

Neo 玉虫厨子 ～身近な昆虫の潜在的美しさ～

柴崎 稔・柴崎来夢

はじめに

2014年8月3日に人と自然の博物館で行われた“自然ってすごい”(八木先生)というイベントで、ある種の蝶々(モルフォ蝶など)の色は、鱗粉は色がついているわけではなく、鱗粉の特殊な構造によって色がつくということを教えていただき非常に驚いた。そこで、この構造色について調べてみると、蝶々だけではなく、甲虫にも構造色を持つものが出て、さらにテレビによく使われている液晶が体の中にあり、色を出しているものがある¹⁾ということが分かり大変不思議に思い勉強を始めました。

この論文では、まず身近にいる昆虫の中から体に液晶のある昆虫を見つけ出し、その特殊な構造色を用いて法隆寺にある玉虫厨子にも引けを取らない美しい厨子を作ることが出来たので報告する。

調査方法

- 1) 人と自然の博物館や伊丹市昆虫館の標本を調査し、体の中に液晶のある昆虫を分類。
- 2) 分類した昆虫から、庭、近くの公園、林にいそうな昆虫を見つける。
- 3) 捕まえた昆虫の色の測定を種類の異なる円偏光板を用いて比較する。
- 4) 様々な色の昆虫の翅などを持ちいて厨子を作成する

結果と考察

- 1) 昆虫の分類 (伊丹市昆虫館や人と自然の博物館での観察)

蝶々、トンボ、ハチ、バッタ、ハエ、セミ、クモなどの甲虫以外の中に液晶を持つものは見つけられなかった。図1に偏光しない昆虫の例を示す。甲虫でもある限られた種類の中だけに体に液晶を持つものを見つけることが出来た。図2に偏光する昆虫の例を示す。液晶を持つ昆虫の仕分けは、円偏光板を通して昆虫を観察したときに、円偏光板を用いなかったときと比べて色が変わること、あるいは、右円偏光板と左円偏光板で一方が黒くなり、もう一方の着色が鮮やかになるときに液晶を持つ昆虫とした。



図1 偏光しない昆虫の例



図2 偏光する甲虫の例

- 南米に生息する甲虫に偏光するものが比較的多くいた。
- 同じような色やキラキラ感をしていても液晶のタイプとそうではないものがあった。
(例えば、カナブン、プラチナゴガネ(液晶)vs アオドウガネ、キンイロゴガネ(液晶ではない))
(ちなみに玉虫は液晶を持っていない。)
- 体に液晶を持つものはほぼ左円偏光板で色が鮮やかになり、右円偏光板で色が無くなる。

- 輝いていないので構造色ではなさそうな昆虫も体に液晶を持っているものがいた。
- 液晶を持つ甲虫は、お腹側も液晶で出来ていた。
- 頭だけ偏光するものもいたり、体の部分によって色が違ったりするものもいた。
- 名前が似ていても、液晶のものとそうでないものがある。
(例えば、コアオハナムグリは偏光しないが、シロテンハナムグリは偏光するなど。。)
- 目は偏光していないため、液晶をもつ甲虫が偏光を見ているわけではないかもしれない。
- ハナムグリ、アオドウガネ、カナブンは近所の公園などでも見つけられそう。
- プラチナコガネが近所の林にいたらうれしい。

2) 近所にいた液晶を持つ甲虫

家の目の前の公園や近くの公園の林に行き、液晶を持つ甲虫を探索したところ、アオドウガネとシロテンハナムグリの2種類を見つけることが出来た。アオドウガネは、家の近くの公園の桂の木で見つけた。また、シロテンハナムグリは、公園のクヌギの木で見つけた。
偏光しないカナブンは、シロテンハナムグリと同じ木で見つけることが出来た。

3) 色の測定

カメラのレンズの前に円偏光板を設置して撮影を行った。図3には、液晶を持つアオドウガネ、図4に液晶を持つシロテンハナムグリ、図5には参考として偏光しないカナブンの写真を載せる。(上は背中部分、下はお腹の部分)



写真を見ると、左円偏光を使うと、アオドウガネの背中は鮮やかな緑色、腹部は赤色になる。シロテンハナムグリは、背中もお腹も黄緑色になる。右円偏光を使うと、アオドウガネもシロテンハナムグリとも色は黒くなる。また、偏光しないカナブンは、偏光板を使っても色の変化はほとんどなく、暗くなるだけであった。

