

研究テーマ

生物発光のメカニズムの解明と発光物質の抽出
生物発光をモデルにした新しい発光材料の追究

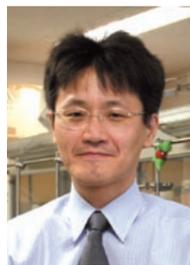
キーワード

生物発光、化学発光、ルシフェリン、ルシフェラーゼ、蛍光、バイオセンサー、バイオイメージング、分子エレクトロニクス、発光材料、超分子

所属	電気通信学部 量子・物質工学科
メンバー	丹羽 治樹 教授、平野 誉 准教授、牧 昌次郎 助教
所属学会	International Society of Bioluminescence and Chemiluminescence、アメリカ化学会、新規素材探索研究会、生物発光・化学発光研究会
E-mail	[丹羽] niwa@pc.uec.ac.jp [平野] hirano@pc.uec.ac.jp [牧] maki@pc.uec.ac.jp
研究設備	有機合成化学実験設備、蛍光分光光度計、紫外可視吸収分光光度計、光化学反応装置、ルミノメーター、放射計、電気化学分析装置、高速液体クロマトグラフ装置、ガスクロマトグラフ装置



丹羽 治樹
Haruki NIWA



平野 誉
Takashi HIRANO

研究概要

生物発光の高い効率性を化学反応で再現する

ホタルや海ホタルなど光を発する生物は800種類ほどと言われる。近年、こうした発光生物が産業界では考えられないほど高いエネルギー変換効率を実現していることに注目が集まっている。だが、発光のメカニズムが分かっているのは、まだほんの数種類の生物でしかない。より多くの発光生物の発光メカニズムを解明する

のが、当研究室のテーマの一つだ。

これまでの研究で、ホタル、海ホタル、レニラ(海シイタケ)等の発光生物では、発光物質(ルシフェリン)に酵素(ルシフェラーゼ)が作用し、空気中の酸素を使って酸化反応することによって生物発光が起きるといふプロセスが分子レベルで明らかにされている。

当研究室が特に着目しているのは、生物発光のエネルギー変換効率の高さである。人間が作り出し

たものの中で最も変換率が高いと言われる蒸気機関が30〜40%であるのに対し、ホタルの場合、80〜90%にも上ると言われる。なぜ自然の生物発光の効率が人工物では考えられないほど高いのか、今も研究の途上にある。

高効率の生物発光が産業に転用できるかどうかを探るのも重要なテーマの一つだ。

発光生物がルシフェリンとルシフェラーゼによって励起状態(高エネルギー状態)を作り、基底状態(通常のエネルギー状態)に戻る時に発光するその仕組みにおいて、いかに電子がやり取りされ、発光を制御しているのか、メカニズムが分かれば産業への活用の道筋が付けられる。

生物発光も、現象としては有機ELや発光ダイオード、半導体レーザーで光を出す仕組みと同じである。ゆえに生物発光は新しい発光材料のヒントにもなる。その観点に立ち、新しい発光材料開発の道を開く研究にも取り組んでいる。

その際、力を発揮するのが、当研究室が得意とする生物発光の化学発光への置き換えである。

単に発光物質を抽出するだけでなく、発光物質の分子構造の一部を変え、発光物質の分子構造の一部を変えて使われているのは別の酵素を用いることによって、新たな発光を得ようと試みている。

最近、ホタルの発光物質ホタルルシフェリンを変えたり酵素を変

アドバンテージ
生物発光のメカニズムをトータルに研究

生物発光と化学発光を同時に手がけているのが、当研究室の強みである。

生物発光の研究は古くから行われているが、物質レベルでの研究の歴史は意外に浅い。60年代にホタルや海ホタルなどのルシフェリンの化学構造が明らかにされ、90年代になってやっと酵素の遺伝子が分かった程度である。しかも発光の際の発光物質と酵素の組み合わせが解き明かされた生物は、片手で数えられるほどしかない。

そんな状況にあるので、発光物質の抽出のみを専門に手がけるような部分的な研究はあるが、生物発光の発光物質の抽出から酵素の解明、さらにはそれを化学発光に置き換えて、いろいろな手を加えるといった、生物発光全体を総合的に追究する研究室は世界の中でも稀有である。ちなみに酵素の研究については外部の研究室の協力を得ている。

質の抽出がある。ホタルや海ホタルなどの数種類を除けば、まだまだ分かっていない。例えばゴカイ、キノコ、ウミウシ、巻貝などの発光物質ルシフェリンを抽出し、化学構造を決める研究を進めていく。

また、ホタルルシフェリンから3色の光を得たので、さらに5色、6色に挑戦していく。バイオイメージング技術への展開も考えている。発光には酵素が必要であり、酵素には遺伝子が関与するので、通常ではとらえにくい遺伝子の働きを生物発光によってとらえる(見る)ことができるからである。

それとともに、分子エレクトロニクス研究にも展開したい。有機EL、発光ダイオード、半

今後の展開

新しい発光物質の発見と発光材料への応用

生物発光の研究は歴史的にまだ緒に付いたばかりである。無限の研究対象が広がっている。その中から今後の研究課題としては、まだ知られていない発光物



ヘイケボタル



研究室で培養したヤコウタケ。ここから新しい発光物質を探索している。



ガスクロマトグラフ



2重収束型質量分析装置



発光物質の有機合成および反応解析



高速液体クロマトグラフ



紫外可視分光光度計