

ふしぎ!!

光る生きものの 大図鑑

国土社

著 近江谷克裕・小江克典

ノーベル化学賞を生み出したクラゲ オワンクラゲ



光っているとき

透明なゼリー状のクラゲの“ふち”の部分が緑色に光ります。



オワンクラゲは、世界中の海で見られるクラゲで、その発光はとてもユニークです。オワンクラゲは、イクオリン（発光のもとになるセレンテラジンと発光タンパク質がくっついたもの）を用いて光るのですが、このイクオリンだけでは発光せず、カルシウムが発光のスイッチの役割を果たします。イクオリンにカルシウムがくっつくと、青い光が生まれ、次に、その青い光にオワンクラゲが持つ緑色蛍光タンパク質（GFP*）が反応し、緑色の光が生み出されるのです（青い光のエネルギー

を緑色に変換するしくみを「蛍光」といいます）。オワンクラゲを長時間観察しても自然に光ることはないため、敵に襲われたときに威嚇のために光っていると予想されていますが、まだ明らかではありません。

* GFP : グリーン フルオロセセント プロテイン の略



DATA オワンクラゲ

分類: 刺胞動物・ヒドロ虫綱・軟クラゲ目・オワンクラゲ科

分布: 太平洋、大西洋、インド洋など世界中の海

住環境: 20℃以上の温暖な海

大きさ: 傘の直径最大で約 20cm

光る理由: 不明（威嚇？）

医学に役立つクラゲの発光のしくみ

下村脩博士は、このオワンクラゲから緑色蛍光タンパク質という、紫外線をあてると緑色に光るタンパク質を発見しました。この光るタンパク質を「目印」として利用することで、生物の体のなかのタンパク質の動きを追いかけることができます。たとえば、がん細胞のひろがり方や、アルツハイマー病において脳の神経細胞がどのように変化するかなどを知ることができ、オワンクラゲの発光のしくみが医学の研究において役立っています。下村博士は、2008年にノーベル化学賞を受賞しましたが、この光るしくみを知るために、85万匹ものクラゲを集めたそうです。



