

科学的アプローチをデザインする①

札幌啓成卒業生の
課題研究から学ぶ

課題研究とは？

【自然科学】 理学系

数学、統計学、物理学、
天文学、地球惑星科学、
化学、生物学など

未知

曖昧

工学系
農学系
医療系

既知

【応用科学】

計算機科学（工学）、
工学、建築学、
デザイン学、農学、
医学、歯学、薬学、
健康科学など



課題研究

課題研究とは？ 科学研究の世界共通ルール

自分の発見を世界中の人々に伝えるためには？

課題研究とは？

【自然科学】 **理学系**

数学、統計学、物理学、天文学、地球惑星科学、化学、生物学など

未知

曖昧

工学系

農学系

医療系

既知

【応用科学】

計算機科学（工学）、工学、建築学、デザイン学、農学、医学、歯学、薬学、健康科学など

課題研究

①学会等で口頭発表

②学会等でポスター発表

③論文発表(学術誌)

世界共通語
は英語！！

課題研究とは？ 科学研究の世界共通ルール

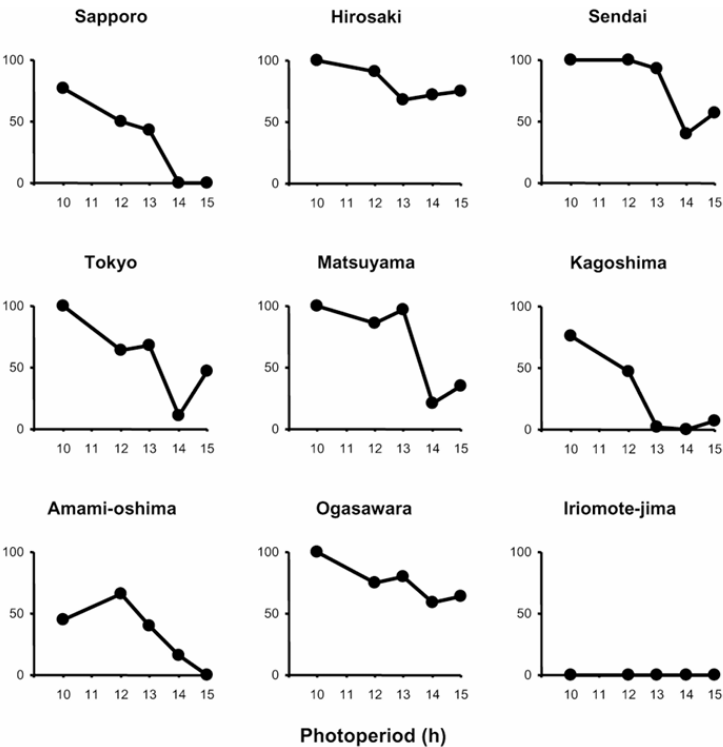


Fig. 3. Percentage diapause recorded for the different strains of *Asohara japonica* reared under different photoperiods at 15°C.

Entomol. J. 106: 171–178, 2009
<http://www.ej.azs.czu.cz/scripts/viewabstract.php?abstract=1438>
 ISSN 1210-5759 (print), 1802-8829 (online)

Genetic and physiological variation among sexual and parthenogenetic populations of *Asohara japonica* (Hymenoptera: Braconidae), a larval parasitoid of drosophilid flies

YUSUKE MURATA¹, SHINSUKE IDEO², MASAYOSHI WATADA², HIDEYUKI MITSUI¹ and MASAHIKO T. KIMURA^{1*}

¹Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido 060-0810, Japan; e-mail: mtk@ees.hokudai.ac.jp
²Department of Biology, Faculty of Science, Ehime University, Matsuyama, Ehime 790-8577, Japan

Key words. *Asohara japonica*, climatic adaptation, COI, cold tolerance, diapause, *Drosophila*, oviposition preference, parasitism, preimaginal period, genetic variation

Abstract. We studied variations in genetic, physiological, and ecological traits, and the phylogenetic relationship among sexual and parthenogenetic populations of *Asohara japonica*, a larval parasitoid of drosophilid flies, in order to understand how they adapt to local environments and have differentiated. The strain from Iriomote-jima (IR) differed from other Japanese strains in the nucleotide sequences of its cytochrome oxidase subunit I (COI) and in not undergoing diapause and having a shorter preimaginal period and a higher adult tolerance of cold. The strains other than IR showed a low level of nucleotide variation in COI but varied in their mode of reproduction; the strains from the Ryukyu Islands were sexual, whereas those from the main islands of Japan and Ogasawara were parthenogenetic. In addition, strains from higher latitudes generally showed a high incidence of diapause, although there were some exceptions. On the other hand, preimaginal period and adult cold tolerance varied little among the strains excluding IR, and pupal cold tolerance, oviposition preference and incidence of parasitism varied little among the strains including IR. Evolution and environmental adaptations in this species are discussed, particularly focusing on parthenogenetic populations.

INTRODUCTION

Parthenogenetic lineages are often considered as evolutionary dead ends, and their low potential to respond to rapid environmental changes is thought to be one of the factors leading to their extinction (Maynard Smith, 1978). However, recent studies have shown that parthenogenetic lineages of some organisms, such as aphids, are genetically more variable than expected (reviewed by Lushai & Loxdale, 2002) and have a substantial potential for rapid adaptive changes (Loxdale & Lushai, 2003; Lushai et al., 2003; Wilson et al., 2003; Castagnone-Sereno, 2006). Such genetic variability and adaptive potential could allow a parthenogenetic lineage to adapt to diverse environments following geographic and habitat expansion, resulting in geographic and ecological differentiation. However, genetic variability is not the only mechanism generating genetic differentiation in parthenogenetic populations. Repeated evolution of parthenogenesis in sexual populations would also result in the genetic differentiation among parthenogenetic populations (Cenis, 1993; Semblat et al., 1998; Castagnone-Sereno, 2006). It is possible to discriminate between these two processes of genetic differentiation by molecular phylogenetic analyses of parthenogenetic and sexual populations (Cenis, 1993; Semblat et al., 1998; Vorwerk & Fornech, 2007; Schwander & Crespi, 2009). Such phylogenetic analyses might also provide an estimate of when and where parthenogenesis evolved.

