

中高生の科学部における探究活動を深め継続させるための実践

－ ミニ研究者育成を目指して －



生物部の東京大学北海道演習林における夏合宿の様子

実施担当者 東京大学教育学部
附属中等教育学校
主幹教諭 前田 香織



実物を観察する（同左写真）

1 はじめに

本校のカリキュラムは、特徴ある総合的な学習を6年間にわたって生徒の成長に合わせ計画的に配置しており成果を上げている。特に5・6年次に組み込まれている「卒業研究」は質が高いと内外から評価されている。「卒業研究」を仕上げなければ卒業できない単位として授業時間数に組み込まれている。科学的なテーマを卒業研究にすることは、予算や設備、指導者の問題があり、生徒にとってなかなか難しいが、生物部の研究活動と「卒業研究」を結びつけることで、双方ともに効果が上がり、個人研究の質が向上していると感じる。

生物部員は約50人おり、畑班、ビオトープ班、研究班に別れ、活動を行っている。また、下級生を中心に、飼育している生物の世話を行っている。東京大学の演習林での夏季生物教室を毎年行い、毎木調査、材積の計算、昆虫トラップ等を行い、実際に自然を観察する体験を大切に、自主的な科学探究活動へ結びつくことを目指している。2018年は北海道演習林で合宿を行った。

今年度の「卒業研究」では、6年（高校3年）は4人が生物系の研究に取り組み、5年（高校2年）も5人が生物系の研究に取り組んでいる。

生徒が対象とする材料は、魚類（メダカ、ドジョウ、ギバチ他）、アフリカツメガエル、粘菌、カエル、マウス、コオロギ、ゼニゴケ、ポトス、とそれぞれに異なっており、生徒が一人一人自ら考え工夫し計画を立て、実験、解析、考察、ポスター制作、発表を行っている。

以下は、生徒の研究の中からいくつかを紹介し、簡単にまとめ、報告するものである。

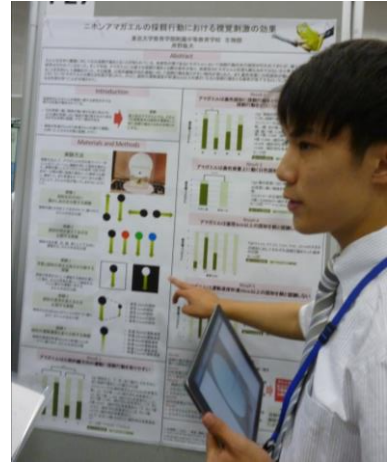
2 研究活動の報告（ミニ研究者達の研究紹介）

2-1 ニホンアマガエルの採餌行動における視覚刺激の効果

カエルは生きた獲物に対してのみ採餌行動をとることが知られている。地表性の種であるヒキガエルにおいて採餌行動の先行研究が行われてきたが、樹上性の種に対する研究は行われてこなかった。そこで、アマガエルにも様々な採餌行動をとる際の条件があり、地上性のヒキガエルと性質も異なるのではないかと考え、その

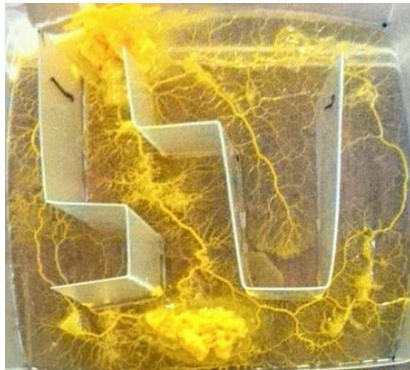


条件を調べることを目的として実験を行った。その結果、比較的縦軸方向の運動に対して採餌行動を取りやすい傾向が見られた。また黒色の背景に白色の物体を動かした場合よりも白色の背景に黒色の物体を動かした時の方が採餌行動を起こしやすいというヒキガエルとは異なる性質が見られた。さらに、物体の速度が秒速 3cm 以上の速さになると採餌行動をとる確率が低下するというこちらにもヒキガエルとは異なる性質が示唆された。