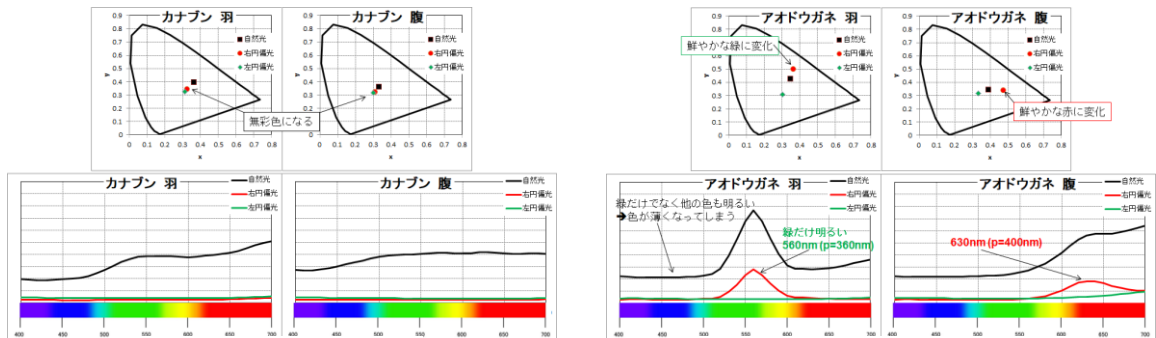


図6 カナブンの色度

図7 アオドウガネの色度

また、色度計でアオドウガネとカナブンのそれぞれの偏光板の状態の色度特性を測定すると、見た目と同じような測定結果となった。図7にカナブンの色、図8にアオドウガネの色を偏光板なし、右円偏光板、左円偏光板を使った場合で測定した結果を示す。

カナブンは、背中もお腹も偏光板を使用しない場合は、全波長に渡って反射するが、比較的緑と赤の光が強く反射し、青は弱く反射するため、薄い黄緑色となる。一方で、円偏光板を使うと、可視光全体で反射なくなり無彩色の黒になる。

アオドウガネは、偏光板を使用しないとカナブンと同じく可視光に渡って反射するが、背中では比較的緑の波長が強く反射し、青と赤は弱く反射するため薄い緑色になる。お腹は少しだけ赤色が強く反射するため赤色になるが、ほかの色も多少反射しているので薄い赤となる。左円偏光板を使用した場合は、可視光全域で暗くなり無彩色になる。しかし、右円偏光を使用すると、背中は緑のみ、また、お腹は赤のみが反射し、他の色は反射しなくなる。単色の光のみが反射されるため、非常に鮮やかな緑色と赤色となる。

これは、アオドウガネの体にあるコレステリック液晶によって選択反射²⁾をしているためで、ある特定波長のある回転方向の光のみを反射している。つまり、アオドウガネの背中は、左円偏光の緑の波長のみを反射する。

反射する波長の式を式(1)に示す。

$$\lambda = n \times p \times \cos\theta \quad (1)$$

λ : 反射波長[nm]
 n : 液晶の平均屈折率 (~1.57)
 p : 液晶の回転ピッチ[nm]
 θ : 見る角度[deg]

アオドウガネの背中とお腹の色が異なって見えたのは、コレステリック液晶の回転ピッチが異なっていることだと予想される。式(1)を使っておよそのピッチを算出する。背中で反射される光の一番高い波長は560nmであり、コレステリック液晶の平均屈折率を1.57とすると、回転ピッチはおおよそ350nm。お腹で反射される一番高い波長は630nmであるので、回転ピッチはおおよそ400nmと予想される。

4) Neo 玉虫厨子の作成

上記の現象を利用して、新しい方式の玉虫厨子を作成した。

まず、100円ショップで購入した小さな木片を組み合わせて厨子を作り、そこに偏光する甲虫と偏光しない甲虫の上翅、前胸背板、腹節などを接着剤で貼り付け、飾りつけをした。さらにその前面に異なる円偏光板を置き、厨子が真っ黒になる場合と、鮮やかな色になる場合のコントラストを演出した。照明用のライト(2つ)も100円ショップで購入し、光るタイミングはマイコン(Arduino)でコントロールしている。また、厨子の4面を観察できるようにモーターで回転できるようにした。

