

平成27年度
ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI
(研究成果の社会還元・普及事業)
実施報告書

HT27025 私たちクラゲ研究隊2015 ～生命の始まりと不思議な光を観察しよう～



開催日：平成27年8月1日(土)

実施機関：宮城教育大学

(実施場所) (理科実験棟)

実施代表者：出口 竜作

(所属・職名) (教育学部・教授)

受講生：小学5・6年生17名、中学生9名

関連URL：<http://renkei.miyakyo-u.ac.jp/hirameki/>

【実施内容】

【プログラムの構成や実施において、留意・工夫した点】

- ・受講生が積極的に顕微鏡観察を行えるように、光学顕微鏡1台と双眼実体顕微鏡1台を全員に渡し、自由に使用してもらった。また、受講生の活動を補助し、疑問や質問にすぐ答えられるように、実施協力者(大学院生・学部学生)8名を配置した。
- ・画像、ムービー、イラストなどを多用したスライドを用い、クラゲの形態・生態・生殖などについて分かりやすく解説した。また、簡単なワークシートを配付し、観察した内容や気づいた点などを記録できるようにした。
- ・顕微鏡観察とスライドによる解説を交互に行い、受講生の集中力が途切れないようにした。
- ・児童や生徒が参加しやすいよう、夏休み開始直後の土曜日に実施した。また、公共交通機関(バス)の利用のほか、保護者による自家用車での送迎や駐車場の利用を可能にした。
- ・生きたクラゲから発せられる蛍光(GFPの蛍光)を観察するなど、最先端の研究にも触れてもらった。
- ・クラゲなどのマイナーな生物における基礎研究が、現在の最先端の応用研究(医学・農学など)に活かされていることを説明し、基礎研究の重要性についてアピールした。

【スケジュール】

- 10:00～10:15 受付
- 10:15～10:30 開講式(あいさつ、自己紹介、科研費の説明)
- 10:40～11:30 クラゲの(雌雄)の形態、放卵・放精、受精の観察(光学顕微鏡)
- 11:30～12:30 昼食(希望者は自由に顕微鏡観察)
- 12:30～13:15 卵割の観察(光学顕微鏡)、放卵・放精、受精、形態形成の説明(スライド)
- 13:25～14:15 プラヌラ幼生の観察(光学顕微鏡)、ポリプの観察(双眼実体顕微鏡)
ライフサイクルの解説(スライド)
- 14:15～14:55 クッキータイム
- 14:55～15:25 GFPの観察(蛍光顕微鏡)、GFPの解説(スライド)
- 15:25～15:50 修了式(質疑応答、まとめ、未来博士号授与、おみやげ配付、アンケート記入)
- 15:50～16:50 クラゲの飼育方法の説明、クラゲの配付

【実施の様子】

今年度の企画には、募集人数 24 名をはるかに上回る応募があったが、実験器具や会場などの都合から、先着 26 名までの参加を認めることにした。結果的には、受講生の兄弟姉妹や保護者などの参観者、実施代表者・実施協力者を合わせ、50 名以上が会場となった生物学第 1 実験室に集合した。開講式では、実施者側のメンバーの自己紹介に引き続き、テーブルごとに受講生同士の自己紹介も行い、緊張がほぐれたところでプログラムを開始した。

最初の観察では、エダアシクラゲを観察用のチャンバー（直径 50mm のシャーレに厚さ 1mm の両面テープを「口」の字の形に貼り付け、直径 35mm のシャーレのふたをかぶせたもの）に入れて配付した（図 1）。エダアシクラゲにはメスとオスがいますが、赤（メス）と青（オス）のシールを貼った別々のチャンバーに入れて配ることにより、区別をつけやすいようにした。受講生には、エダアシクラゲの体のつくりを光学顕微鏡で観察し、雌雄で共通する部分（傘、触手、口、胃腔など）を確認してもらった後（図 2）、雌雄で異なる部分（口柄の周囲に存在する卵巣と精巣）を見いだしてもらった。



