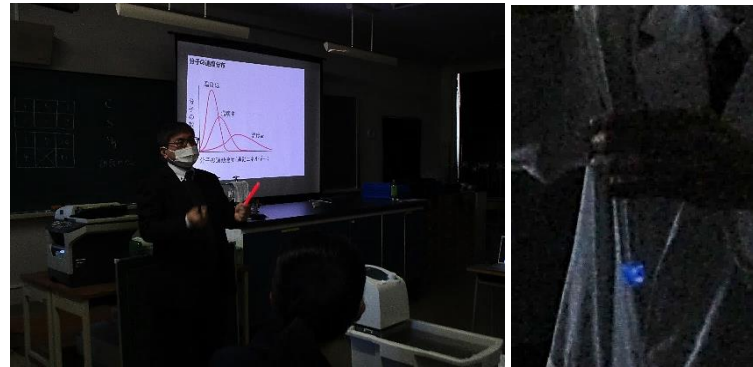


## < SS-Lecture 講座4 >

### 化学発光と生物発光

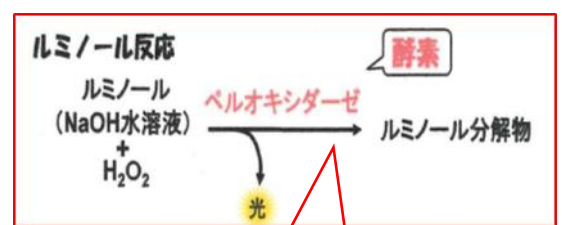
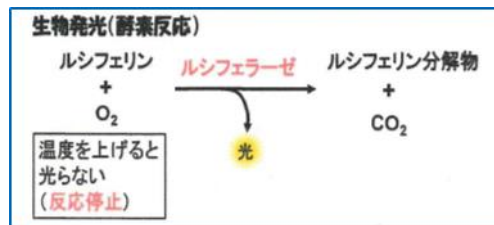
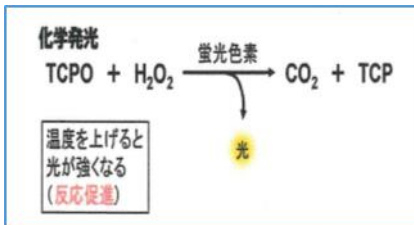
3月18日(土)に群馬大学教育学部の日置英彰教授とTAの大学生を6名お招きして、「化学発光と生物発光」についての講義と実験を行いました。研究室のTAの方々によるアドバイスも受けながら、グループ毎に仮説を立て、実験を行うことで仮説を検証し、考察するという探究的な活動でした。



左：ケミカルライトの光 右：ウミホタルの発光

#### (事前学習)

- 化学発光とは、化学反応にともなって光を発生する反応。代表例はケミカルライトなどに用いられるTCPOの発光。また、ホタル、ウミホタルなどの生物による化学発光の事を生物発光という。生物発光の多くは酵素のはたらきによるものである。
- 一般的な化学発光は反応温度を上げると発光が強くなる  
⇒反応速度が大きくなるため
- しかし、化学発光の一種である生物発光は温度を上げると発光しなくなる  
⇒酵素が失活するため



今回はルミノール発光を実験

#### (今回の課題)

##### 実験A

- ← ルミノール液 1mL
- ← 過酸化水素 1mL
- ← ペルオキシダーゼ 1mL
- ← 80°C 1分間加熱
- ← 室温に戻す

##### 実験Aの結果

加熱すると最初強く光ったが、1分程度加熱すると光らなくなった。  
常温でもほとんど光がなかった。

##### 実験B

- ← ルミノール液 1mL
- ← 過酸化水素 1mL
- ← ペルオキシダーゼ 1mL
- ← 80°C 1分間加熱
- ← 室温に戻す

##### 実験Bの結果の予想

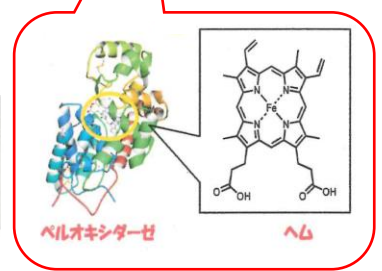
[ 光る・光らない ]