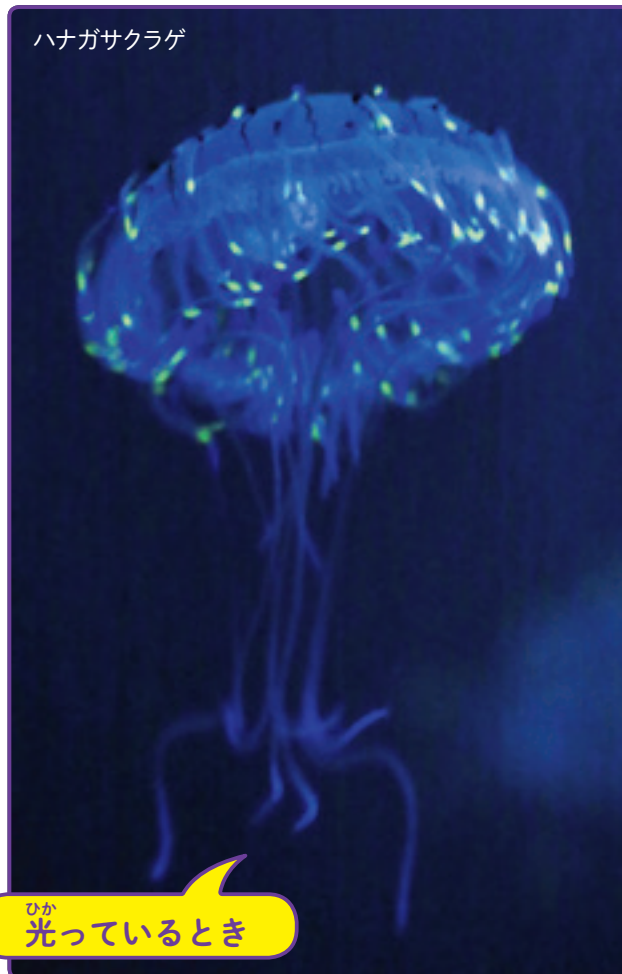
黄緑色の所が光っています。

ノーベル賞を受賞した下村脩博士。アメリカ・マサチューセッツ州の自宅で研究中のところを著者が訪問した際の写真。



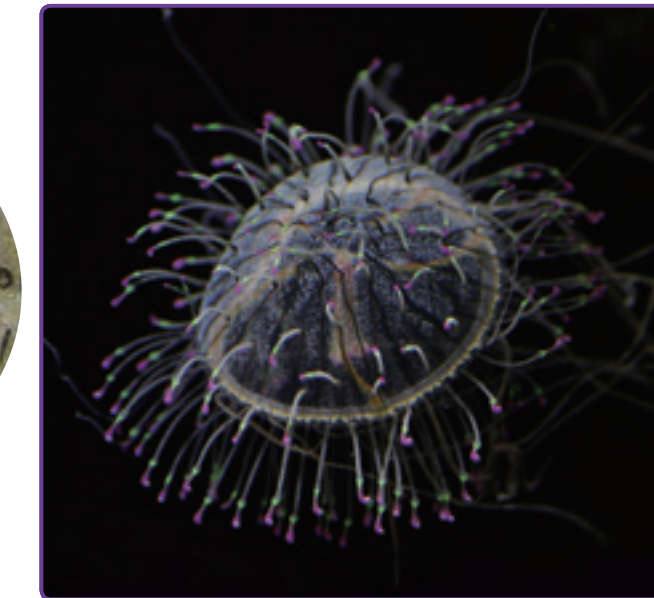
家族総出で集めたというオワンクラゲ

オワンクラゲから抽出した緑色蛍光タンパク質



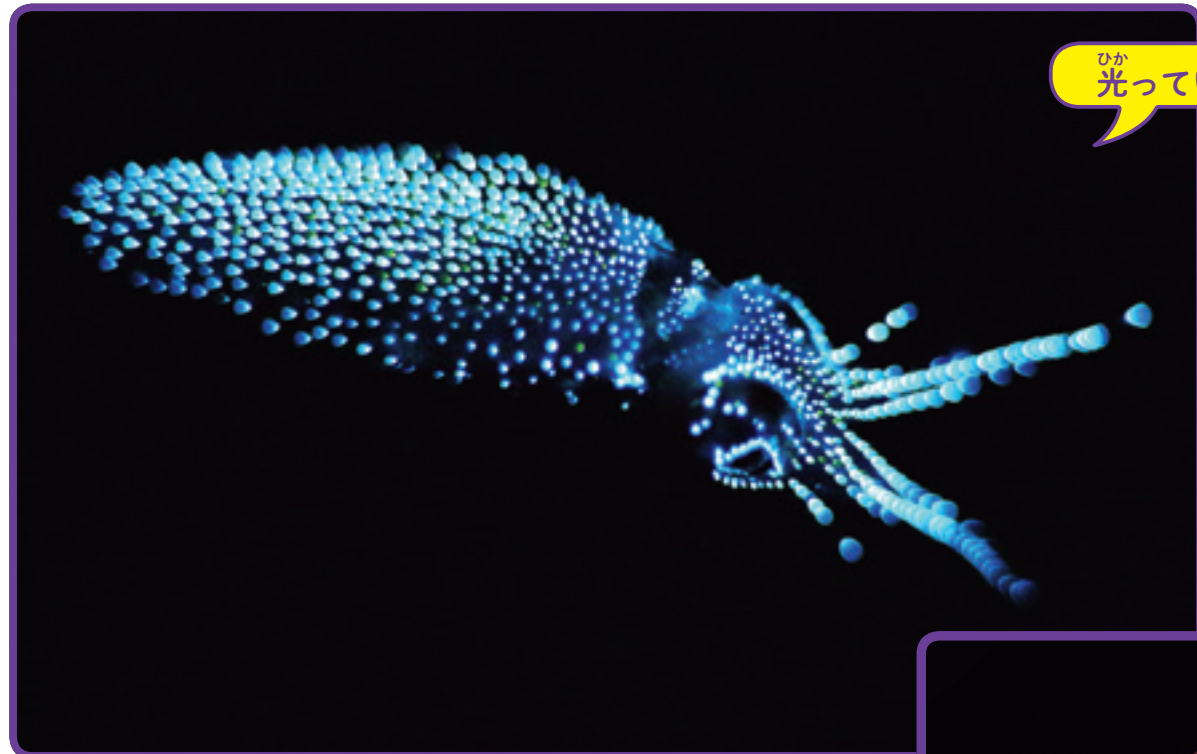
ハナガサクラゲ

光っているとき



下村博士は、講演で「なぜクラゲは光るのですか」と質問されると、「それはクラゲに聞いてくれ」と答えていました。オワンクラゲの光る理由はまだわかっていません。

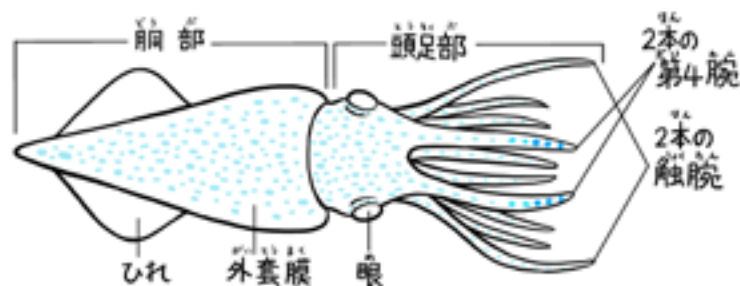
ホタルイカ



ひか
光っているとき



しょくたくでもみられるおいしいホタルイカ。多く採れるのはとやまわんと兵庫県の沿岸部など日本海側です。ホタルイカはふだんは岸から離れた遠洋におり、日中は深い海底（200～600 m）にくらし、夜になるとプランクトンなどのエサを食べるため浮上します。春先になると沿岸部へやってきて、夜になると産卵のため海面まで浮上してくるので、釣りや漁のチャンスです。ホタルイカは富山湾の春の風物詩となっています。ホタルイカは月の光を見て方向を知るとされ、春の新月（月が出ない夜）になると迷子になり、海岸に大量に打ち上げられてしまいます。これを「ホタルイカの身投げ」と呼んで、地元の人々は網や素手で拾い上げバケツ一杯にもち帰ることもあります。



