

群馬大学大学院理工学府

生物発光研究室

URL : https://researchers-info.st.gunma-u.ac.jp/ees_hiyama_miyabi/

■研究テーマ

- ホタル生物発光の発光機構解明
- ホタル生息地の環境評価

■キーワード

生物発光 電子状態理論 原子分子物理

■産業界の相談に対応できる技術分野

量子化学計算 古典分子動力学計算 スペクトル解析

■キーワード

量子化学計算用ワークステーション 分子シミュレーション用計算機



樋山みやび 准教授

連絡先

環境創生部門 樋山みやび TEL 0277-30-1275 FAX 0277-30-1275 e-mail miyabi@gunma-u.ac.jp

研究概要

ホタル生物発光のメカニズム

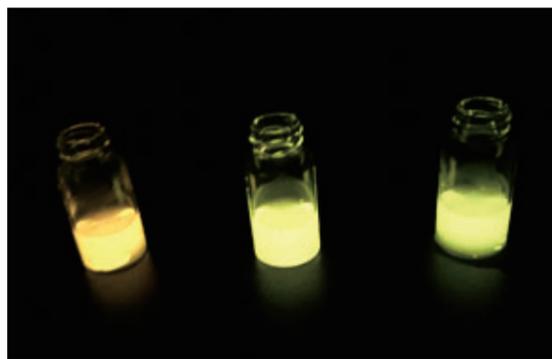


図1：ホタル生物発光：左から高温・室温・低温。温度の違いにより発光色が異なる。

生物起源の発光現象には、緑色蛍光タンパクに代表されるような励起光を利用して発光する蛍光タンパクと、ホタルなどのタンパク質酵素中の化学反応により発光が起きる生物発光があります。

中でもホタル生物発光は、温度・pH・タンパク質の変異体など環境条件の違いで異なる発光色になる(図1)ことや、反応に関与する物質は生体にとって害が少ないことから、環境、医療、バイオ

テクノロジー分野で広く利用されています。異なる発光色を示すホタル生物発光基質類似体や酵素の変異体の開発には、発光機構の解明が求められています。

吸収・蛍光・発光スペクトル測定や有機合成など化学的手法をもちいたホタル生物発光の研究は1950年ごろから本格的に行われるようになりました。しかし、タンパク質酵素内で起きる化学反応を追跡することは容易ではなく、環境条件の違いで異なる発光色になるメカニズムは依然として謎に包まれています。

ホタル生息地の環境評価

環境は、気象・土壌・水質・その場所の生態系により成り立っています。環境を理解するためには、気象の統計的な解析や土壌・水質の化学的分析だけでなく、その場所に生存する生物個体数変化の調査を必要とします。生物の中で、ホタルは、夜間に飛行し発光するため、他の昆虫よりも比較的容易に頭数を数えることができます。ホタルの発生頭数と周囲の水質や気象を調査する



図2：量子化学計算用ワークステーション。左：科研費基盤C(2021)で購入。右：科研費基盤C(2015)で購入。

ことにより、気象・水質・生物個体などの環境因子の関係が明らかになれば、まだ知られていない環境因子間の関係が発見され、環境保全や環境変化の予測に繋がると期待できます。

特徴と強み

量子化学計算と分光計測

私たちの研究室では、理論計算と実験の両面から、ホタル生物発光で起きている反応メカニズムの解明を目指して研究を行っています。群馬大学板橋研究室の吸光度計および蛍光分光光度計を利用して、ホタル生物発光の基質であるルシフェリンとその類似体の吸収スペクトルおよび蛍光スペクトルを測定することにより励起状態を調べています。

ホタル生物発光の発光量計測については、ATTO(株)との共同研究でルミノメータをもちいて測定を行っています。また、東京大学物性研究所の装置を用いて、絶対値発光量スペクトルの測定を行っています。得られたスペクトルについて、量子化学計算用ワークステーション(図2)および分子シミュレーション用計算機を用いて、量子化学計算や古典分子動力学計算により解析を行っています。



図3：発光量を測定するルミノメータ

ホタル生息地の水質分析

私たちの研究室では、赤城山山麓に位置するサンデンフォレストのホタルが自生する水域(ビオトープ)にて、2018年からホタルの観測に参加させてもらい、採水・水質分析を行っています。水質分析については、湖沼の環境基準値に係る水質調査項目および無機態窒素や無機態リンを含む無機イオン種、金属類の測定を行っています。金属類の定量計測には、群馬大学機器分析センターの誘導プラズマ発光分光分析装置を利用しています。2021年に入ってから、気象調査をするための気象計をビオトープに設置しました。

今後の展開

ホタル生物発光機構解明およびホタル生息地の環境評価に向けて

ホタル生物発光のメカニズムを解明するためには、理論研究と実験研究の両方が必要不可欠です。また、環境評価には長期的な研究が必要となります。

私たちの研究室では、学生11人(大学院生7人、学部生4人)が、それぞれ計算科学・有機化学・先端分光計測の研究室あるいは、企業やサンデンフォレストの調査員の方々との共同研究を精力的にすすめて、メカニズム解明や環境評価を目指しています。