

【研究論文】

生命の尊さを実感させ、自然愛護の心を育む環境学習の工夫
—身近な自然環境における気付きを生かして—

Ingenuity of Environmental Learning that makes People Realize the
Preciousness of Life and Nurtures the Spirit of Protecting Nature
: Taking Advantage of Awareness in the Familiar Natural Environment

八川慎一 岡田大爾
Shinichi HACHIKAWA Daiji OKADA

『広島国際大学 教職教室 教育論叢』
“*Hiroshima International University Journal of Educational Research*”
ISSN:1884-9482

第 14 号 抜刷
Off Print of the 14th Edition

広島国際大学 教職教室
Issued by Hiroshima International University Teacher Education Unit

2022 年 12 月
December, 2022

生命の尊さを実感させ、自然愛護の心を育む環境学習の工夫

— 身近な自然環境における気づきを生かして —

江田島市立大柿中学校 八川慎一
広島国際大学教職教室 岡田大爾

要旨：本研究では中学校学習指導要領解説特別の教科道徳編¹⁾(平成29年7月、以下解説道徳編とする。)の道徳科の「生命の尊さ」と「自然愛護」の項目と、中学校学習指導要領解説理科編²⁾(平成29年7月、以下解説理科編とする。)の(7)自然と人間の単元の内容を関連させた身近な自然を生かした環境学習教材を開発した。研究仮説を「身近な地域に生息する生物の受精卵と洗剤を活用した観察、実験を通して、生活環境との関連を考えた学習を行えば、生命の尊さを実感させ、自然愛護の心を育てることができるであろう。」とし、ウニを活用した有性生殖と生活環境との関連を考えた観察、実験を仕組んだ。その結果、身近な地域に生息しているウニ(バフンウニ、ハスノハカシパン)の受精から卵割する様子を観察することで、有性生殖の仕組みを学ぶだけでなく、生命誕生の瞬間の感動を感じることができた。また、人間生活の中で排出される排水に洗剤が含まれている状況を確認した後、台所用洗剤が受精卵に及ぼす影響を調べる観察、実験及び考察を通して、身近な自然環境と人間生活との関係を深く考えることにつながり、持続可能な社会の実現に向けて生命の尊さを実感させ、自然愛護の心や環境保全に向けての探究心の育成に効果的であることが分かった。

1. 研究の考え方

1.1 はじめに

教育基本法³⁾の第二条教育の目標の第四項に、「生命を尊び、自然を大切にし、環境の保全に寄与する態度を養うこと。」と述べられている。また、中学校学習指導要領解説総則編⁴⁾(平成29年7月、以下解説総則編とする。)では、「環境問題が深刻な問題となる中で、持続可能な社会の実現に努めることが重要な課題となっている。そのためにも、生命や自然に対する感受性や、身近な環境から地球規模の環境への豊かな想像力、それを大切に守ろうとする態度が養われなければならない。」と述べられている。

また、SDGs(持続可能な開発目標:Sustainable Development Goalsの略称)⁵⁾は、2015年9月の国連サミットで採択(2016年1月1日発効)された「我々の世界を変革する:持続可能な開発のための2030アジェンダ」に記載された2016年から2030年までの国際目標である。市川⁶⁾は、「環境教育の立場からみた『持続可能な社会』の視点を整理するならば、環境への負荷を減らし、動植物と共存・共生していく社会が重要であり、そうした社会像につながる学習を進めていくことが求められているといえる。SDGsの17の目標(ゴール)には、持続可能なエネルギーや、持続可能な生産・消費の実現、生態系・生物多様性の保全、気候変動への対応などが記されている。環境教育としてこれらの課題に取り組んでいくとき、人間による環境への負荷とその低減、人間と環境の関わりやつながりと動植物との共存・共生について、一人ひとりの身近な環境を出発点として学習していくことが重要である。」と述べている。

これらのことから、学校教育の各教科等の教育活動の中で身近な環境に目を向け、SDGsの目標及び、持続可能な社会の実現に向けた環境教育の教育実践を推進することで、教育の目標の達成に向けて取り組むことが重要であることが分かる。

さらに小玉⁷⁾は、「第3期教育振興基本計画(2018年)では、第1期と第2期に続いてESD(持続可能な開発のための教育:Education for Sustainable Developmentの略称)の推進が明記され、それが国の教育政策において重視されてきたことは明らかである。2017・2018年改訂の学習指導要領では、前文に『持続可能な社会の創り手』を育成するとの文言が初めて入り、ESDと学習指導要領の関係が

強化されることとなった。」と述べている。そして小玉⁸⁾は、「今後の学校でのE S Dは、多様なセクターと連携しながら地域住民による持続可能な地域づくりの中でその教育活動を展開していくことはもちろんだが、その際の『地域』は、地理的な範囲に限定されるのではなく、空間を超えた課題でつながる『地域』も想定すべきであろう。」と述べている。