からだぜんたい ひかり はな はっこう き 体全体に光を放つ発光器をもつ

ホタルイカは、巧みな光の使い手です。もっとも強い光を発する2本の第4腕の先端の発光器から放つ光で、襲ってきた相手をまどわし、目くらましをします。いっぽう体全体にひろがる数百個の小さな発光器からの光で、深海のような薄暗い海のなかで、自分の姿（シルエット）を目立たなくしていると考えられています（カウンターシェーディングといいます：P55）。また、眼のまわりにも5つの発光器がありますが、この役割はわかっていません。発光のしくみについては、およそ100年前から研究されていますが、完全には明らかになっていません。発光するイカは世界中に生息していますが、発光バクテリアの共生によって光っていたり、独自の発光システムをもっているなど、発光のしくみはさまざまです。発光バクテリアが共生しているイカでは、実験で光ることを観察できます（P66）。



だい わん せんたん つよ ひかり はな
▲第4腕の先端がもっとも強い光を放ちます。

み な はる とやまわん
▼ホタルイカの身投げ（春の富山湾）。



DATA ホタルイカ

分類: 軟体動物・頭足綱・ツツイカ目・ホタルイカモドキ科
分布: 富山湾、兵庫県付近の日本海、三陸沖の太平洋
住環境: ふだんは海底にいますが、3～5月に海面に上昇
大きさ: 体長約10cm（胴長は約4cm）
光る理由: 目くらまし、カウンターシェーディング