In this paper, we study variations in diapause traits, preimaginal period, cold tolerance, and host use among sexual and parthenogenetic populations of *Asohara japonica* Belokobylskij (Hymenoptera: Braconidae) in order to understand how they adapt to local environments. In addition, their phylogenetic relationship is analysed using nucleotide sequences of their mitochondrial cytochrome oxidase subunit I (COI) in order to understand how they have differentiated. The study species is a larval-pupal parasitoid of drosophilid flies (Diptera) occurring from Sapporo (cool-temperate region) to Iriomote-jima (subtropical region), and its populations on the main islands are parthenogenetic whereas those on the Ryukyu Islands are sexual (Mitsui et al., 2007). Thus, the parthenogenetic populations of this species are widely distributed unlike those of many other multicellular parthenogenetic organisms that are restricted to marginal environments (Peck et al., 1998). Widely distributed sexually-reproducing insects often show geographic variation in life-history traits, stress tolerance, or host use as a result of their adaptations to local environmental conditions (Danilevskii, 1965; Tauber et al., 1986; Danks, 1987; Roff, 1992; Kraaijeveld & van del Wel, 1994). In contrast, little is known about how widely distributed parthenogenetic populations vary geographically and adapt to local conditions.

In this study, some geographic strains were crossed in order to determine the extent to which they are geneti-

* Corresponding author

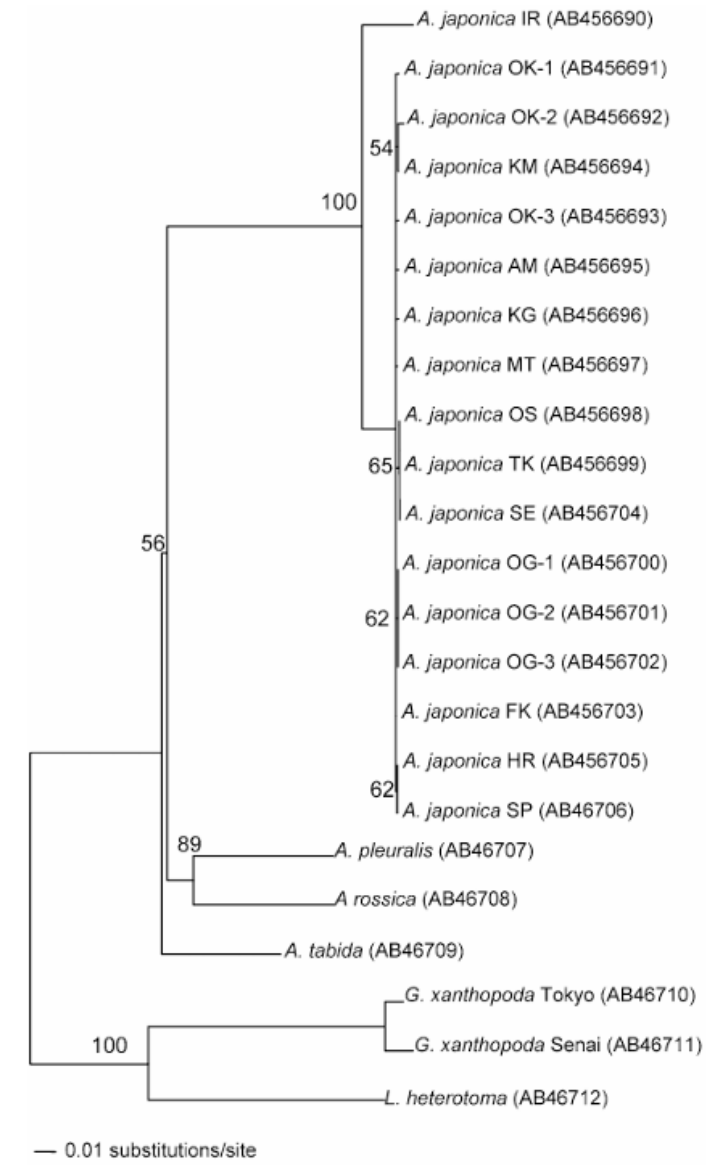
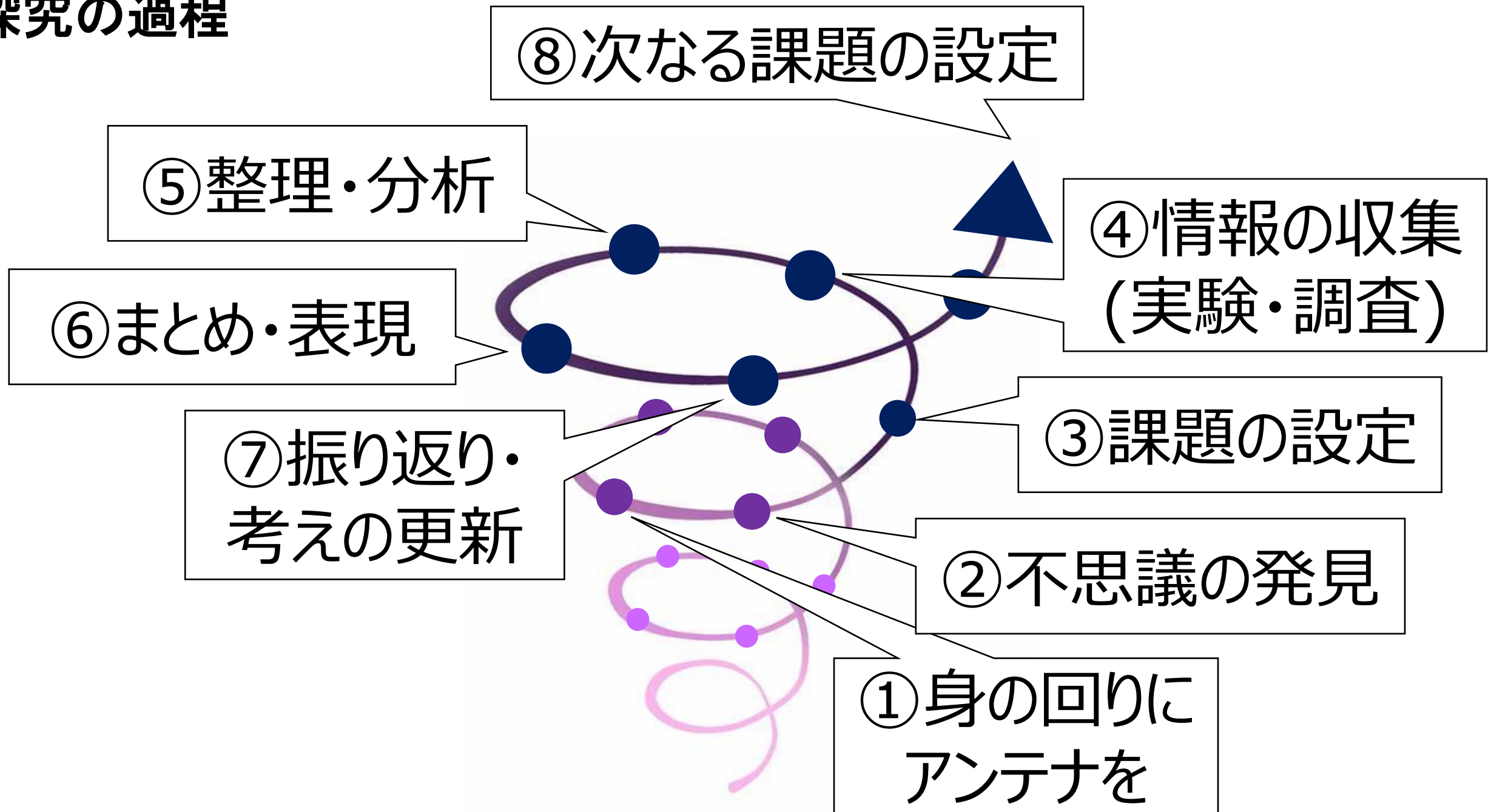
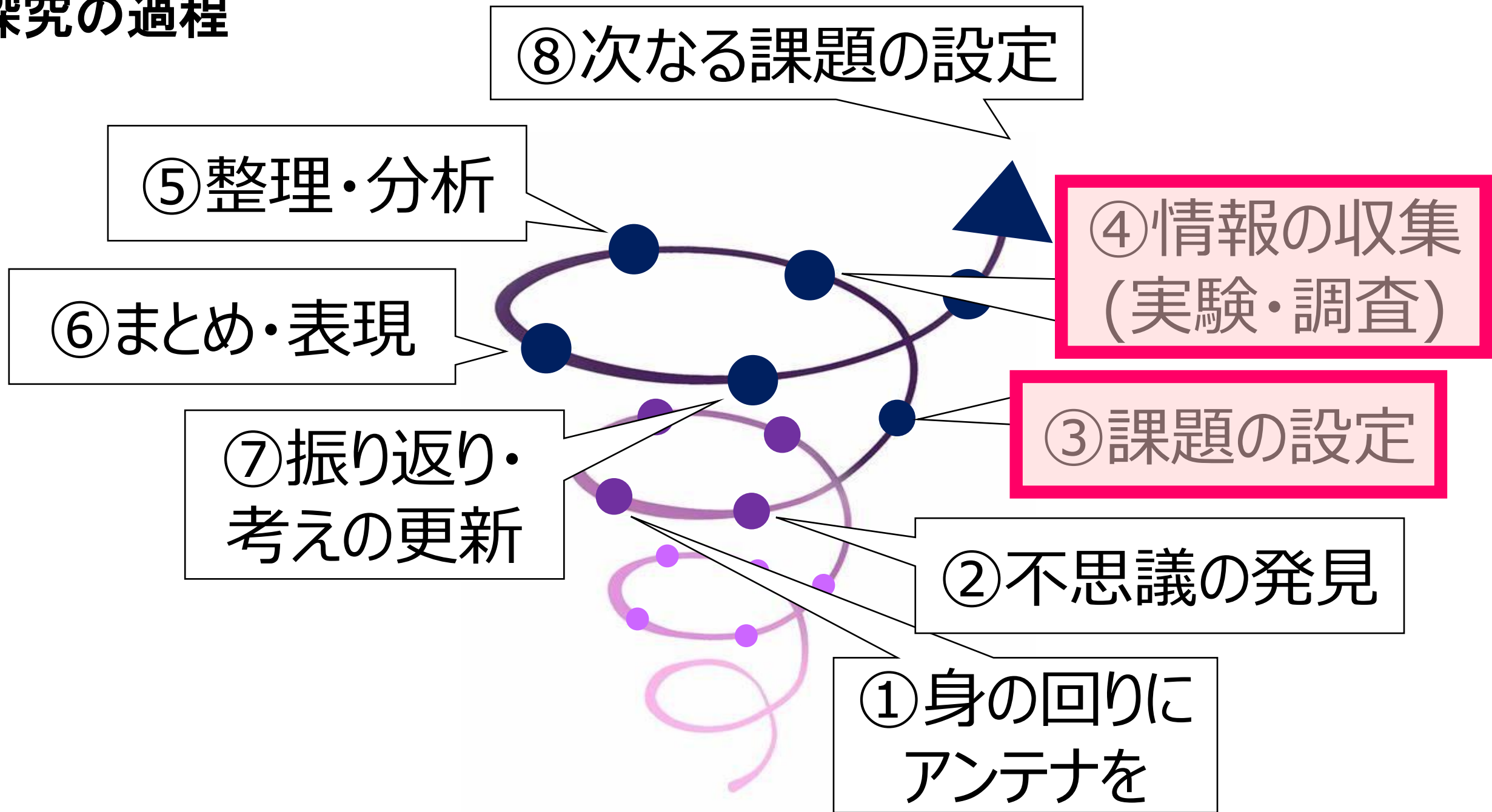


