

海水魚における「種の多様性」理解を促す カード型教材の開発と効果検証

Development and Effectiveness Evaluation of Card-Based Teaching Materials to Promote Understanding of “Species Diversity” in Marine Fish

五十嵐 大空*, 宇都宮 俊星*

IGARASHI Sora*, UTSUNOMIYA Shunsei*

*藤沢翔陵高等学校

[要約] 海洋環境は近代化に伴い、水質汚濁や海洋酸性化など様々な課題を抱え、海洋に関わる多くの生物に影響を与えている。本研究では、海水魚に焦点を当て、「種の多様性」理解を補助する教材の模索と効果検証を行った。教材の形式としてカード型を採用し、アイトラッキングを用いて被験者の注視点を計測した。カードを提示したことによって、記載された魚とその生息環境に対する視認時間の増加傾向が見られた。なかでも、物理的に視認が困難な魚が記載のカードを提示した際に、増加傾向が顕著に表れた。そのため、視認時間という観点から、種間における興味・関心の差異を縮める効果があることが示唆された。今後は、複数枚提示する場合など、より実践的な場合での検証を行い、ワークショップなどへの導入を検討していく。

[キーワード] アイトラッキング, 環境教育, 水族館, 注視点, 事例研究

1. はじめに

太平洋の島国である日本には、約 4800 種もの魚類がその生息を確認されている(鹿大博物館、2026)⁽¹⁾。なかでも、海水魚は海洋という広大な生息環境を持ち、海洋生態系を構成する一員である。しかし、近年の都市化や時代の変化に伴い、沿岸域の開発や埋め立てによる干潟・藻場の消失、さらには、地球温暖化に起因する海洋酸性化や海水温上昇など、海水魚に関連する諸問題の深刻化が顕著となっている。

海水魚の観察を通して諸問題を学び得る場として、食用魚を扱う生鮮市場や、生態展示を行う水族館等の施設が挙げられる。

まず、生鮮市場を例に挙げて考えると、日本で漁獲される魚は 500 種以上に及ぶとされ、多くの種を観察することが可能である。一方で、漁獲量の内訳はマイワシやサバ類など、約 10 種類の魚介類がその大半を占めている(農林水産省、2025)⁽²⁾。また市場を活用した教育として、東京都の中央卸市場におけ

る「食育の取組」⁽³⁾などが挙げられるが、市場は本来商いを行う場であることも考慮すると、市場を活用した海水魚に関する教育を行うことは極めて困難であるといえる。

次に、水族館について考えると、高田ら(2004)や宮脇ら(2004)などによって水族館を活用した教育が、検討・実践されてきた。しかし、水族館を活用した教育の課題点として、カクレマノミやナンヨウハギといった、いわゆる「かわいい」魚や、イルカショー等の娯楽要素など、限られた種に対して、興味・関心が集中している点が挙げられ、教育施設としての機能を十分に果せているかは館によって異なる。

こういった現状から、問題について学ぶ場の不足や、海水魚に対する興味・関心の偏りが、海水魚の保全や理解における重要な課題の一つであるといえる。

2. 研究目的および方法

2-1 目的

生物多様性条約(CBD)によると、「生物多様性」には種内の多様性(遺伝子の多様性)、種間の多様性(種の多様性)及び生態系の多様性が含まれるとしている。(4)

本研究では、「種の多様性」の観点に着目し、海水魚の観察を通じて、海水魚の「種の多様性」理解を促す教材の模索を主な目的とし、そのための教材開発と効果検証を行うものである。

2-2 教材の形式について

本教材は、小中学生向けのワークショップでの活用を想定している。そのため、近年のトレーディングカード市場の規模拡大により、幅広い年代への高い親和性のあるトレーディングカードを形式として採用した。カード形式を採用することで物理的に情報を集約することが可能となり、対象を観察する際に、複数教材の比較・運用を容易にするという利点がある。カード形式を採用した教材開発の事例として、久野(2007)や伊東ら(2014)など、教育を目的としたカードゲームの開発や、馬場ら(2015)や早川(2020)によるカード型図鑑の開発などが挙げられる。本研究では、前述した先行研究とは異なり、展示された魚の観察による学びを重視し、ゲーム要素は採用せず、室内で完結する補助教材としてカード型教材(以後カード)を開発した。(図1)