使用した昆虫

偏光する昆虫：	アオドウガネの背中(緑色)
	アオドウガネのお腹(赤色)
	シロテンハナムグリ(黄緑)
偏光しない昆虫：	カナブン(緑色)
	シロスジカミキリ(黒地に白の斑点)
	ヒゲナガカミキリ(黒色)

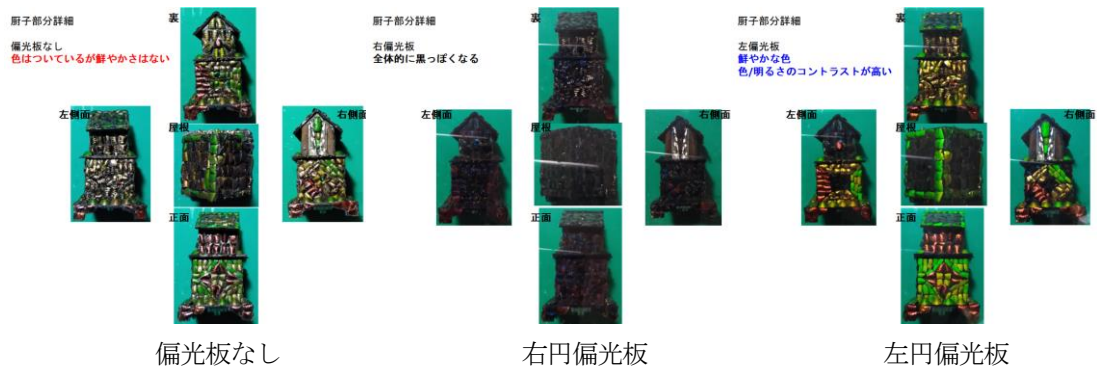


図8 Neo 玉虫厨子

偏光板を使用しない場合は、通常の昆虫の色をした厨子となり、それほど悪くはないとは思いますが、そんなにきれいでもない。右円偏光を使用した場合はシロスジカミキリの白色部分以外は全体的にほぼ黒になり、熊本城のような濃い黒色になる。左円偏光板を用いると、液晶を体につく昆虫の色が鮮やかに浮き出てきて、右円偏光を使用した場合とのコントラスト、あるいは偏光しない虫と色のコントラストがきれいである。

まとめ

標本などをいろいろと調べて偏光する昆虫を調べてみると、ほぼ左円偏光板できれいな色が出て、右円偏光板で黒くなる。初めて見たときはこのコントラストに非常に感動した。また、偏光する色は昆虫の種類によって異なっており、南米の珍しい甲虫などは、金色や銀色に輝く昆虫から、一見偏光などしていなさそうな艶感のない昆虫でも偏光している昆虫がいて面白かった。また、同じような名前や色(模様)や形をしていても偏光したり、偏光してなかったりしている昆虫がいたことは不思議であった。昆虫の名前の付け方の法則については詳しくないが、模様が似ていたのも同じような名前にしてしまった昆虫(ハナムグリなど)を、この現象を使うことで別の名前に出来たかもしれない、名前の付ける際にある程度の指標になるのではないかとも思った。また、キンイロコガネとプラチナコガネは、双方ともきれいな金属光沢をした非常にきれいな甲虫であるが、キンイロコガネは偏光しないが、プラチナコガネは偏光する。この2種類の見た目は非常に似ている昆虫であるが、構造色の種類が異なるため、昆虫を区別することにも使えることが分かった。実際、昆虫館の標本室に展示してあったものの中に間違いを見つけることもできた。

また、家の近所にも体に液晶を持つ甲虫がいることが分かり、タマムシのようにきれいであるが、あまり身近にいない昆虫を使う代わりに、身近にいる昆虫だけで、この現象を利用することにより、法隆寺にある玉虫厨子に劣らないような厨子を作ることが出来た。

今後は、もっと様々な種類の液晶を持つ甲虫を身近なところから見つけ出して、もっとカラフルな作品を作っていきたい。

謝辞

様々な昆虫の仕分けをするにあたり、大変貴重な標本を見せていただいた伊丹市昆虫館や人と自然の博物館に感謝いたします。

参考文献

- 1) モルフォ蝶の碧き輝き：木下修一
- 2) 液晶の基礎と応用：松本正一、角田市良