Fig. 2. Neighbour-joining tree based on COI gene sequences. Bootstrap values are indicated on the branches (values less than 50% are not shown). The accession number is given in parentheses.

探究の過程



探究の過程



課題研究とは？ 科学研究の世界共通ルール

1. 序論（Introduction）：なぜやるか？

背景と疑問、この研究の「目的」「仮説」

2. 材料と方法（Methods）：どうやったか？

他人が全く同じ実験（再現）を行える具体的な手順

3. 結果（Results）：何が起きたか？

実験で得られた「客観的な事実・データ」のみを示す

4. 考察（Discussion）：そこから何が言えるか？

結果に基づいた「自分の論理的な解釈」（なぜそうなったか？）

5. 結論（Conclusion）：結局、どういうことか？

最初の「目的」に対するズバリの答え

課題研究とは？ 科学研究の世界共通ルール

1. 序論 (Introduction) :

何を知りたいか / 何を確かめようとしたか

背景と疑問、この研究の「目的」「仮説」

2. 材料と方法 (Methods) : どうやったか？

他人が全く同じ実験（再現）を行える具体的な手順

3. 結果 (Results) : 何が起きたか？

実験で得られた「客観的な事実・データ」のみを示す

4. 考察 (Discussion) : そこから何が言えるか？

結果に基づいた「自分の論理的な解釈」 (なぜそうなったか？)