2-3 対象魚種の選定とカードの作成

まず、海水魚を神奈川県内の磯からタモ網を用いて採取し、一定期間飼育を行った。安定した展示を行える海水魚を選定し、それらを用いてカードを作成した。カードには海水魚の情報として写真、分類、種名、生体に関する情報と、カードの要素として、実際の磯での遭遇件数を元に作成した魚の珍しさと、カードナンバーを記載した(25種類作成)。

2-4 実験群の選定と対象種の特徴

本実験では魚種間での効果の比較を行うため、ハオコゼ *Paracentropogon rubripinnis*(以

下ハオコゼ) とボラ *Mugil cephalus cephalus*(以下ボラ)の2種を採用した。ハオコゼは、岩礁帯や岩場を含む砂地を主な生息地としており、背鰭に毒針を持ち、基本的に底生で岩や海藻に擬態しながら身を隠している。一方、ボラは、沿岸や河川を主な生息地としており、遊泳力が高く、基本的に水面付近を回遊している。上記の2種を採用した理由として、形態的・生態的に大きく異なる種の比較をすることで種の特徴によるカードの効果の差異を検証するためである。

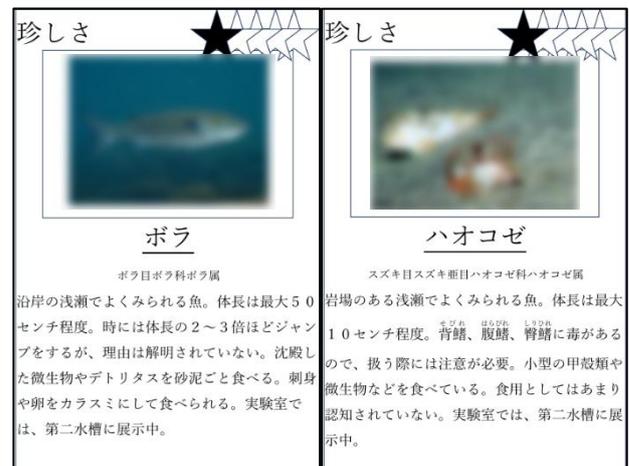


図1 作成したカードの一例

(著作権のため一部モザイク)

2種の魚に下記の5種類(以下、まとめ、生態、体、系統、文化)の内容をそれぞれ用意し、情報の内容による差異を比較した。

- ・まとめ 魚類の特徴を包括した情報
- ・生態 生息環境、食性についての情報
- ・体 身体的特徴についての情報
- ・系統 分類、近縁種についての情報
- ・文化 社会とのかかわりについての情報

2-5 被験者について

被験者として藤沢翔陵高等学校の自然科学系クラスに所属する2年生を中心に希望者を募った(男性20名、年齢16~18歳)。

小中学生を対象としたワークショップへの導入が最終的な目標だが、今回はあくまでカード自体の効果検証のため、被験者の確保が容易な高校生を対象として行った。

2-6 効果検証の手順について

効果検証にあたって、パソコン上に水槽全体を映した1分間の定点動画を表示し、カードを見た前後で定点動画を視聴する注視点に変化が生じるかどうかの実験を行った。被験者を一人ずつ呼び出し、水槽全体を映した定点動画1を視聴させた。視聴後、被験者が得た疑問や気づきを自由に回答用紙に記入させた。次に、用意した10種類(2魚種、5形態)のカードの中から、1枚のみを被験者に提示し、内容を確認させた。確認後、定点動画1と類似した定点動画2を視聴させ、同様に被験者が得た疑問や気づきを自由に回答用紙に記入させた。動画の内容による結果の差異をなくすため、1つのカードにつき2人の被験者を用意し、定点動画1を最初に視聴させる場合、定点動画2を最初に視聴させる場合に分けて実験を行った。

