

平成29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

HT29020 私たちクラゲ研究隊 2017 ～生命の始まりと不思議な光を観察しよう～



開催日：平成29年7月29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) (宮城教育大学・教授)

受講生：小学生11名、中学生12名

関連URL：

### 【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】

- 光学顕微鏡1台と双眼実体顕微鏡1台を受講生各人に渡し、積極的に顕微鏡観察を行えるようにした。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、4名の実施協力者(学部学生)を配置した。
- 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してもらえるようにした。また、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。
- 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。
- 生きたクラゲの緑色蛍光タンパク質(GFP)の観察などを通して、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。
- 自宅でも観察や研究が続けられるよう、希望者にはクラゲのみならず、人工海水やアルテミア(エサ)を持ち帰ってもらった。

#### 【スケジュール】

- 10:00～10:15 受付
- 10:15～10:35 開講式(あいさつ、自己紹介、科研費の説明)
- 10:45～11:30 クラゲの(雌雄)の形態、放卵・放精、受精の観察(光学顕微鏡)
- 11:30～12:15 昼食(希望者は自由に顕微鏡観察)
- 12:15～13:00 プラヌラ幼生の観察(光学顕微鏡)、放卵・放精、受精、発生過程の説明(スライド)
- 13:10～13:55 卵割の観察(光学顕微鏡)、
- 14:05～14:50 ポリプの観察・ポリプへのエサやり(双眼実体顕微鏡)、ライフサイクルの解説(スライド)
- 14:50～15:25 クッキータイム
- 15:25～15:55 GFPの観察(共焦点レーザー顕微鏡)、GFPの解説(スライド)
- 15:55～16:15 修了式(まとめ、質疑応答、未来博士号授与、アンケート記入)
- 16:15～17:00 クラゲの飼育方法の説明、クラゲ・人工海水・アルテミアの配付、解散

#### 【実施の様子】

開講式に引き続き、タマクラゲのオスとメスを、同じチャンバーに入れて受講生に配った。受講生は、タマクラゲの形態を光学顕微鏡で観察し(図1)、雌雄で共通する部分(傘、触手、口、胃腔など)と異なる部分(胃腔の周囲に存在する卵巣と精巣)を確認した。



図 1

受講生に配ったタマクラゲは、受講生が観察を開始した後に卵や精子を放出するよう、暗期から明期に移す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(放精)を開始し、続けてメスが卵の放出(放卵)に至った。部屋の温度や顕微鏡の光源からの熱などにより、予想よりも早く放精や放卵が起こってしまったが、多くの受講生がその様子を確認できていたようである。ただ、放精や放卵の際にはクラゲが激しく動き回るため、顕微鏡の視野から見失ってしまい、精子や卵が出てくる瞬間を見逃すことも多かった。

タマクラゲの卵の動物極には、2個または3個の極体が見られる(図 2A)。極体について学習するのは高校になってからであるが、「この構造は何なのか?」という質問があったため、「卵が作られる時の細胞分裂でできる小さな細胞」と回答した。タマクラゲの未受精卵は精子を激しく誘引するのに対し、受精卵では精子誘引活性が弱まる。受講生全員がこのような変化を観察できた段階で昼休みに入った。

2細胞期に至る細胞分裂の過程(タマクラゲの第1卵割は動物極から開始され、途中でハート形になる)を観察してもらうため、昼休みを例年より少し短くしたが(45分間に短縮)、ここでも予想よりも早く発生が進行してしまい、多くの受講生が実験室に戻ってきた時には、すでに完全に2つに分かれた2細胞期胚(図 2B)となっていた。それでも、昼休み中も観察を続けていた一部の受講生は、「ハート形卵割」を見ることができたようである。その後、タマクラゲの卵割が進行し、4細胞期(図 2C)、8細胞期(図 2D)、16細胞期と次第に割球の数を増していく過程を全員が観察した。引き続き、前々日や前日に受精させて準備しておいたタマクラゲのプラヌラ幼生を観察し、その形態とともに、繊毛を使った遊泳行動を確認してもらった。その際、動き回るプラヌラ幼生の写真を撮りたいという受講生には、幼生の入った海水にアジ化ナトリウムを加え、繊毛運動を停止させるという対応をした。