5. 結論 (Conclusion) : 結局、どういうことか？

最初の「目的」に対するズバリの答え

卒業生の課題研究から学ぶ

ミナミヌマエビ(学名: *Neocaridina denticulata*)の 視覚的な刺激による体色変化

北海道札幌啓成高等学校 理数科(2023年入学)6班
小林航大 日下大暉 佐藤颯真 菅原千寛 水谷龍斗

Neocaridina denticulata is commonly known as a kind of ornamental shrimps and has the ability to exhibit metachrosis to camouflage itself based on the visual information from its surroundings. To understand the characteristics of this metachrosis, we conducted experiments on two aspects: effects of different surrounding colors and variations in metachrosis across body parts. By using XY chromaticity diagrams to analyze the change, regarding surrounding colors, we found that the shrimp tended to change the color to warm colors strongly. Additionally, regarding differences for each part, metachrosis of the abdomen was the significant change. These results indicated that there are colors to which the shrimp changes effectively, and the abdomen is effective for metachrosis to protect the body. However, there were some blue individuals before experiments. So, we propose verifying it, along with an increased sample size, for our future research.

キーワード: ミナミヌマエビ 体色変化 XY色度図 RGB値

1. 序論

地球上には、数え切れない種類の生物が存在し、それぞれが進化の過程で独自の特徴を獲得した。その特徴の多くは、捕食者から身を守るために得たものであり、その一例として、擬態というものが存在する。

擬態とは自分とは他のものに、様子や姿を似せることであり、擬態する能力をもつ動物にはイカやタコなどが有名である。彼らの擬態のメカニズムについて多くの研究がされていて、それらの研究は生物の進化や生態についてさらなる発見をもたらしている。十脚目ヌマエビ科カワリヌマエビ属であるミナミヌマエビは、温かな性格でサイズが小さいため、水槽などで飼育されることの多い、淡水エビである。ミナミヌマエビもまた周囲の色に体色を変化させることで擬態する能力を持っていることで知られている。先行研究として、知立東高校自然科学部が本種を対象とした研究に取り組んでいる。色分けされた区画に対してどの色で止まるかという実験により、視覚情報に対するミナミヌマエビの行動志向性について報告されている。

そこで、動物の体色変化に興味をもっていた私たちは、このミナミヌマエビを研究対象とし、視覚情報と体色変化についての研究を試みることにした。本研究の目的は、ミナミヌマエビが視覚情報によって起こす体色変化において、周囲の色の違いにより、全身の体色がどれほど変化するか、並びに、からだの各部位ごとの体色の変わり具合に違いがあるのかを明らかにすることである。

私たちは、ミナミヌマエビを特定の色で囲み、視覚情報により体色変化を起こし、その変化を1時間ごとに撮影した。そして、その写真からミナミヌマエ

ビの体色のRGB値を測定し、XY色度図を用いて分析を行った。その結果と生態的意義について考察されることを報告する。

2. 実験材料

2.1 実験対象
ミナミヌマエビ(*Neocaridina denticulata*)を実験対象として使用した。

2.2 採取方法
ジョイフルエーカー大馬店で、2024年7月に10匹、2024年11月に10匹購入した。飼育時、繁殖等によりその数の増減が確認された。

2.3 飼育方法
縦28cm、横26cm、奥行き17cmの水槽に砂利、カルキ抜きした水道水、エアポンプ、アナカリス(*Egeria densa*)を入れ、その中にミナミヌマエビを入れて飼育した。水温は23°C~25°Cの、概ね一定の温度であった。エサは、市販のヌマエビ用のエサ(フィッシュミール等)を週2回、適量を与えた。エサに含まれる色素が起因した個体の体色変化の可能性については、十分無視できるようなエサを用いた。

2.4 実験個体

飼育環境から体長1.5cm以上の個体を飼育環境から実験環境に移動させ使用した。また、実験に使用された個体については、ランダムに選択されている。

3. 予備実験

3.1 実験環境
水温約25°C、照度約550ルクスの、概ね一定に保たれた環境で実験を実施した。

ヒドラの生息環境の特定

北海道札幌啓成高等学校 理数科(2021年入学)7班
松下凌 佐々木希夢 杉本蒼稀 鈴木翔真

We identified the habitat of Hydra, a member of the jellyfish family. After having succeeded in collection of the Hydra, we divided them into two water tanks and bred them. Then all the Hydra of one water tank died. Therefore, when the water quality in two water tanks were investigated in terms of pH, COD, DO and nitrate concentration, the biggest difference was found in nitrate concentration. So we hypothesized that Hydras prefer an environment with a high nitrate concentration. We observed them in sodium nitrate solutions of different concentrations for two weeks, however, the difference was not seen. This experiment supports our hypothesis, however, because of our short rearing period and the small number of Hydras used, more experiments has to be done to confirm our hypothesis.

1. はじめに

1.1 研究動機

ヒドラは研究等では、頻繁に使われていたが、生息環境に関しては記載されてはおらず、生息環境について調べたが、詳しい内容は記載されてはなかった。以上のことから、私たちは身近な場所で採取できるのかを試み、採取や実験を行った。

1.2 ヒドラについて

ヒドラは刺胞動物の一種でヒドロ虫綱花クラゲ目ヒドラ科に属するクラゲの仲間であり、体長は約1cmで伸縮性がある。また有性生殖と無性生殖の両方を行い、触手にある毒で獲物を麻痺させて捕食する。



図1 ヒドラ

2. 予備実験

2.1 ヒドラの採集

まず、ヒドラが身近な場所に生息しているのかを確かめるため、ヒドラの採取を試みた。

①本校のアーチェリー場横の水路で、薬と水を300ml ビーカーと500ml ビーカー各4個分採取した。(7月からしばらくの間ヒドラが採集できない期間が続いたため、10月14日は泥も採集した。)



図2 採集場所

左 (<https://www.google.co.jp/maps/@43.0576244,141.4892907,3a,74.4y,164.04h,99.6t/data=!3m1!1e1!3m1!1sPYllw4Kaica151itjJEkE1Q!2e0!7i16384!8i8192?hl=ja>)

右 (<https://www.google.com/maps/@43.0581529,141.4881916,16z?entry=ttu>)