2-7 注視点の計測方法について

カードを提示したことによる変化を計測するため、本実験では Tobii Eye Tracker 5⁽⁶⁾を用いて、アイトラッキング機器による被験者の注視点の変化を比較した。

アイトラッキングとは、被験者の注視点を分析する方法のことを指し、本研究で扱う機械は、パソコン下部に設置し、被験者の目を登録後、登録した被験者の目の動きをスクリーン上に視覚化することが可能である。アイトラッキング技術の活用例として、鈴木(2016)や勝二ら(2025)などによる重度障害児に対する教育への応用などが挙げられる。

2-8 分析方法について

本実験では、定点動画を視聴する被験者の注視点計測に用いて実験を行った。まず、パソコンの画面を録画し、アイトラッキング機器によって表示されている定点動画を視聴している際の被験者の注視点を録画した(図2)。録画した動画を一秒間隔の画像に分割し、画像内のアイトラッキングにより表示されている定点動画を視聴している際の被験者

の視点を計測した。本研究では、対象魚種であるハオコゼとボラに加え、その他の魚(水槽内に計8種16個体)の3つに分類した。また、背景については大きく2つに分け、岩、砂、海藻の部分を砂背景とし、砂背景以外の部分を水中背景とした。魚種の判定は全長10%以上がアイトラッキングに表示されているもの、背景は過半数を占めているものを被験者が視認しているとした。



図2 実験中の画面例

図2では、中央のボラに対して白い枠(アイトラッキング)が重なっており、ボラに対して、注視点があることを示す

本実験では、アイトラッキング機器による被験者の注視点の分析に併せて、動画の前後で回答させた疑問の分析を行い、教材の効果や課題を確認した。

3. 研究結果

注視点の変化を計測する実験を教材の効果と比較するため、ハオコゼとボラを各10人で実施した(図3, 図4, 図5, 図6)。本稿ではカード情報の中から、「まとめ」を例に全体との比較を行う。

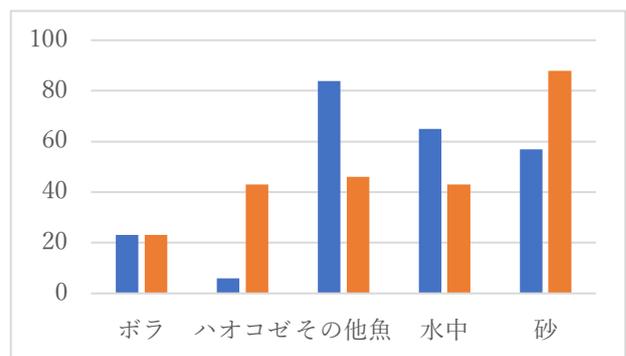


図3 ハオコゼの「まとめ」(n=2)

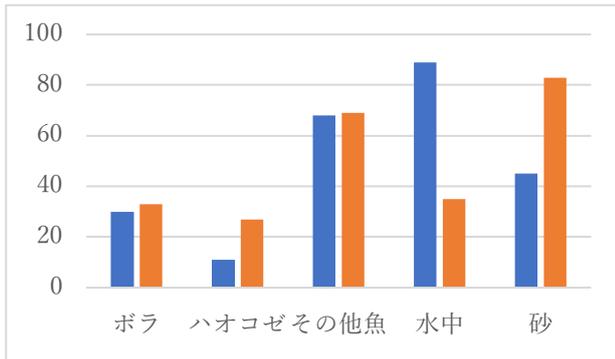


図4 ボラの「まとめ」(n=2)

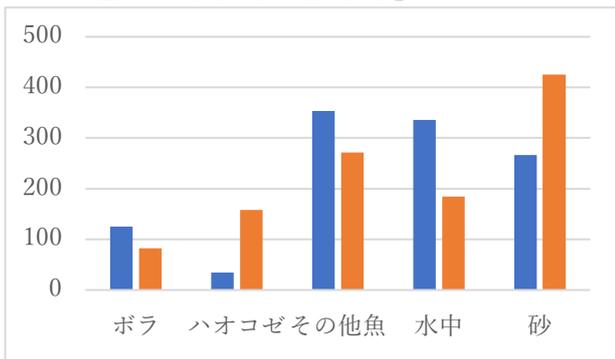


図5 ハオコゼの全体合計(n=10)