ホタルとその仲間

にほんじん ぶか 日本人になじみ深いホタル

暗闇のなか、ほのかな光を放ちながら飛ぶホタルは初夏の風物詩ですが、じつは冬に光るホタルもいます。また、ホタルは水辺ですぐすと思われがちですが、世界中で2,000種類ほどいるとされるホタルの仲間は、幼虫時代を水辺ですぐすものはむしろ少なく、大半は陸ですぐすします。生きる環境も、寒い所から暑い所、低地から高地までさまざまです。共通点は、たいていのホタルは一年ほど幼虫としてすごし、成虫としては1週間程度しか生きていられない、はかない命だということです。

ホタル科の仲間はおもに黄緑色の光を放ちますが、これは、ホタルがもつ発光のもとルシフェリンと酸素、エネルギー(ATP)*が、タンパク質ルシフェラーゼの助けをかりて化学反応し、発光しています(P54)。ホタルの体はじつにうまくできていて、発光器があるおなかの末端部分の皮膚(表皮)が透明になっているため、光が外に放たれるのです。日本にはおよそ50種類のホタルがいますが、さまざまな光り方をします。多くのホタルは卵、幼虫、さなぎ、成虫のどの段階でも光りますが、森に生息するオバボタルなど昼間に活動する種は、幼虫のときは発光しますが、成虫になると、においを用いて求愛するため、発光器が小さくなり発光しなくなります。

オバボタル

* ATP: アデノシン三リン酸。生きものが活動するためのエネルギー。

ゲンジボタル

ゲンジボタルは日本を代表する大型のホタルです。西日本にすむゲンジボタルは、最初のうちはバラバラに光っているのですが、少しずつまわりのホタルと発光の周期を合わせて、集団で同時に明滅します。効率よく求愛行動を行っているのです。ただし、東日本のゲンジボタルでは、集団明滅は観察されていません。なお、幼虫期は清流を好み、カワニナをエサにして育ちます。

ゲンジボタルは、源平合戦で敗れた源氏の武将が亡霊となってホタルのようにさまよったことから、その名がついたという説があります。そしてゲンジボタルより少し小さめのホタルを源平合戦で源氏と戦った平家から名前をとって、ヘイケボタルと名づけたという説もあります。

DATA **ゲンジボタル**

分類: 節足動物・昆虫綱・鞘翅目・ホタル科

分布: 北海道と沖縄・奄美などの南西諸島を除く日本列島全体

住環境: 水田の脇を流れる川とくに清流を好む

大きさ: オス幼虫/約2cm、メス幼虫/約3cm、オス成虫/約1.5cm、メス成虫/約1.8cm

光る理由: 求愛

成虫(オス・メス) 上:オス、下:メス

ヘイケボタル

卵

幼虫

さなぎ

卵・幼虫・さなぎも光るよ!

成虫(オス・メス)

左:オス、右:メス

ヘイケボタルはゲンジボタルより小さめのホタルで日本列島の広範囲に生息しますが、ゲンジボタルより少し遅い時期(北海道・東北以外では6月中旬から7月上旬、北海道・東北では7月中旬から)に発光が観察されます。オスは飛びながら0.5秒に1回程度、メスはオスの光にこたえるように植物にとまって1秒に1回程度発光します。ただし、北海道では生息密度が低く、発光の間隔は本州のものに比べて長くなります。