②採ってきた薬と水をビーカー内で1日放置し、ヒドラがいないか確認した。

2.1.2 採集結果

計13回採取を行った結果、ヤゴやプラナリア、川エビなど多くの生物の採集に成功した。ヒドラについては、7月15日以降採集できなかったが10月14日に再びヒドラの採集に成功した。

表1 ヒドラの採集結果

日付	ヒドラ	水温	採集物

卒業生の課題研究から学ぶ

K S I ・ I 科学デザイン：科学的アプローチをデザインする（卒業生の課題研究から学ぶ／中学生の課題研究から学ぶ）

1年8組 番 名前

1 卒業生の課題研究から学ぶ

	目的	仮説	方法	コメント
	何を知りたいのか。	何を確かめようとしたか。	何を行ったか。	私ならこうする。私ならこうまとめる。
ミナミスマエビの視覚的な刺激による体色変化	個人で			
	班で			
ヒドラの生息環境の特定	個人で			
	班で			

2 中学生の課題研究から学ぶ

	目的	仮説	方法	結果・考察・結論
	何を知りたいのか。	何を確かめようとしたか。	何を行ったか。	何が起こったか。何が言えるか。何がわかったか。
バスケシュートの研究	バスケットのゴールネットはなぜひっくり返るのか、そのメカニズムを解明し、漫画に描かれていたシュートを再現する。			

3 まとめ（課題研究のポイントとして、「理解したこと」「発見したこと・気づいたこと」「今後このようにしたいと思ったこと」を記述してください。）

4 自己評価 （各項目の記述のうち1つずつ○）

	S	A	B	C	D
自分の意見	各項目を自分なりにまとめることができ、自分の意見を主張できた	各項目を的確にまとめることができた	各項目を自分なりに考えてまとめることができた	各項目でまとめることができなかった	
グループワーク	班で協力して多くのアイデアを出すことができ、その中にキーポイントとなる観点もあった	班で協力して多くのアイデアを出すことができた	班で協力して2つ程度のアイデアを出すことができた	班で協力できなかった あまりアイデアを出すことができなかった	
振り返り	課題研究を行う上で3点以上の的確なポイントを振り返っている	課題研究を行う上で3点以上のポイントを振り返っている	課題研究を行う上で2点以上のポイントを振り返っている。	課題研究を行う上で振り返りのポイントが適切ではない	

卒業生の課題研究から学ぶ

1. 序論 (Introduction) :

何を知りたいか / 何を確かめようとしたか

背景と疑問、この研究の「目的」「仮説」

2. 材料と方法 (Methods) : どうやったか?

他人が全く同じ実験(再現)を行える具体的な手順

3. 結果 (Results) : 何が起きたか?

実験で得られた「客観的な事実・データ」のみを示す

4. 考察 (Discussion) : そこから何が言えるか?

結果に基づいた「自分の論理的な解釈」(なぜそうなったか?)

5. 結論 (Conclusion) : 結局、どういうことか?

最初の「目的」に対するズバリの答え

それぞれの項目をまとめ+自分たちならこうする
(研究や論文の改善点)

卒業生の課題研究から学ぶ

K S I ・ I 科学デザイン：科学的アプローチをデザインする（卒業生の課題研究から学ぶ／中学生の課題研究から学ぶ）

1年8組 番 名前

1 卒業生の課題研究から学ぶ

	目的	仮説	方法	コメント
	何を知りたいのか。	何を確かめようとしたか。	何を行ったか。	私ならこうする。私ならこうまとめる。
ミナミヌマエビの視覚的な刺激による体色変化	個人で			
	班で			
ヒドラの生息環境の特定	個人で			
	班で			

個人で論文を読む&各項目をまとめ：20分

卒業生の課題研究から学ぶ

K S I ・ I 科学デザイン：科学的アプローチをデザインする（卒業生の課題研究から学ぶ／中学生の課題研究から学ぶ）

1年8組 番 名前

1 卒業生の課題研究から学ぶ

	目的	仮説	方法	コメント
	何を知りたいのか。	何を確かめようとしたか。	何を行ったか。	私ならこうする。私ならこうまとめる。
ミナミヌマエビの視覚的な刺激による体色変化	個人で			
	班で			
ヒドラの生息環境の特定	個人で			
	班で			

班で意見交換&各項目をまとめ：15分

卒業生の課題研究から学ぶ

K S I ・ I 科学デザイン：科学的アプローチをデザインする（卒業生の課題研究から学ぶ／中学生の課題研究から学ぶ）

1年8組 番 名前

1 卒業生の課題研究から学ぶ

	目的	仮説	方法	コメント
	何を知りたいのか。	何を確かめようとしたか。	何を行ったか。	私ならこうする。私ならこうまとめる。
ミナミヌマエビの視覚的な刺激による体色変化	個人で			
	班で			
ヒドラの生息環境の特定	個人で			
	班で			

卒業生の課題研究から学ぶ

K S I ・ I 科学デザイン：科学的アプローチをデザインする（卒業生の課題研究から学ぶ／中学生の課題研究から学ぶ）

1年8組 番 名前

1 卒業生の課題研究から学ぶ

	目的		仮説		方法		コメント	
	何を知りたいのか。		何を確かめようとしたか。		何を行ったか。		私ならこうする。私ならこうまとめる。	
ミナミヌマエビの視覚的な刺激による体色変化	個人	ミナミヌマエビが視覚刺激で体色を変化させる擬態の具体的な特徴	背景色の違いや体の部位によって、体色変化の度合いに差があるか 検証	異なる色の容器で飼育し、RGB値や色度図を用いて各部位の変化を測定				
	班							
ヒドラの生息環境の特定	個人	自然界でのヒドラの具体的な生息環境と、採取できる場所の特定	飼育水槽の全滅原因から仮説を立てて検証	異なる硝酸ナトリウム濃度の溶液で、ヒドラを2週間飼育し観察				
	班							

課題研究とは？ 科学研究の世界共通ルール

1. 序論 (Introduction) :

何を知りたいか / 何を確かめようとしたか

背景と疑問、この研究の「目的」「仮説」

2. 材料と方法 (Methods) : どうやったか？

他人が全く同じ実験（再現）を行える具体的な手順

3. 結果 (Results) : 何が起きたか？

実験で得られた「客観的な事実・データ」のみを示す

4. 考察 (Discussion) : そこから何が言えるか？

結果に基づいた「自分の論理的な解釈」 (なぜそうなったか？)