2-2 三次元空間における粘菌の行動

真正粘菌は平面上に置かれた餌と餌の間を最短経路で結ぶ性質を持ち、平面の迷路を解くことができることが報告されている。自然界に生息している粘菌は幾度となく段差がある場所を行き来しているため、三次元空間においても餌を認識することが可能ではないかと考えた。そこで、粘菌には三次元の迷路を解く能力があるのではないかと仮定した。粘菌に三次元迷路を解かせた結果、平面での迷路と三次元迷路中の道では、最短経路の長さが同じでも餌の結び方と結ぶまでの時間に大きな差が生じたため、粘菌の三次元空間における行動を重力や磁気との関係からより深く調べることを目的とし、実験を行った。



粘菌に三次元迷路を解かせた結果、平面での迷路と三次元迷路中の道では、最短経路の長さが同じでも餌の結び方と結ぶまでの時間に大きな差が生じたため、粘菌の三次元空間における行動を重力や磁気との関係からより深く調べることを目的とし、実験を行った。

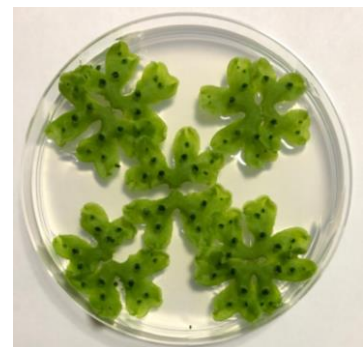


2-3 ゼニゴケの再生能力

コケ植物は再生能力が非常に高いことが古くから知られている。これまでの実験によりゼニゴケが再生する際、成長点の有無によって再生の方向性が変わることが分かった。そこで本研究ではゼニゴケ



が再生する際の葉状体の重なるの有無に着目し、成長点が具体的にどのような役割があるのかを調べることを目的とし、実験を行った。その結果、成長点は新しい成長点の生成は抑制し、初期段階において既にある葉状体の成長を促すことが分かった。さらに、成長を促す物質は1枚の葉状態の中でよく働き、縦横に移動していると考えられた。

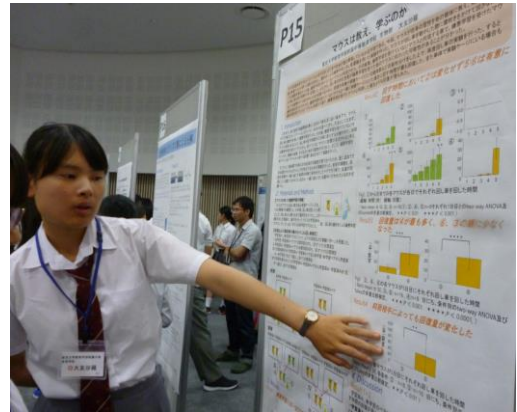


2-4 マウスは教え学ぶのか

マウスは超音波でコミュニケーションを行うが、どこまで社会行動と関連しているかは不明である。今回、マウスが自身の習性を他の個体に教え、他の個体の行動に影響するかを調べる事を目的とし、霧吹きによる嫌悪学習と回し車運動を用いた実験を行った。マウスが回し車を動かした際に霧吹きをかけて回さないようにする嫌悪学習を行った後、嫌悪学習を受けていないマウスと同居させた。その結果、嫌悪学習を受けていないマウスと同居する事で、嫌悪学習を受けたマウスの回し車を回す時間が早く回復した。以上から、回し車を好む性質が嫌悪学習を受けた他のマウスに伝わった可能性があることが分かった。



次にその影響がいつ及ぼされたのかを調べるために、同居の有無や実験ケージにいる個体数などの条件分けをした上で、再度回し車の実験を行った。すると嫌悪学習を受けたマウスは、嫌悪学習を受けていないマウスと一緒に実験ケージにいた場合に回す時間が最も回復した。また単体で実験ケージにいる場合も嫌悪学習を受けていないマウスと同居する事で、嫌悪学習を受けたマウスと同居した場合よりも回復が見られた。



