

2008年 12月 25日

サイエンスX'mas

ホタルの光が未来を照らす



東邦大学 理学部 化学科
齋藤 良太

身のまわりの光(人工の灯り)

むかし ← 発見(はっけん)・発明(はつめい) → いま



たいまつ ロウソク オイルランプ ガス灯(がすとろ) 電球(でんきゅう) 蛍光灯(けいこうとう)

燃焼(物質の酸化反応)による熱放射 電気による熱放射, 放電

これらの光を生み出すには大きなエネルギーが必要

身のまわりの光(自然の光)



太陽(たいよう) 核融合 星のかがやき 爆発, 太陽光の反射など 月あかり 太陽光の反射 オーロラ 真空放電

これらの光にも大きなエネルギー源がある




ホタル ウミホタル ホタルイカ

光る生き物はどのようにして光エネルギーを生み出しているのだろうか?
(光る生き物が光るために必要としているものはなんだろうか?)

発光生物の研究を発展させた重要な発見

デュボワの実験(1885)



発光器をすり潰す

A液: 冷水中光らなくなるまで放置

B液: 光り終わる前に熱湯抽出

A液 + B液 → まぜる → 発光!

A液: 熱に不安定な物質(酵素を含む)

B液: 熱に安定な化学物質を含む

「ルシフェラーゼ」「ルシフェリン」 ルシフェリン-ルシフェラーゼ反応

ホタルはみんなルシフェリン-ルシフェラーゼ反応で光ってる



ミヤコマドボタル ヒメホタル ゲンジボタル アメリカのホタル

ルシフェリンの化学構造

O=C(O)C1=NC2=C(N1)N=CN=C2S

ルシフェリン-ルシフェラーゼ反応を体験してみよう



A液: 水にとかす B液: 水にとかす

1 ml ① ② 1 ml

バイオテクノロジーによって合成したルシフェラーゼがふくまれている

かがくごうせい化学合成したルシフェリンがふくまれている

ルシフェリン-ルシフェラーゼ反応は化学反応

(ホタルのおしりでおこっている反応のようす)

ルシフェリン + O_2 → 光エネルギーを蓄えた発光体

ルシフェラーゼ(酵素)

光の放出

ホタルの光はルシフェリンと酸素との化学反応によって生み出されている

酸素との反応によって発光体ができるまでの道すじ

ルシフェリン

高エネルギー中間体

発光体(基底状態)

発光体(励起状態)

光

光エネルギーの放出

化学薬品で様々な色のホタルの光を作ってみよう

A-1液 1 ml

A-2液 1 ml

A-3液 1 ml

B液 1 ml

化学薬品による発光: 化学発光

プラスチック製外筒

ガラス製内筒

A液 (蛍光物質など)

B液 (活性化剤など)

おひか折ると光るケミカルライト

過シュウ酸エステル (化学物質) + H_2O_2 (過酸化水素 酵素のかわり) → 化学反応 → 光エネルギーを発生

<ホタルの発光> ルシフェリン (化学物質) + O_2 (酸素) → 化学反応 → 光エネルギーを発生

生物発光の先端領域への応用

生体内微量成分の高感度検出

※ATP(えーていーピー) すべての生き物がもっているエネルギーのみなもと

バイ菌の検出(ATPの検出)

CC(=O)N1C=NC2=C(N1)S(=O)(=O)C=C2O

ATP, Mg^{2+} , O_2

ルシフェラーゼ

+ light

KIKKOMAN 「ルミテスター」

ホタル生物発光から発光デバイスへの展開

有機EL材料

電子の移動によって光エネルギーをたくわえた分子を生み出している

ホタルの発光反応もおなじ原理で発光体を生産している

電子受容体 (電子受けようたい)

電子供与体 (電子くわよたい)

発光体 (へいこうたい)

ホタルに学ぶ省エネと環境保全

省エネルギー 光エネルギー変換効率

白熱電球	10%
蛍光灯	20%
発光ダイオード	30%
ホタルの発光	88%

ホタルの発光原理を利用した省エネ光源の開発 → 二酸化炭素の排出量が減り、地球温暖化防止につながる

環境保全

緑の減少、水質汚染 → ホタルの数が減少 → 地球温暖化

豊かな自然、きれいな水 → ホタルが住める環境づくり = 地球温暖化防止

「化学物質」から何を連想しますか？

爆発性、環境汚染、活性酸素、毒物・劇物、危険物、有機物質、異臭物質、麻薬、発ガン性物質、人丹

「化学物質」は悪者？

ビタミン タンパク質 アミノ酸
ポリフェノール メントール
ポリアセチレン
DNA

これらもすべて化学物質

地球上のすべてのものは化学物質である！

使い方次第で「善」にもなるし「悪」にもなる

生物
化学物質
生命活動
化学反応

Fin.

We wish you a merry Christmas and a happy new year!