5. 結論 (Conclusion) : 結局、どういうことか？

最初の「目的」に対するズバリの答え

科学的アプローチとは？

● 「命題」の真偽を論証する作業の積み重ね

- ・ 命題：正しいか誤りかを問うる文
水がないと人は生きられない⇒命題
明日天気になれ⇒命題ではない
- ・ ある命題が正しいことを論証する
- ・ ある命題が誤りであることを論証する

● 基本構成は、背景→目的→（戦略→道具立て→ 結果 →解釈）×数セット→結論

● 目的と結論は1対1対応していること

例えばミナミヌマエビの体色変化

ミナミヌマエビ(学名: *Neocaridina denticulata*)の視覚的な刺激による体色変化

北海道札幌啓成高等学校 理数科(2023年入学)6班
小林航大 日下大暉 佐藤颯真 菅原千寛 水谷龍斗

Neocaridina denticulata is commonly known as a kind of ornamental shrimps and has the ability to exhibit metachrosis to camouflage itself based on the visual information from its surroundings. To understand the characteristics of this metachrosis, we conducted experiments on two aspects: effects of different surrounding colors and variations in metachrosis across body parts. By using XY chromaticity diagrams to analyze the change, regarding surrounding colors, we found that the shrimp tended to change the color to warm colors strongly. Additionally, regarding differences for each part, metachrosis of the abdomen was the significant change. These results indicated that there are colors to which the shrimp changes effectively, and the abdomen is effective for metachrosis to protect the body. However, there were some blue individuals before experiments. So, we propose verifying it, along with an increased sample size, for our future research.

キーワード: ミナミヌマエビ 体色変化 XY色度図 RGB値

1. 序論

地球上には、数え切れない種類の生物が存在し、それぞれが進化の過程で独自の特徴を獲得した。その特徴の多くは、捕食者から身を守るために得たものであり、その一例として、擬態というものが存在する。

擬態とは自分とは他のものに、様子や姿を似せることであり、擬態する能力をもつ動物にはイカやタコなどが有名である。彼らの擬態のメカニズムについて多くの研究がされていて、それらの研究は生物の進化や生態についてさらなる発見をもたらしている。

十脚目ヌマエビ科カワリヌマエビ属であるミナミヌマエビは、温和な性格でサイズが小さいため、水槽などで飼育されることの多い、淡水エビである。ミナミヌマエビもまた周囲の色に体色を変化させることで擬態する能力を持っていることで知られている。先行研究として、知立東高校自然科学部が本種を対象とした研究に取り組んでいる。色分けされた区画に対してどの色で止まるかという実験により、視覚情報に対するミナミヌマエビの行動志向性について報告されている。

そこで、動物の体色変化に興味をもっていた私たちは、このミナミヌマエビを研究対象とし、視覚情報による体色変化のメカニズムを明らかにすることを目的とした。

本研究の目的は、ミナミヌマエビが視覚情報によって起こす体色変化において、周囲の色の違いにより、全身の体色がどれほど変化するか、並びに、からだの各部位ごとの体色の変わり度合いに違いがあるかを明らかにすることである。

本研究では、ミナミヌマエビを特定の色の区画に、視覚情報により体色変化を起こし、その変化を1時間ごとに撮影した。そして、その写真からミナミヌマエ

ビの体色のRGB値を測定し、XY色度図を用いて分析を行った。その結果と生態的意義について考察されることを報告する。

2. 実験材料

2.1 実験対象

ミナミヌマエビ(*Neocaridina denticulata*)を実験対象として使用した。

2.2 採取方法

ジョイフルエーカー大馬店で、2024年7月に10匹、2024年11月に10匹購入した。飼育時、繁殖等によりその数の増減が確認された。

2.3 飼育方法

縦28cm、横26cm、奥行き17cmの水槽に砂利、カルキ抜きした水道水、エアポンプ、アナカリス(*Egeria densa*)を入れ、その中にミナミヌマエビを入れて飼育した。水温は23°C~25°Cの、概ね一定の温度であった。エサは、市販のヌマエビ用のエサ(フィッシュミール等)を週2回、適量を与えた。エサに含まれる色素が起因した個体の体色変化の可能性については、十分無視できるようなエサを用いた。

2.4 実験個体

飼育環境から体長1.5cm以上の個体を飼育環境から実験環境に移動させ使用した。また、実験に使用された個体については、ランダムに選択されている。

3. 予備実験

3.1 実験環境

水温約25°C、照度約550ルクスの、概ね一定に保たれた環境で実験を実施した。

5.4 考察

結果より、周囲の色の違いに対する全身の体色変化の度合いは1時間あたりの変化量から

青く赤く黄

となった。これより、ミナミヌマエビは暖色系の方が擬態しやすく、体色変化を起こす色には得意、不得意があると考察できる。

また、からだの各部位ごとの体色変化の度合いについては1時間あたりの変化量から

頭部<尾扇部<腹部

となった。腹部の体色変化の度合いが大きいのは、腹部がからだの大半を占めるため、腹部の体色変化を起こすことが擬態にはもともと効果的だからであると考察する。

6. 結論

ミナミヌマエビの視覚情報により起こす体色変化において、体色変化する色には得意・不得意があり、暖色系の方が擬態しやすい。また腹部がもともと体色の変化が大きく、起こしやすい。それは、腹部がからだの大部分を占める部位であるため擬態においてとても有効的だからである。

7. 今後の展望

今回の実験結果では、青色に体色変化を促した個体の体色はあまり変化を見せなかった。しかし、実験に使用した個体の中には、体色変化の実験を行う前から青い体色をもつ個体が見られたため、視覚情報による体色変化以外の要因で青い体色を獲得する可能性があると考えられる。このことから、ミナミヌマエビの青い体色の獲得に関する研究はさらなる研究の課題として挙げられる。また今回の研究結果の至近要因の特定や、正確性をさらに高めるための展望として、体色変化に大きく関連する色素胞のミナミヌマエビにおける詳細な場所の特定することも考えられる。その他にも、カワリヌマエビ属のミナミヌマエビ以外の種でも同様の実験を行い、カワリヌマエビ属共通の特徴の発見に向けた研究へと発展させることも考える。

8. 謝辞

本研究にご協力していただいた酪農学園大学の松本先生、本校の今岡先生、中島先生、村田先生、研究の進行において助言、ご指導していただき本当にありがとうございます。

9. 参考文献

(1) Xiqin Lu 他 (2022), 「The occurrence process of chromatophores in three body color strains of the ornamental shrimp *Neocaridina denticulata sinensis*」, *Zoomorphology*, Volume 141, p283-