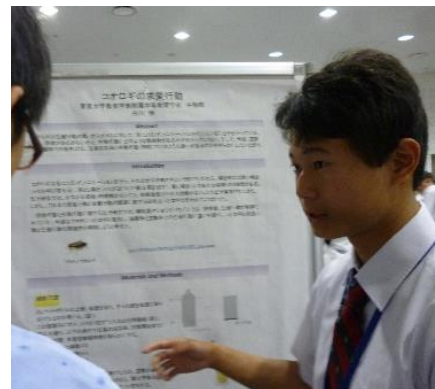
2-5 音楽の種類はマウスの行動に変化を与えるか

本研究の特色は音楽の「テンポ」に注目して、マウスの行動量から、「音楽はマウスの行動に変化を与えているのか」を実証することである。今まで動物や人間に音楽を聴かせるという研究は数多くなされているが、音の「テンポ」に注目した研究は少ない。この実験をすることによって行動実験中のマウスは外界の音によって多少の運動量の変化をもたらしているのかを知ることが出来るため、これからのマウスの行動実験に役立つと考えられる。



2-6 コオロギの求愛行動

フタホシコオロギが、満腹か空腹かで求愛行動に違いがあるかどうかを調べた。実験方法は、満腹と満腹、満腹と空腹、空腹と満腹、空腹と空腹、それぞれのオス・メスのペアを容器に入れ20分間の動画を撮り、交尾の成功率、交尾開始までに要する時間、求愛歌継続時間などを計測し考察を行った。満腹メスに比べ空腹メスに対するオスの交尾欲求度が高い傾向が見られた。さらなる実験より、空腹メスのおいにおの交尾欲求度が高まる傾向が見られた。



2-7 ポトスの水根が伸びる条件

ポトスは高温を好み、耐陰性、ツル性をもつ、観葉植物として広く知られている。ポトスには、空気中の水分の吸収や支柱の役割を持つ気根がある。ポトスは挿し木をして増やすことが一般的で、気根が水中で発根して水根となるが、どのような条件で水根が生えるのかは不明である。そこで、様々な条件のポトスを用い、どのような条件で水根が伸びるのか、3つの条件での実験を行い、水根の発生と吸水量との関係などを調べた。



3 まとめ

まず、今年度の外部発表会での実績を記載する。第8回高校生バイオサミット in 鶴岡で、成果発表部門に4件、計画発表部門に3件の作品を応募し、科学技術機構賞、慶応義塾大学賞、山形県教育委員会教育長賞、優秀賞、を受賞した。日本進化学会「第13回みんなのジュニア進化学」に5件応募の内、最優秀賞1件、優秀賞3件を受賞した。千葉大学「第12回高校生理科研究発表会」で5件応募中2件の優秀賞を受賞した。東京薬科生命科学科25周年記念シンポジウム高校生ポスター発表に4件応募し1件優秀賞を受賞した。第41回日本分子生物学会高校生発表では、口頭4件、ポスター1件の発表を行った。JSECに2件応募し1件が本選に出場した。サイエンスキャッスル関東大会に3件応募し1件が慶應義塾大学賞を受賞。2019日本動物学会関東支部大会高校生ポスター発表会に3件応募した。つくば ScienceEdge2019に5件応募し、1件サテライト発表を行った。

今年度は、合計9名の生徒がミニ研究者として自ら研究に取り組み、うち7名が外部の発表会に参加しパフォーマンスを行った。生徒が自ら興味関心を持ち探究活動に取り組むためには、日ごろから対象に触れ観察したり考察したりする必要があると考える。下級生のうちからできるだけ実物に触れる環境を整え、先輩の研究や発表を身近で体験することで、自ら研究に取り組む指針となる。

本校は「卒業研究」があるため半ば強制的に研究に取り組みざるを得ない環境にある。このことが、苦しくても最後まで逃げずに研究を完成させる大きなモチベーションとなっていると感じる。

謝辞

この実践は、中谷医工計測技術振興財団個別助成により行うことができ、大きな成果をあげることができた。また、東京大学大学院生の原田一貴さんには生物部の外部指導員として生徒の研究全般における指導をお願いした。京都大学 西浜竜一先生、鹿児島大学 菅野康太先生、琉球大学 國田 樹先生には、丁寧なご指導をいただいた。皆様に深く感謝申し上げます。



慶應義塾大学教授富田勝先生と生物部外部指導員の方々と共に