そう予想した理由

ペルオキシダーゼが変性して失活するのは変わらないから。

実験Bの結果

光った。加熱した瞬間強く光った(?!)  
変性していない



実験Aと実験Bの結果を比較して、探究してみたいことはありますか？  
どんなことを探究してみたいか書いてください。

なぜペルオキシダーゼが変性したのか  
→ 温度？ 時間？  
結合中に変性しない？  
ペルオキシダーゼとルミノール、過酸化水素水  
とをそれぞれ混ぜて加熱

多くの班が「光らない」と予測した実験Bが発光。  
疑問や課題を設定して実験してみよ



(Jamboard を使い実験の記録 & 結果共有)

11班 実験1		実験2		実験3		実験4		実験5		11班②実験6		実験7	
課題		課題		課題		課題	ペルオキシダーゼとヘム水溶液の違い	課題	すぐ消えた理由を探る	課題		課題	
仮説	ペルオキシダーゼとルミノールまたは過酸化水素が結合しているときに酵素が変形すると思われるから光る	仮説		仮説		仮説	変わらない	仮説	ヘム水溶液が使い切られた	仮説	過酸化水素水と一緒に水素を加熱すると変性する	仮説	
実験計画と結果	計画 ①ルミノール液1ml + 過酸化水素水1ml を1分加熱 ②ペルオキシダーゼ1ml を1分加熱 ①②を常温にする ①②を混ぜる 結果 弱く光った	実験計画と結果 計画 ①ペルオキシダーゼ1ml + ルミノール液1ml を1分加熱 常温に戻す 過酸化水素水をまぜる 結果 光った	実験計画と結果 計画 ①過酸化水素水1ml + ペルオキシダーゼ1ml を1分加熱 常温に戻す ①をルミノール液とまぜる 結果 光らなかった →実験cとする	実験計画と結果 計画 ペルオキシダーゼをヘム水溶液に置き換えて 強く光った 加熱前にすぐ消えた 加熱する 光らないまま	実験計画と結果 計画 光が消えたあとに①ヘムを1ml追加する 光った ②過酸化水素を追加 光らなかった ③ルミノールを追加 光らなかった	実験計画と結果 計画 実験cをヘムに置き換える 過酸化水素1ml+ヘム水溶液1mlを加熱 その溶液にルミノール液追加 弱く光った	実験計画と結果 計画 実験6と同様に過酸化水素を4mlに増やす 光らなくなった						
考察		考察		考察	実験1, 2, 3からペルオキシダーゼと過酸化水素水を合わせて加熱すると変性する	考察		考察	ヘム水溶液が使い切られていた	考察		考察	ヘム水溶液が変性した

考察と結論

実験1,2,3から過酸化水素水とペルオキシダーゼを加熱することで、変性する。

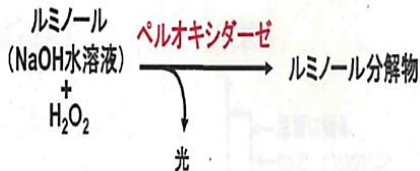
過酸化水素水とヘムを過酸化水素水と加熱することで、ヘムの一部が変性する

過酸化水素水とヘムを過酸化水素水の割合を高めて加熱することで、変性する。

実験Aのペルオキシダーゼをヘム水溶液に置き換えることで、強く光り、すぐ消えた。  
ここにヘムを加えることで、再び光った。(過酸化水素水とルミノールを加えても光らなかった。)  
⇒ヘムが使い切られたのか  
⇒ペルオキシダーゼのヘムの部分が過酸化水素水と反応。



まとめ：ルミノール反応



まとめ

この反応は化学発光で、ペルオキシダーゼ中のヘムが触媒している。  
ペルオキシダーゼ中のヘムは過酸化水素と加熱すると分解する。

(受講した生徒の感想)

・対照実験になっているかをしっかりと確認しながら実験を進めることができると良いと思った。1度の実験で結論を導くのではなく、多角的な視点を持って考察していくことが大切だと思った。  
・最初のうちは酵素による反応だと思っていたのでヘムや他のペルオキシダーゼ中の成分が影響している可能性を考慮できなかった。まだまだ”批判的思考力”が足りないと思った。普段の授業ではここまで長い授業時間で、結果を踏まえた実験をするという機会があまりなかったのも、とても勉強になったし、楽しかった。