295

(2) 国立開発研究法人国立環境研究所, 「カワリヌマエビ属」(最終閲覧日:2025年2月26日 <https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/70530.html>)

(3) 愛知県立知立東高等学校 自然科学部ヌマエビ班, 「ミナミヌマエビの色の識別と記憶について」(最終閲覧日:2025年2月28日 http://kbrs.html.xdomain.jp/R04/paperR04_07.pdf)

(4) 千葉県学校教育情報ネットワーク, 「メダカの体色変化の教材化ー生命現象を個体から細胞へと通じて理解するー」(最終閲覧日:2025年2月28日 <https://www.chiba-c.ed.jp/shidou/kenkyu/H23/rika-5.pdf>)

10. 付録

(1) 色彩ヘルパー

<https://apps.apple.com/jp/app/色彩ヘルパー/id541379161>

(2) ibisPaint <https://ibispaint.com/>

(3) Capcut <https://www.capcut.com/ja-jp/>

(4) 色度図作成ソフト Color AC <http://phonon-spectrum.com/>

例えばヒドラの生息環境

ヒドラの生息環境の特定

北海道札幌啓成高等学校 理数科（2021年入学）7班
松下凌 佐々木希夢 杉本蒼稀 鈴木翔真

We identified the habitat of Hydra, a member of the jellyfish family. After having succeeded in collection of the Hydra, we divided them into two water tanks and bred them. Then all the Hydra of one water tank died. Therefore, when the water quality in two water tanks were investigated in terms of pH, COD, DO and nitrate concentration, the biggest difference was found in nitrate concentration. So we hypothesized that Hydras prefer an environment with a high nitrate concentration. We observed them in sodium nitrate solutions of different concentrations for two weeks, however, the difference was not seen. This experiment supports our hypothesis, however, because of our short rearing period and the small number of Hydras used, more experiments has to be done to confirm our hypothesis.

1. はじめに

ヒドラは研究等では、頻繁に使われているが、生息環境に関しては記載されてはならず、生息環境について調べたが、詳しい内容は記載されてはいなかった。以上のことから、私たちは身近な場所で採取できるのかを試み、採取や実験を行った。

ヒドラは刺胞動物の一種でヒドロ虫綱花クラゲ目ヒドラ科に属するクラゲの仲間であり、体長は約1cmで伸縮性がある。また有性生殖と無性生殖の両方を行い、触手にある毒で獲物を麻痺させて捕食する。

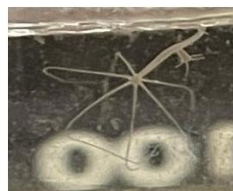


図1 ヒドラ

2. 予備実験

2.1 ヒドラの採集

まず、ヒドラが身近な場所に生息しているのかを確かめるため、ヒドラの採取を試みた。

①本校のアーチェリー場横の水路で、葉と水を300mlビーカーと500mlビーカー各4個分採取した。（7月からしばらくの間ヒドラが採集できない期間が続いたため、10月14日は泥も採集した。）



図2 採集場所

左 (<https://www.google.co.jp/maps/@43.0576244,141.4892907,3a,74.4y,164.04h,9.6t/data=!3m6!1e1!3m4!1sPYHw4KaIca15jithEekE1Q!2e0!7i16384!8i8192?hl=ja>)
右 (<https://www.google.com/maps/@43.0581529,141.4881916,16z?entry=tту>)

②採ってきた葉と水をビーカー内で1日放置し、ヒドラがいまいか確認した。

2.1.2 採集結果

計13回採取を行った結果、ヤゴやブラナリア、川エビなど多くの生物の採集に成功した。ヒドラについては、7月15日以降採集できなかったが10月14日に再びヒドラの採集に成功した。

表1 ヒドラの採集結果

日付	ヒドラ	水温	採集物

れにヒドラ2匹と葉を1枚入れて2週間観察を行った。エサはミジンコを飼育しミジンコが入った水を2日に1回5ml程度与えた。NaNO₃を上記の濃度にした理由は、2mlが飼育を行っていた水槽と同じ濃度でそれを基準に用意したためである。



0ml 1ml 2ml 5ml

図4 硝酸ナトリウム水溶液のビーカー

5.2 結果

すべてのビーカーで生存していた。さらにNaNO₃を5ml加えたビーカーでは発芽を行っているところも観察できた。

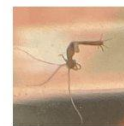


図5 発芽しているヒドラ

5.3 考察

今回の実験ではあまり大きな差がみられなかったため一概に仮説が正しいとは言えないが5mlで発芽を行っていたため硝酸濃度は高いほうがヒドラの生育にはよいのではないかと考えられる。

6. まとめと今後の展望

今回の実験からヒドラは身近な場所で採集できることが分かった。しかし、飼育数が少なく飼育期間が短かったため、ヒドラの生息環境と硝酸濃度の関係を確認することはできなかった。また、7月から9月にかけてヒドラが採取できなかった時期に、ヒドラがどこでどのように生息していたかという課題も残った。今後の展望として、引き続き硝酸濃度との関係を調べていくとともに、水温の変化によるヒドラの行動の変化も調べていきたい。

基本構成科学論文が認められるまで

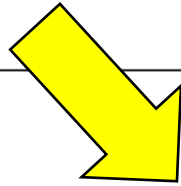
- 投稿→査読→コメント・改訂→掲載→追試
- 査読者も雑誌の編集部会もその論文の正しさまででは保証しない
 - ・内容に科学的な価値があるか否か
 - ・論旨が正しいか否か（科学的アプローチが適切にデザインされているか）
 - ・追試・再現実験の実施に必要な情報が記述されているか否か
- 追試は雑誌掲載後に世界中の追随研究者により行われる

例えばヒドラの生息環境

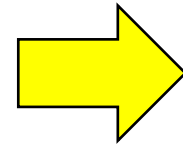
ヒドラの生息環境の特定	個人 ¹ 自然界でのヒドラの具体的な生息環境と、採取できる場所の特定 班で	飼育水槽の全滅原因から仮説を立てて検証	異なる硝酸ナトリウム濃度の溶液で、ヒドラを2週間飼育し観察	
-------------	--	---------------------	-------------------------------	--