図 1



図 2

配付したエダアシクラゲは、受講生が観察を開始した後、15 分程度で精子を、20 分程度で卵を放出するよう、明暗時間を制御していたものである。まずはオスが精子の放出を開始し、続けてメスが卵を放出した。エダアシクラゲが放出する卵や精子の量が多いため、この観察は容易だと考えていたが、一部のメスが卵を全く放出しないというアクシデントがあり、放卵の過程を観察できない受講生が生じた。このような受講生には、予備として飼育していたメス個体に暗刺激をかけ、少し後に放卵過程を見てもらった。

次に、精子を卵に加えた後の受精の様子を観察してもらった。エダアシクラゲでは、未受精卵は精子を激しく誘引するのに対し、受精卵は精子誘引活性を失うとともに、粘着性を帯びて容器や他の卵に付着することが知られているが、全ての受講生はこれらの過程をうまく観察してくれた。この段階で昼休みにしたが、受精卵が 2 細胞期に至るのはおおよそ 30 分後だと説明したところ、多くの受講生は昼食を急いで済ませ、卵割過程を見逃さないように実験室に戻ってきた。

午後は、卵割の様子（多くは 4～8 細胞期に至っていた）を観察した（図 3）。その後、スライドを用いてエダアシクラゲの採集場所や採集方法を紹介するとともに、クラゲの放卵・放精、受精、発生（受精卵がプラナラ幼生に至るまでの過程）について解説した。特に、クラゲの放卵・放精については、光が引き金になっている点はいずれの種でも共通しているものの、暗から明への移行（明刺激）に反応するタイプと明から暗への移行（暗刺激）に反応するタイプがあること、どちらのタイプかは通常は種ごとに決まっているが、エダアシクラゲのように両タイプが混在している種もあること、その違いの要因を解明しようと研究を進めていることなどを説明した。



図 3

トイレ休憩をはさみ、受精 1 日後のエダアシクラゲのプラヌラ幼生と数日後のタマクラゲのプラヌラ幼生を光学顕微鏡で観察してもらった。エダアシクラゲのプラヌラ幼生は小さく、ずんぐりしていて、不透明であるのに対し、タマクラゲの幼生は少し細長く、透明性が高い。そういった違いはあるものの、ともに繊毛を使って遊泳するという共通点があることを確認した。

引き続き、エダアシクラゲのポリプの入ったプラスチック容器を配り、双眼実体顕微鏡で観察してもらった。エダアシクラゲのポリプ同士は、ストロンと呼ばれる根のような構造でつながって群体を形成している。受講生は、小さなイソギンチャクのようなポリプをすぐに発見していたが、何の説明もなく観察をしてもらったため、これが一体何なのか（そもそも動物なのか）分からなかったようである。一部のポリプの側面にはクラゲ芽が付いており、クラゲと同様に眼点が見られる。このようなクラゲ芽の存在を確認してもらった後、実は先ほどから観察をしているエダアシクラゲは、このポリプと「同一種」であり、クラゲ芽がクラゲになった後にポリプから遊離し、クラゲとして単独で生活するようになるという説明をした。最後に、エダアシクラゲのライフサイクルには、有性生殖を行うクラゲ世代と、無性生殖を行うポリプ世代があること、タマクラゲも同様であるが、ポリプはムシロガイという巻貝の貝殻上のみ特異的に形成されることなどをスライドを用いて解説し、生殖という現象の複雑さ、面白さを感じてもらった。有性生殖と無性生殖は、中学校 3 年生での学習事項であり、今回の受講生の多くは小学生であったが、画像、ムービー、イラストなどを盛り込んだスライドを用いたため、説明した内容については十分に理解してもらえたのではないかと考えている。

