別の教科書等をあたってみてください。

- 光のエネルギーは連続的に存在するのか（光のエネルギーは、量子化されているか）

→ 光のエネルギーは、 $h\nu$ で書けます。 h はプランク定数です。いま考えている条件では、振動数 ν は任意の値をとることが可能です。

- ミドリムシの走光性がおもしろいな、と思った。

→ そうですね（^^）。ちなみに、光に向かう場合は正の走光性、光から逃げる場合は負の走光性となります。明るいところにおかれたミミズが暗いところへもぐろうとするのは、後者です。

- σ 軌道から π^* に遷移することをあらわす $\sigma \rightarrow \pi^*$ という表記はありますか。

→ 表記の仕方としては、 σ 軌道から π^* に遷移することをあらわすためには、 $\sigma \rightarrow \pi^*$ となります。ただ、実際問題として、 π^* 軌道をもつということは、占有軌道として σ より上に π があるわけです。そのような分子の最低励起状態は、 $\pi \rightarrow \pi^*$ です。励起状態は、すぐに（一部例外を除いて）最低励起状態（ S_1 など）になりますから、HOMO → LUMO の遷移で生じる $\pi \rightarrow \pi^*$ などが、重要性が高いです。

- 色素は、英語で pigment, chromophore とありましたが、dye は違うのでしょうか。色素増感太陽電池はこれを使います。

→ dye も色素ですね。

- 2章あたりの分子軌道のあたりの話を詳しくしてほしいです。

→ うむ、どういうレベルで（まで）詳しく話したらいいですかね。いずれにしても、プリントとして書ける範囲には限界がありますし、関連した話がでてきたときに、どんどん質問してください。