例えばヒドラの生息環境

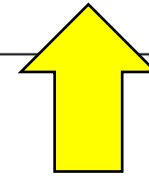
ヒドラの生息環境の特定	個人 ¹	自然界でのヒドラの具体的な生息環境と、採取できる場所の特定	飼育水槽の 減少 原因から仮説を立てて検証	異なる硝酸ナトリウム濃度の溶液で、ヒドラを2週間飼育し観察	
	班で				



さまざまな場所からヒドラを定量的に採集



水質環境とヒドラ採集数を比較



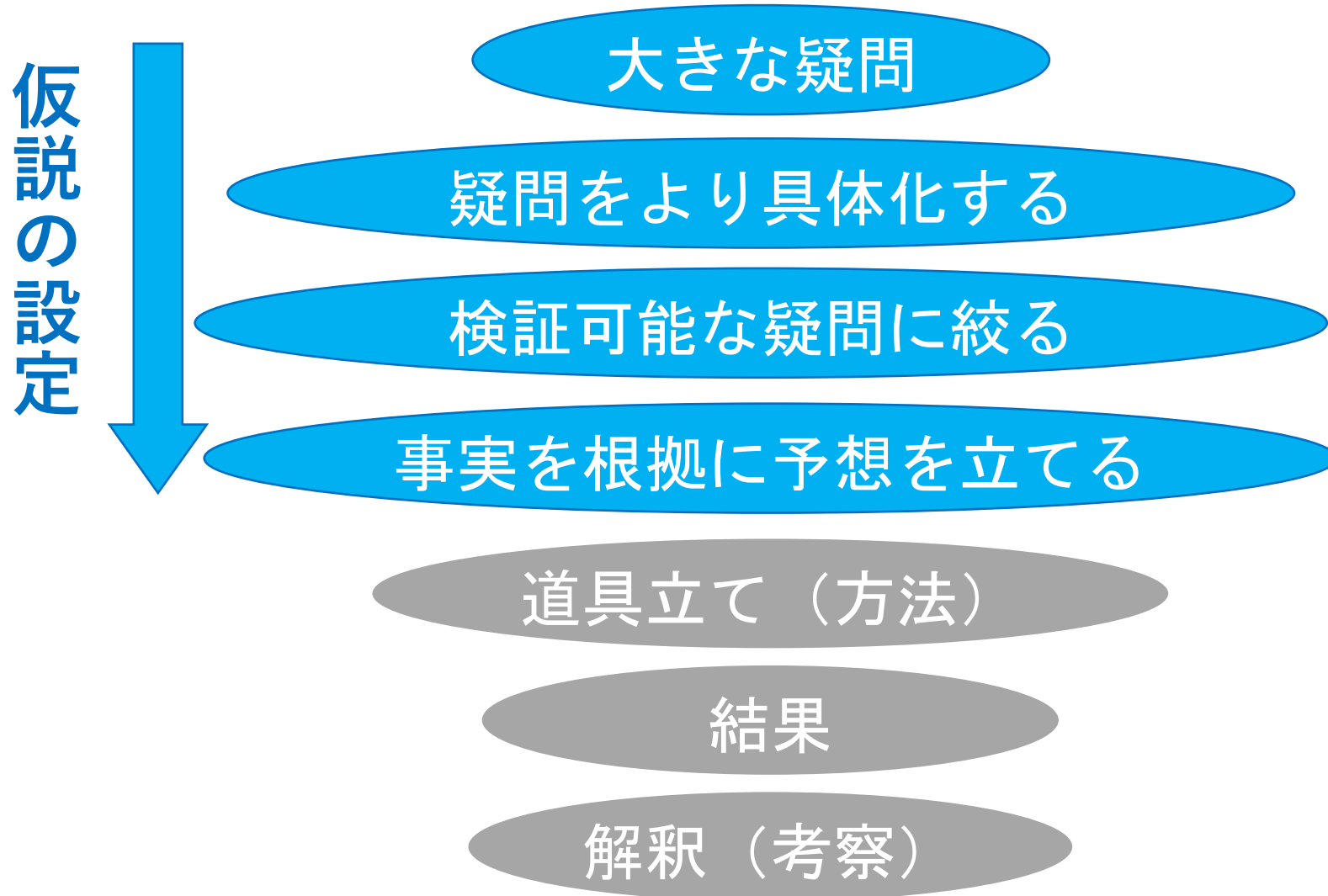
例えばヒドラの生息環境

ヒドラの生息環境の特定	個人 ¹	自然界でのヒドラの具体的な生息環境と、採取できる場所の特定	飼育水槽の全滅原因から仮説を立てて検証	異なる硝酸ナトリウム濃度の溶液で、ヒドラを2週間飼育し観察	
	班で				

採集したヒドラを飼育するのに適切な環境を特定する

硝酸濃度が高い環境がヒドラの発芽を促進する可能性が示された

科学的アプローチ：仮説の設定



科学的アプローチ：仮説の設定

問い

北海道のヒドラの生態を明らかにする。

具体化

検証
可能

予想
立て

科学的アプローチ：仮説の設定

問い

北海道のヒドラの生態を明らかにする。

具体化

- ・何を食べているのか、天敵はだれか。
- ・どのような環境に多く生息しているのか。
- ・夏や冬をどのような形態で過ごすか(生活史)。

検証
可能

予想
立て

科学的アプローチ：仮説の設定

問い

北海道のヒドラの生態を明らかにする。

具体化

- 何を食べているのか、天敵はだれか。
- **どのような環境に多く生息しているのか。**
- 夏や冬をどのような形態で過ごすか(生活史)。

検証
可能

予想
立て

科学的アプローチ：仮説の設定

問い

北海道のヒドラの生態を明らかにする。

具体化

- 何を食べているのか、天敵はだれか。
- **どのような環境に多く生息しているのか。**
- 夏や冬をどのような形態で過ごすか(生活史)。

検証
可能

- ヒドラが多く採集される水質を調べる。

予想
立て

科学的アプローチ：仮説の設定

問い

北海道のヒドラの生態を明らかにする。

具体化

- 何を食べているのか、天敵はだれか。
- **どのような環境に多く生息しているのか。**
- 夏や冬をどのような形態で過ごすか(生活史)。

検証
可能

- ヒドラが多く採集される水質を調べる。

予想
立て

- ヒドラは硝酸濃度が高い環境で生育しやすい。

= 仮説

(先行研究など調べた事実や試行錯誤で示された事実から根拠立て)

科学的アプローチ：仮説の設定

