

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 別 所 学

論 文 題 目 ホタル科におけるルシフェ  
ラーゼの遺伝子重複に関する研究

### 論文審査担当者

主 査	名古屋大学教授	小 鹿 一
委 員	名古屋大学教授	山 本 直 之
委 員	中部大学准教授	大 場 裕 一

## 論文審査の結果の要旨

生物発光現象の中でもホタルの発光は、我々に身近な現象として古来より注目されてきた。ホタルの発光は発光酵素ルシフェラーゼと基質ルシフェリンの反応により生じる。ホタルは発光酵素ルシフェラーゼを1つだけ持つと考えられていたが、最近の研究からゲンジボタルやヘイケボタルは2つのルシフェラーゼを持つことが明らかとなった。これらのルシフェラーゼ **Luc1** と **Luc2** は、分子系統解析からホタル科の共通祖先で遺伝子重複を起こして生じたことが示唆されている。しかし、新しく見つかったルシフェラーゼのグループである **Luc2** の普遍性や性質、その生理・生態学的な役割についてはほとんど分かっていない。本論文では、これらの課題について初めて詳細な検討が行われた。

まず第2章では、**Luc2** の発光色に焦点を当て、**Luc2** の性質や遺伝子の発現パターンを調べ、生態学的な役割と関連付けて考察した。**Luc1** の発光色は緑から黄色まで様々である。ゲンジボタルやヘイケボタルの成虫は発光を求愛シグナルとして使うが、これには発光色が重要であり、これらのホタルでは一般に、視覚の感受性が同種の発光色に適応していることが知られている。すなわち、**Luc1** の発光スペクトルと視覚受容スペクトルが一致している。今回、ホタルの仲間のうちもっとも黄色く光るグループであるヒメボタルを用いて、**Luc1** と **Luc2** の発光色が大きく異なることを見出した。このことから、ホタルは自身の **Luc2** による発光を見ていないことが示唆された。さらに、遺伝子発現パターンを調べることで、**Luc2** は動けないステージである卵や前蛹、蛹の時期に発現していることが明らかとなった。これらのことは、**Luc2** は動けないステージにおける防御として、他の生物に対する警告シグナルとしての役割を持つことを示唆している。

第3章では、これまでに **Luc2** が見つかったホタル亜科とは遠縁なマドボタル亜科のホタルでも **Luc2** が存在すること、さらに **Luc1** と **Luc2** の遺伝子発現パターンが両方の亜科で大まかに一貫していることを見出した。現在、ホタル科は6つの亜科から構成されている。分子系統解析から、ホタル亜科+ミナミボタル亜科+クシヒゲボタル亜科とマドボタル亜科+Photurinae 亜科+Amydetinae 亜科の2つの大きなグループがホタルの進化の初期に分岐したことが示唆されている。本論文では、**Luc2** が調べられたホタル亜科とは系統的に離れているマドボタル亜科のヤエヤママドボタルにも **Luc2** が存在することを見出した。さらに、ヤエヤママドボタルの **Luc1** と **Luc2** の遺伝子発現パターンがホタル亜科のそれらと同様に、**Luc1** は幼虫～成虫の発光器で、**Luc2** は動かないステージの全身で発現していることを発見した。

第4章では、本研究成果と過去の知見を俯瞰し、総合考察を行った。分子系統解析と遺伝子発現パターンの共通性から、**Luc1** と **Luc2** はホタル科の共通祖先で遺伝子重複を起こした後、オリジナルの遺伝子が担っていた機能を役割分担するようになる機能分化 (subfunctionalization) により、異なる遺伝子発現パターンを獲得したとい

う仮説が浮かび上がった。つまり、Luc1 の幼虫～成虫における発光器での発現と、Luc2 の動かないステージにおける全身での発現がそれぞれ獲得されたというものである。これを支持する傍証はいくつかあるが、まだ調べられていない亜科からの Luc2 の発見とその発現パターンの比較を行うことで、今後この仮説を検証していく必要がある。

本博士論文は、生物発光の新たな側面に光を当てたもので、当該分野において新規性、独自性等の高度の学術的価値を有するとともに、今後の当該分野の発展に大きく貢献するものであり、博士（農学）に相応しい内容であると判断した。

## 試験の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 第 号	氏名	別所 学
試験担当者	主査 小鹿 一、山本直之、大場裕一		
<p>(試験の結果の要旨)</p> <p>平成29年 2月10日学位審査委員会において、主論文の内容を中心としてこれに関連する科目の学識および研究能力について試問し審査した結果、合格と判定した。</p>			