DATA **ヘイケボタル**

分類: 節足動物・昆虫綱・鞘翅目・ホタル科

分布: 北海道、本州、四国、九州

住環境: 水田、湿地。河川、湖沼など

大きさ: 幼虫/約1.3cm、成虫オス/約0.9cm、成虫メス/約1cm

光る理由: 求愛

イリオモテボタル

DATA **イリオモテボタル**

分類: 節足動物・昆虫綱・鞘翅目・イリオモテボタル科

分布: 西表島、石垣島、小浜島など

住環境: 民家の石垣やその周辺に生息、12~1月くらいまで観察可能

大きさ: 幼虫/1.5~2cm、成虫メス(幼虫型)/1.5~2cm、成虫オス/約0.9cm

光る理由: 求愛、警戒(卵の保護のため)

▶ (左上) メスが発光器のあるおしりをあげてオスをよんでいる所。
(左下) 成虫オス(左)と成虫メス(右)の交尾。

イリオモテボタルは1985年の冬、ホタル研究家の大場信義博士が西表島で発見し、この名がつけられました。幼虫はオス、メスともに光ります。なんと自分の体長の倍もあるヤスデを好んで食べます。いっぽう、オスは成虫になると発光しませんが、翅があるため飛びながらメスを探します。メスの成虫は草原や民家の古い石垣の隙間などにおいて、日没後15分間くらい、腹部にある発光器から光を出し、オスを誘います。交尾後、土にもぐって産卵し、弱い光を発しながら1か月ほど卵を抱えています。敵を警戒して、威嚇のために発光しているのでしょう。

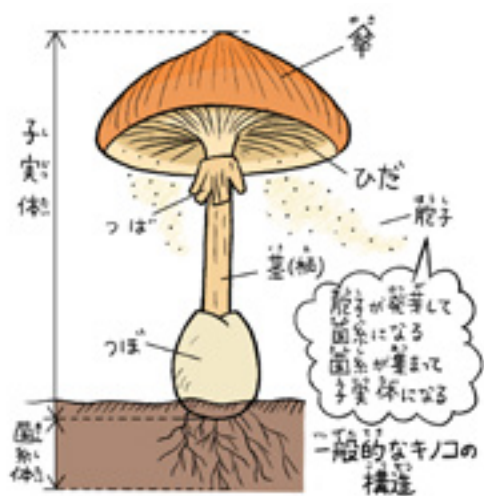
成虫(メス)

メスの抱卵

成虫(オス・メス)

夜の森にきらめく光 発光キノコ

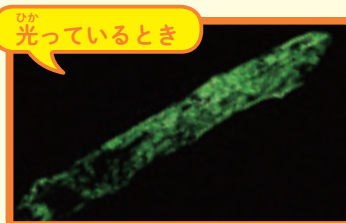
山や森を夜中に歩いていると、ぼんやりした光が見えることがあります。昔の人たちはこれを「きつね火」と呼んでいました。ひとつの説として、この正体はキノコではないかと考えられています。キノコをよく見ると、傘のひだや茎（合わせて子実体といいます）、菌糸や胞子など、さまざまな部分が緑色に光っています。江戸時代には、加賀・越中・能登（いまの石川県、富山県）の伝説や伝承を集めた『加越能三州奇談』という本に、「暗い夜道にツキヨキノタケを下げて（照らして）歩けば、夜道を歩ける」と書かれています。光るキノコは江戸時代から人びとに知られていたのでしょうか。日本はたくさんの発光キノコを見ることができます。八丈島や沖縄などでは、発光キノコを見るツアーも行われており、春から秋にかけて湿度が高い時期、とくに雨の降ったあとなどに光るキノコを観察できます。



キノコが発光するのは、光に集まってくる虫などに胞子を運んでもらうためという説や、体のなかで発生する有害な活性酸素を除去するためという説がありますが（P57）、理由はまだ明らかになっていません。