クッキータイム中は、実施者側のメンバーと参加者が別室に移動し、飲食をしながら親睦を深めた。その後、蛍光顕微鏡にカメラとプロジェクターを接続し、顕微鏡像をスクリーンに映し出せるようにして、クラゲに存在する GFP (緑色蛍光タンパク質) の観察をおこなった。青色光を照射すると、エダアシクラゲはほとんど蛍光を出さないが、タマクラゲの傘や生殖巣、*Clytia* というクラゲの生殖巣 (図 4) や眼点周辺などには強い緑色の蛍光が観察できることを全員で観察した。続いて、スライドを用いてオワンクラゲの GFP 発見に至った経緯や、GFP の先端研究への応用例などについて解説し、基礎研究の重要性についてアピールした。また、GFP が現在の生物学において、なくてはならないツールになっている一方で、クラゲ自体における GFP の生理的意義は全く分かっていないことなどを述べた。



図 4

修了式では、クラゲについての様々な質問に答え、本日の内容についてまとめた後、未来博士号の賞状授与、おみやげ用のグッズの配付、アンケートへの記入などを行った。

記録的な暑さが続いていたため、温度変化に弱いクラゲを自宅で飼育することは難しいと説明したが、受講生のほぼ全員がクラゲを持ち帰ることを希望したため、飼育・維持の方法を説明した上で、タマクラゲ、エダアシクラゲ、シミコクラゲなどを配った。これらのクラゲが受講生の科学的好奇心のさらなる喚起に役立ったことを願っている。

【事務局との協力体制】

- ・事務局は実施時期の調整、広報活動、参加者申し込みのとりまとめ、保険加入、予算執行にあたり教員に対して全面的に協力し、効率的で円滑な事業の実施が可能であった。
- ・地元情報誌「ままばれ 宮城版」に案内情報を掲載した。
- ・体験イベント in 大学 原稿のご依頼し、HPやパンフレットに掲載した。
- ・県内の小・中・高や各教育施設（美術館・博物館・図書館など）にチラシを配布した。
- ・学都「仙台・宮城」サイエンスコミュニティのHPに案内情報を掲載し、広報を行った。
- ・本学の専用HPを立ち上げ広報を行った。本学のツイッター・フェイスブックに記載した。
- ・同担当が、参加者の父兄との連絡調整の一部を行った。
- ・同担当が、会場案内の立て看板を作成した。

【広報体制】

- ・地元情報誌「ままばれ 宮城版」に案内情報を掲載した。
- ・体験イベント in 大学 原稿のご依頼し、HPやパンフレットに掲載した。
- ・県内の小・中・高や各教育施設（美術館・博物館・図書館など）にチラシを配布した。
- ・学都「仙台・宮城」サイエンスコミュニティのHPに案内情報を掲載し、広報を行った。
- ・本学の専用HPを立ち上げ広報を行った。本学のツイッター・フェイスブックに記載した。
- ・いくつかの学校については、直接チラシを持参し、児童・生徒への配布を依頼した。

【安全体制】

- ・本企画には特に危険な作業は含まれていないが、実習中には、各テーブルに実施協力者（大学院生・学部学生）を配置し、安全に気を配ってもらった。
- ・受講生・参観者・実施代表者・実施協力者の全員がレクリエーション保険に加入した。

【今後の発展性、課題】

- ・クラゲの生殖・ライフサイクルと GFP を主なテーマにした企画を何年か連続で行っているが、受講生には毎回好評である。来年度以降もさらに内容に工夫をこらし、科研費による研究の成果を社会に還元したい。
- ・今年度の企画では、放卵・放精、受精、卵割などの観察のために、これまで用いていたタマクラゲではなく、エダアシクラゲを使うようにした。エダアシクラゲはタマクラゲよりも大型で、より多くの卵や精子を放出するため、これらの諸過程は観察しやすかった。しかし、上述のように、暗刺激をかけても卵を放出しない個体があった。この要因を突き止め、来年度からの実施の際には、このような事態を防ぎたいと考えている。

【実施分担者】 なし

【実施協力者】 8名

【事務担当者】 大矢 麻喜（研究・連携推進課 研究協力係員）