

ディビジョン番号	6
ディビジョン名	有機化学

大項目	12. 光化学
中項目	12-2. 物性・材料
小項目	12-2-4. 生物発光、化学発光

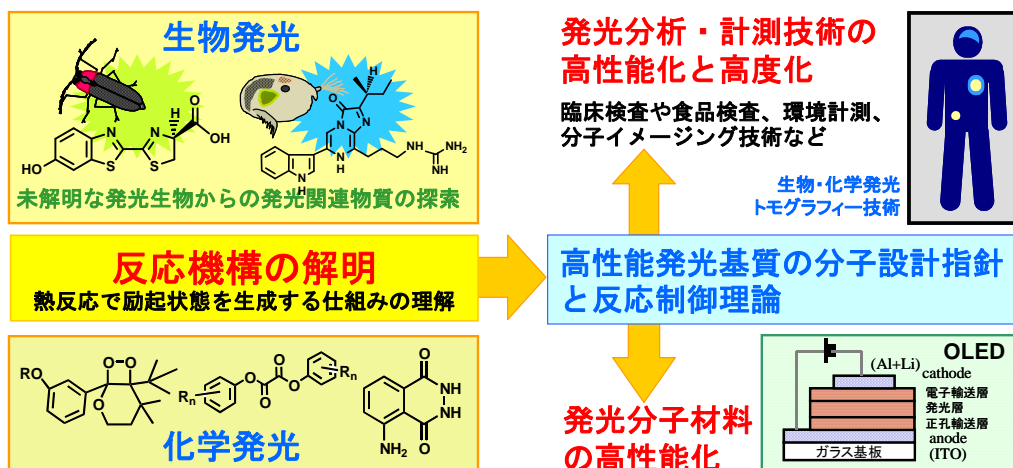
概要（200字以内）	
<p>生物・化学発光の反応機構解明は、発光分析・計測技術の物質基盤を支える研究課題である。最前線では、反応機構における高量子収率化のための電荷移動機構の検証が進展している。また、生物発光における幾つかのルシフェラーゼの結晶構造が明らかにされ、反応制御機構の解明が進んでいる。これらの結果は高性能発光基質の分子設計指針と反応制御理論の確立に繋がり、応用技術の高性能化や高度化に物質側から貢献すると期待される。</p>	
現状と最前線	
<p>生物発光と化学発光は、発光基質からの熱反応によって励起分子を与え、ここから発光する現象である。特に、発光生物が持つ基質ルシフェリンが酵素ルシフェラーゼの作用で反応し、発光する場合を生物発光と呼ぶ。両者は「自発光性」であるため、これらを利用した分析・計測技術はバックグラウンドが低く、高感度である特徴を持つ。生物・化学発光は、発光反応を開始させる因子、例えば酵素反応や遺伝子発現、活性酸素の発生などをモニターする形で用いられる。実際に、臨床検査や食品検査、環境計測、分子イメージング技術など広い分野で利用される重要な基盤技術となっている。</p> <p>光化学の視点では、生物・化学発光の特徴である熱反応で励起状態を生成する仕組みの理解が重要である。この反応機構の知見を発光基質の分子設計指針に活かすことで、物質サイドから発光分析・計測技術の発展に貢献できるであろう。</p> <p><u>生物発光研究の最前線</u>：350 属以上確認されている発光生物の中で、ホタルやウミホタルなど数種の生物の発光関連物質が明らかにされている。ルシフェリン側の研究では、最近、生物発光が示す高量子収率や発光色制御の仕組みを説明する反応機構が明らかにされつつある。特に、高量子収率を説明するために提唱された電子交換化学励起 (CI-EEL) 機構は、電荷移動 (CTIL) 機構に修正され、その検証が進められている。ルシフェラーゼの研究では、近年ゲンジボタルルシフェラーゼの基質複合体など幾つかのタンパク質結晶構造が明らかにされ、ポリペプチド分子環境場による発光反応制御機構の解明が進展している。</p>	

化学発光研究の最前線：既存の化学発光基質の多くは、その反応機構が不明であったが、近年詳細な反応機構研究が活発になっている。特に、生物発光と同様の CTIL 機構に関連し、量子化学計算と精密な反応解析による化学励起過程に関する研究が進展している。また、ジオキセタン化合物を中心に化学発光の高性能化のための構造活性相関の研究も進んでいる。

課題：生物・化学発光機構の解明は、高性能発光基質の分子設計を可能にするため重要課題である。高性能発光基質は、発光分析限界を下げ、基質量を節減するなどに役立つだろう。医療分野では、PET に替わる生物・化学発光トモグラフィー技術を進歩させる可能性もある。

未解明な発光生物からの発光関連物質の探索は重要な課題であり、この課題に取り組むことで新規な発光機能の発見が期待される。

生物・化学発光の化学励起過程には電子移動が重要な役割を果たしている。この化学励起機構の概念を有機ELなどの発光材料開発に応用することは重要課題である。これにより、発光分子材料の高性能化のための設計理論を構築できる可能性がある。



最近、生物・化学発光に関する教科書が出版された [今井一洋, 近江谷克裕編著, 「バイオケミルミネッセンスハンドブック」, 丸善 (2006)]。

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
- ◇生物・化学発光の反応機構解明、及び発光基質の分子設計指針と反応制御理論の確立
  - 特に、化学励起過程とルシフェラーゼによる超分子化学的反応制御の仕組みを理解
- ◇生物・化学発光の化学励起機構の概念を応用した発光分子材料の開発
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
- ◇未解明発光生物からの新発光機能の抽出と実用化
- ◇生物・化学発光の時間軸・空間軸・量軸同時解析によるトモグラフィー技術の実用化

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、化学励起

(執筆： 平野 誉 )