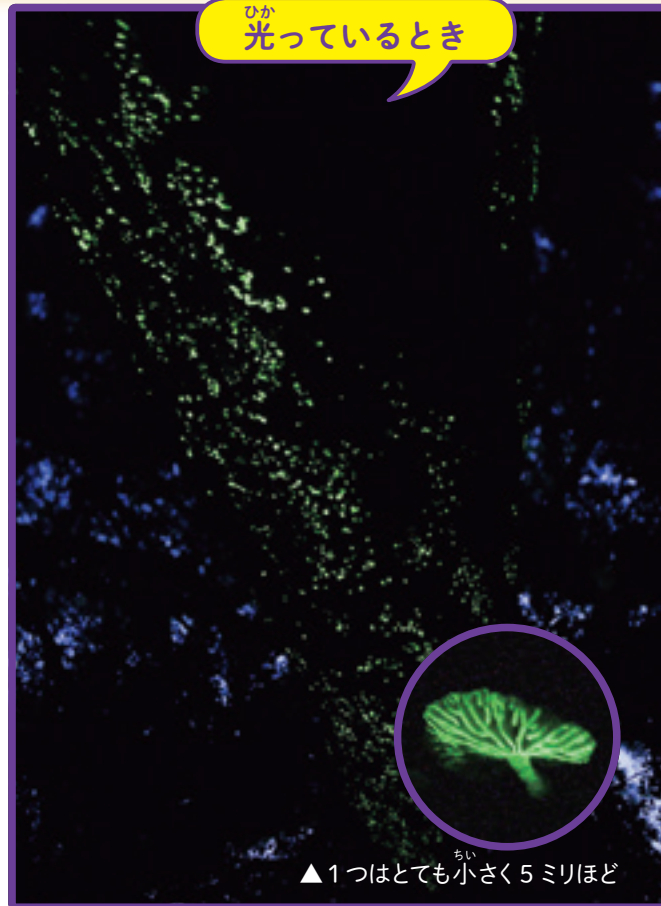
倒木も光る!

発光キノコの菌糸が朽木のなかで成長し、朽木を光らせているよ。



光っているとき

光っているとき



▲1つはととも小さく5ミリほど

ギンガタケ

ひじょうに小さなキノコ。枯れた木に無数に光るようすが銀河のようで、この名がつけられた。

DATA ギンガタケ

分類: キノコ類・ハラタケ目・クヌギタケ科
分布: 小笠原諸島、沖縄諸島、伊豆諸島、西日本など
住環境: 梅雨や秋雨の時期のスダジイの朽ちかけた樹皮
大きさ: 傘の直径2~5mm
光る理由: 不明

シイトモシビタケ

うすい茶色のキノコ。傘も柄も緑色に光る。暖かい場所、枯れたシイの木などに生える。



光っているとき

DATA シイトモシビタケ

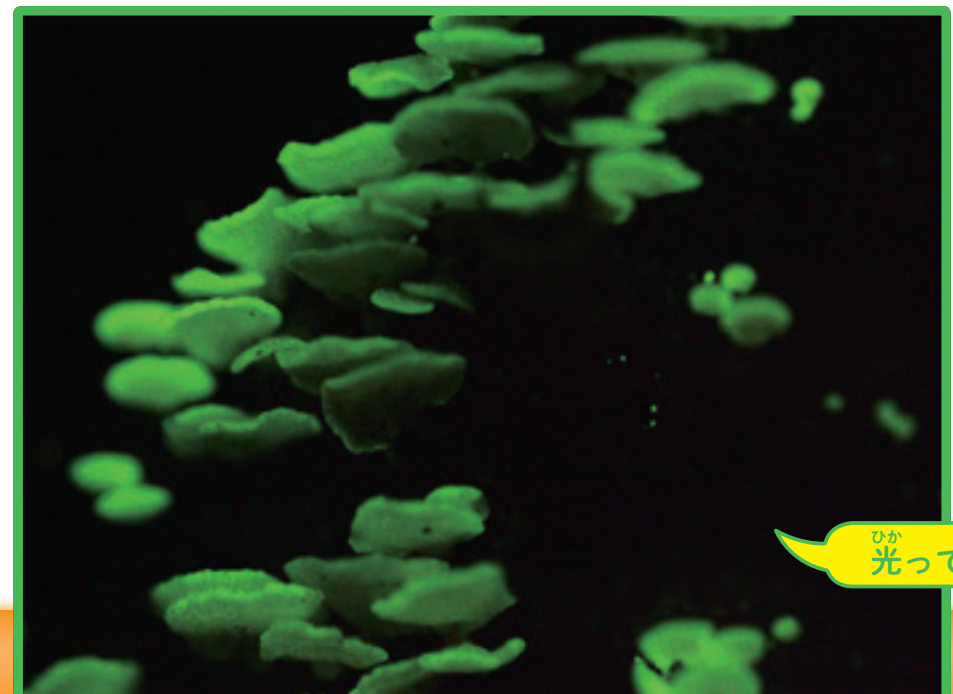
分類: キノコ類・ハラタケ目・キシメジ科
分布: 小笠原諸島、沖縄諸島、伊豆諸島、西日本など
住環境: 暖かく湿った時期に木の表面など
大きさ: 傘の直径10~30mm、高さ3~4cm
光る理由: 不明