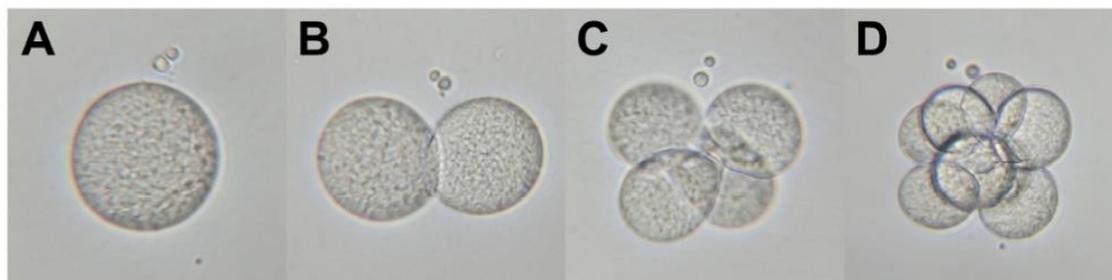


図 2

この時間の最後には、スライドを用いてクラゲの放卵・放精、受精、発生について解説した。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。

引き続き、タマクラゲのポリプの付いたムシロガイ(各テーブルに1個体)とタマクラゲのポリプを移植したプラスチック容器(受講生各人)を配り、双眼実体顕微鏡で観察してもらった。受講生は、ポリプをすぐに発見していたが、これが先ほどから観察しているクラゲと「同一種」であるという説明をしたところ、何のことかすぐには理解できないようであった。その後、ポリプにエサとしてアルテミア(ブラインシュリンプ)の孵化直後のノープリウス幼生を与えた時のポリプの捕食行動を観察した。触手に捕らえられたアルテミアが痺れたように動かな

くなる様子から、クラゲとの相同性を見いだした受講生もいたと思われる。

この後すぐにスライドを見てもらい、タマ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、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、ポリプはある時期にだけクラゲ芽(これが成長・遊離してクラゲとなる)を形成することなどを解説し、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、今回の受講生はまだ習っていない事項であったが、画像、ムービー、イラストなどがあつたため、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。

クッキータイムに引き続き、受講生と参観者(父兄など)全員をいくつかのグループに分け、交替で別の実験室に案内し、共焦点レーザー顕微鏡でタマクラゲのクラゲとポリプを観察してもらった。そして、青色レーザー光を照射した時に、タマクラゲのクラゲの傘や生殖巣、ポリプ全体が緑色に光る(GFPが存在するためと考えられる)ことを認識してもらった。その後、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、基礎研究の重要性をアピールした。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、クラゲ自身における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。

修了式では、本日の内容についてまとめた後、受講生に未来博士号の賞状を授与し、アンケート記入を行ってもらった。また、今回の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、飼育の方法を説明した上で、タマクラゲ、エダアシクラゲ、カギノテクラゲ、シミコクラゲ、サルシアクラゲ、ミズクラゲなどを配った。今回は、飼育を円滑に行ってもらうため、人工海水(1L用に小分けにしたものを1人あたり2袋)とエサ用のアルテミアの乾燥卵も配った。クラゲの配付については、受講生のクラゲに対する興味・関心をさらに高める効果があると考えられ、飼育マニュアルの作成・配付なども検討した上で、今後も継続していきたい。

#### 【事務局との協力体制】

研究・連携推進課・研究協力担当が、委託費の管理と支出報告書の確認、学術振興会への連絡調整および提出書類の確認・修正等を行った。また、WEBサイトへの募集案内の掲載、ポスターの作成・配布、会場案内の立て看板の設置なども担当した。

#### 【広報体制】

宮城教育大学や学術振興会のみならず、学都「仙台・宮城」サイエンスコミュニティなどのWEBサイトにも募集案内を掲載した。また、本学で実施するひらめき☆ときめきサイエンスの企画内容をまとめたポスターを作成し、宮城県内の小学校や中学校に送付した。

#### 【安全体制】

本企画は、実施上、特に危険な作業を含んでいないが、各テーブルに配置した実施協力者4名(学部学生)には受講生の安全に気を配ってもらった。また、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数年に渡って連続して行っているが、受講生および参観者には毎回好評であり、企画後も電子メール等によりクラゲに関する質問が寄せられるなど、関心の高さが感じられる。来年度以降も本企画を継続し、科研費による研究の成果を社会に還元したい。

○タマクラゲは放卵・放精の際に激しく動き回るため、この現象がうまく観察できない受講生がいた。海水の組成を変え、クラゲの動きを止めて観察する方法も検討したい

○今回は、クラゲのみならず、人工海水やエサ(アルテミア)も配付して、家庭でもクラゲの飼育を継続できるようにした。今後は、飼育マニュアルなども準備し、このような活動を支えたい。

【実施分担者】 なし

【実施協力者】 4名

【事務担当者】

鶴岡希望 研究・連携推進課 研究協力係

芝 千秋 研究・連携推進課 研究協力係