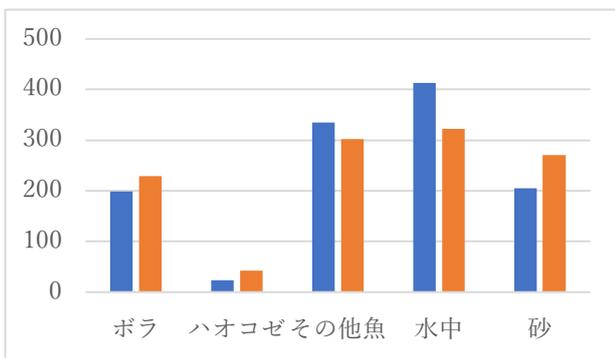


図6 ボラの全体合計(n=10)

実験結果として、カードを提示することによってカードに記載の魚を視認する時間はほとんどの被験者で増加した。上記の結果に伴って、カードに記載の魚以外の魚を視認する時間が減少した(図5, 図6)。この結果はハオコゼのカードを提示した場合に、より顕著に表れた。ボラのカードを提示した場合は、カードを提示したことによって、ボラを視認する時間とハオコゼを視認する時間が共に増加していた(図3, 図5)。背景への注視点は、ハオコゼのカードを提示した場合は、ハオコゼの生息場所である砂背景に対する視認時間増

加の傾向が見られた。ボラのカードを提示した場合は、ボラが主に回遊している場所である水中背景を視認する時間の増加が見られた。一方、ボラのカードを提示した被験者の中で3人が前後どちらともハオコゼを一度も視認していないという結果が得られた。

被験者の疑問や気づきの回答では、例えばカードを提示する前は「よく動く魚とあまり動かない魚がいた」と全体の感想について記述している。同じ被験者でも提示後は「ハオコゼという魚はずっと同じ場所でとどまっていた、泳ぐのが苦手?」と、カードの情報を踏まえた疑問が生まれており、種の特徴に着目した回答に変化した。こうした疑問の変化は、文化について記載のあるカードを提示した際の効果が薄いと感じられたが、個人差以上の変動として扱うには被験者の数が少ないと考えている。

4. 結果の考察

実験結果から、カードの提示後に記載のある魚を視認する時間が増加したことは、カードが被験者に対し、魚を発見するための観察を補助し、興味・関心を強める効果があると示唆された。特に、ハオコゼという海藻や岩礁に擬態し、発見が困難な種において、視認時間が顕著に増加している点は重要である。これは、カードに記載の魚にまつわる情報(写真や説明)が、視覚的な手掛かりとして、被験者の視野を広げる効果があるからだと考えられる。ボラのカードを提示した際に、3人が一度もハオコゼを視認していないという結果も、ハオコゼの本来の発見難易度の高さ、カードの効果の有用性を示している。

加えて、カードに記載の魚に対する視認時間の増加に伴い、生息環境である背景の視認時間が増加している点も重要である。これは、記載の魚を発見する過程でカードの情報から、その魚の生息環境を無意識的に理解しているためだと考えられる。一方、ボラにつ

いて記載のあるカードを提示した場合の増加量はハオコゼほどの効果が見られなかった。理由として、ボラは広範囲を回遊していることで注目が集りやすいことが挙げられる。そのため、視野を広げ、発見を容易にするというカードの効果の必要性が薄く、連続して類似した動画を視聴した関係で興味・関心が薄れていった可能性が考えられる。ボラが記載されたカードを提示した際に、ハオコゼの視認時間が増加していたことも、ボラへの注目が目新しいものを発見するという目的に変動した結果である考えられる。

まとめると、カードには、記載の魚の発見を容易にさせ、興味・関心を強める効果があると考えられる。しかし、記載の魚によっては、カードの効果は魚自身で補完しており、種の生態的特性によって、カードとしての効果が薄まることも確認できた。そのため、カードの要素として珍しさを採用する場合、自然環境下として用いるのではなく、展示している際の物理的な発見の難易度として用いることが観察者の指標として有効に作用すると考えられる。