スズメタケ

枯れたタブノキやヤブニッケイに生える半円状のキノコ。傘の裏が緑色に発光する。光が弱いので見つけるのがむずかしい。

DATA スズメタケ

分類: キノコ類・ハラタケ目・キシメジ科
分布: 小笠原諸島、沖縄諸島、伊豆諸島、西日本など
住環境: タブノキやヤブニッケイなどの枯木
大きさ: 傘の直径2~7mm
光る理由: 不明



光っているとき



メカニズムに
せま
迫る!

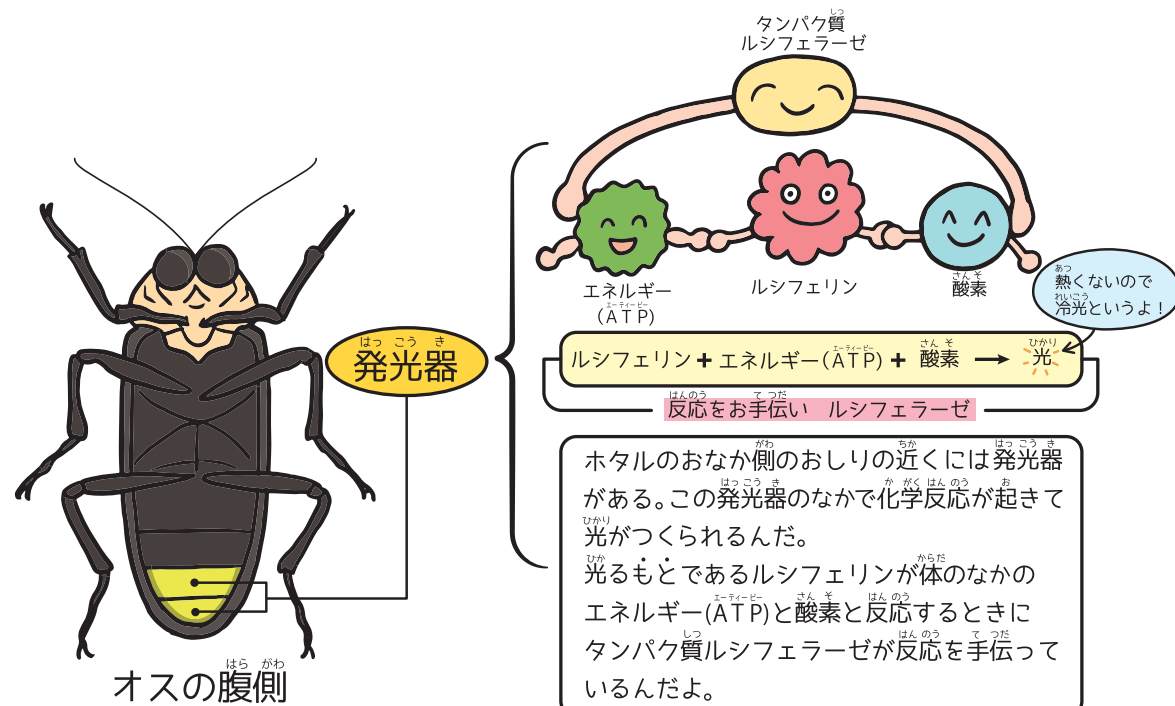
光るしくみって?