5. まとめと今後の展望

本研究では、小中学生を中心とした幅広い年代を対象に、海水魚の観察を通して種を識別し、生態的・形態的な差異を発見することで、種の多様性理解を促すためのカード型教材を開発した。計測方法として、アイトラッキング機器を採用し、カードの有無による注視点の変化について比較検証を行った。結果として、カードの提示することでカードに記載の魚を視認する時間が増加した。結果から、物理的に視認が困難な魚が記載のカードを提示した際に、変化がより顕著に表れ、興味・関心の差異を縮める効果があることが示唆された。記載の魚を発見する時間はさほどかかっていないように感じたが、発見後の視認時間の推移については、教材の持つ効果を

確認するため、分析する必要がある。

アイトラッキング機器を使用する際、パソコンの画面上に視点として白い円が常に表示されるため、被験者の観察に影響を与えている可能性がある。実際に、回答用紙内の記述にアイトラッキング機器によって表示される円について言及している内容が確認できた。結果への影響を防ぐためにも、アイトラッキング機器による計測方法についても再検討する必要がある。

教材は、誤認を防ぐため、中立な立場から正しい情報を提供することが大切である。本研究では、ウェブ上から引用した画像を採用しカードを作成したが、インターネット上の画像には誤同定が含まれるものや、画像内の個体の全長が実際の展示個体と乖離している可能性がある。

今後は、展示個体の写真を記載したカードに変更し、新規の実験として引き続き行っていく。また、実験にあたって、採用するカードの内容についても変更を加える。本稿で行った実験では、カードの内容による差異を比較したが、内容間による顕著な結果は得られなかったため、カードの内容を絞り、構造が大きく異なるカードを新規に作成し比較検討を行っていく。

注

- (1) 日本産魚類全種リスト, 鹿大博物館, museum.kagoshima-u.ac.jp.pdf (2026年2月2日確認)
- (2) 令和6年度漁業・養殖業生産統計, 農林水産省, <https://www.maff.go.jp> (2026年2月2日確認)
- (3) 中央卸売市場における「食育の取組」について教えてください, 東京都中央卸売市場, <https://www.shijou.metro.tokyo.ig.jp> (2026年2月2日確認)

- (4) Text of the Convention, Convention on Biological Diversity, <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf> (2026年2月2日確認)
- (5) Tobii アイトラッカー5 | 次世代型ヘッド & アイトラッキング, Tobii Gaming, <https://gaming.tobii.com> (2026年2月2日確認)

成プログラム開発」『日本重症心身障害学会誌』41(1), 113-120.

高田浩二・岩田知彦・森奈美(2004)「環境保護における水族館の役割を生部教材開発と授業実践」『博物館学雑誌』29(2), 27-38.

付記

本研究は、第110回日本生物教育学会全国大会で発表した内容をもとに、大幅に加筆したものである。

引用文献

- 馬場龍樹・飯島明宏(2015)「水生生物カード図鑑の開発と河川環境評価学習の実践」『環境教育』25(2), 72-82.
- 早川雅晴(2020)「事前のトレーニングがなくても身近な野鳥を同定できる「カード式図鑑」」『植草学園大学研究紀要』12, 117-124.
- 久野太一郎(2007)「琵琶湖における環境問題を題材としたカードゲーム『びわっこカードバトル』の年齢による学習効果の比較」『第36回環境システム研究論文発表会講演集』337-343.
- 伊東哲史・加藤優作・石川裕之・早坂弘達・松本俊之(2014)「環境教育のためのカードゲーム“GAWL”の開発」『日本経営工学会論文誌』65(2), 89-97.
- 勝二博亮・久保愛恵・田原敬(2025)「重度・重複障害児における教育へのアイトラッキング技術の応用」『茨城大学教育学部紀要』74, 299-310.
- 宮脇亮介・萩尾志穂美(2004)「学校と水族館・動物園が連携した学習について」『日本科学教育学会』28.
- 鈴木真知子(2016)「アイトラッカー活用による重度障がい児のコミュニケーション力育