光る生きものの多くが、ホタルと同じしくみで光っています。ホタルは、体内でつくられた光のもととなる物質「ルシフェリン」が、食べたものからつくられるエネルギー(ATP)*、酸素と化学反応して発光します。このとき、タンパク質「ルシフェラーゼ」が化学反応を助けます。これらの「ルシフェラーゼ」「ルシフェリン」はそれぞれの生きものに特有のため、ホタルの「ルシフェリン」とホタルの「ルシフェラーゼ」の組み合わせは光りますが、ホタルの「ルシフェリン」とキノコの「ルシフェラーゼ」の組み合わせでは光りません。相性が大事なのです。



発光のしくみをもたない生きものたちは、エサとして光る生きものを食べることで光る能力を獲得しているものもいます(カイアシを食べるウミサボテンなど)。また、発光クラゲのなかには、発光するしくみに加えて、蛍光で光の色を変えるしくみをもつクラゲもいます。たとえばオワンクラゲなどは2種類の発光するもと(緑色蛍光タンパク質とイクオリン)があり、体のなかのカルシウムと反応して、青色の光を発したあとに緑色の光へと変えているのです(P8)。

* ATP: アデノシン三リン酸といいます。わたしたちヒトも食事からエネルギーをつくっています。



ひか もくてき
光る目的
とは?

何のために光る?

光る生きものは、何のために発光しているのでしょうか? 次のような目的があると考えられています。

- ①敵への威嚇・警告、②敵から姿を隠す(カウンターシェーディング)、
- ③敵をおどろかして、その間に逃げる(目くらまし)、④求愛・コミュニケーション、
- ⑤エサの獲得、⑥照明、⑦すみかの拡大、⑧体をサビから守るなど

1 威嚇・警告

オワンクラゲ(P8)、ミノエビ(P23)、発光ウミウシ(P26)、ウミサボテン(P28)、クモヒトデ(P29)、ヤスデ(P47)、ムカデ(P48)、鉄道虫(P41)、イリオモテボタル(P37)など



「食べてもまずいですよ」、「自分は危険な生きものですよ」ということを相手に伝えます。食べられる側の光る生きものたちの多くは夜間に活発に活動しますが、魚などに触れられた瞬間に光を発します。とくにクモヒトデは多様な光のパターンを使って、相手に警告します。陸にすむ光る生きものも負けていません。ブラジルの鉄道虫は森のなかで活動しますが、頭部の赤色光で相手をおどろかし、近づくなと警告しています。また、イリオモテボタルのメスは卵を抱いている間、体の発光器から光を放ち、敵に「近寄るな」と警告しています。

2 カウンターシェーディング

ホタルイカ(P10)、ヒカリダンゴイカ(P12)、キンメドキ(P15)、ドラゴンフィッシュ(P18)、カラスザメ(P20)、オキアミ(P21)、サクラエビ(P22)など

忍者でいう「隠れ身の術」です。忍者は闇夜に黒い服を着て自分の姿を闇に同化させたり、石垣や草木と同じ色や絵柄をまとい、カモフラージュして身を隠しますね。これと同じように、発光するサメやホタルイカは、自分がいる場所の光の強さに応じて、発光する光の量を調整して自分の姿(シルエット)を消しています。下からねらっている敵から身を守っているのです。