これらのことから、身近な地域における環境問題を考えるとき、その地域だけに留まらず、地域の海を題材とした場合、地域の海に留まらず、海は世界につながっているという広い視野を持たせることが重要であるといえる。

そこで、このたびは、身近な自然環境と人間生活との関連を考えた特別の教科道徳と理科教育等との関連を考えた環境教育の教育実践について考察する。

1.2 主として生命や自然、崇高なものとの関わりに関することについて

(1) 生命の尊さと自然愛護等について

「生命の尊さについて、その連続性や有限性なども含めて理解し、かけがえのない生命を尊重すること。」「自然の崇高さを知り、自然環境を大切にすることの意義を理解し、進んで自然の愛護に努めること」について、解説特別の教科道徳編⁹⁾に次のように述べられている。「生命を尊ぶことは、かけがえのない生命をいとおしみ、自らもまた多くの生命によって生かされていることに素直に応えようとする心の現れと言える。」「『自然の崇高さを知る』とは、自然の美しさや神秘さを感性で受けとめるとともに、自然が人間の力が及ばない存在であり、時として我々に「恐れ」や「緊張」をもたらすものであるということを理性でも認識することである。」「『自然環境を大切にすることの意義を理解』することとは、人間は有限なものであるという自覚によって、自然の中で生かされている人間が、自然に対して謙虚に向き合うことの大切さを理解することにほかならない。その理解が、生命の大切さや尊さ、人間として生きることのすばらしさの自覚につながり、とかく独善的になりやすい人間の心を反省させ、生きとし生けるものに対する感謝と尊敬の心を生み出し、自然を大切にすることの意義を実感することができるのである。」と。

このことから、自然の美しさや神秘さを感性で受けとめるとともに自然に対して謙虚に向き合うとともに生命の大切さや尊さを実感させることが求められていることが分かる。

また、同解説特別の教科道徳編¹⁰⁾に、「中学校の段階では、入学して間もない時期には、豊かな感受性が育ってくるとともに、様々な体験を通じて自然の美しさに癒やされる自己に気付くようになる。学年が上がるにつれて、理科などの学習や防災に関する学習を通して、自然の力のすさまじさと人間の力の限界を理解し、人間の力を超えた自然の崇高さを感性と理性の両面で捉えるようになる。指導に当たっては、まず、例えば、すばらしい自然風景・絶景との出会いを振り返り、そこでの感動や不思議に思ったことなどの体験を生かして、人間と自然との関わりを多面的・多角的に捉え、自然を愛し、守ることといった環境の保全を通して、有限な人間の力を超えたものを謙虚に受け止める心を育てることが求められる。」と述べられている。さらに、「自然に対する人間の有限性を考えさせるなど、事実や事象の知的な理解を基にしながら、自然の中で生かされていることを謙虚に受け止める感性を高めることに留意する必要がある。そのことが、自然を外から制御する者となって保護するという自然への対し方ではなく、一人一人が自然との心のつながりを見だし同行する者として生きようとする自然への対し方につながり、持続可能な開発目標(SDGs)でも求められる、現在及び未来の自然環境の課題に取り組むために必要な心を育てることになる。」と述べられている。

このように、持続可能な開発目標(SDGs)にもつながる視点で、自然愛護の心を育てる項目について教育内容を考えていくことが重要であることが分かる。

赤堀¹¹⁾は、「『自然愛護』とは、まさに自然を大切に思い守ることです。」「自然愛護と類似した言葉に自然保護があります。これは、動植物や自然の景観を保護し、自然本来の姿を保とうとすることです。」「美しい自然の様々な現象に触れることで、感動を得たり、畏敬の念を抱いたりして、豊かな情操を育んできました。このように、私たち人間は、自然から受ける様々な恩恵によって生命をつないできたのです。私たちは自然に親しみながら、自然に対する感謝の念を抱いてきました。しかし、科学技術の進

歩により、自然とのかかわり方を見誤ることも少なくありませんでした。例えば、工業の発達によって発生した公害の問題が挙げられます。」と述べ、生命尊重や自然に親しむこととともに科学技術の進歩とともに発生した環境問題の指摘もしています。さらに赤堀¹²⁾は、「地域によって自然の有り様は異なりますが、自分たちの生活が被っている自然からの恩恵を再確認して、自然を愛護しようとする気持ちを高めることは、人間と自然との調和を図る上で大切なことと言えるでしょう。」と述べている。

これらのことから、科学技術の進歩により発生した環境問題から自然とのかかわり方を見誤ることなく、自然愛護の心を育て、自然と人間の暮らしの調和を図ることが大切であると考えられる。

以上のことから、身近な自然との関わりの中で、自然の崇高さやその素晴らしさ、神秘さ、畏敬の念などを生徒たちに感得させるとともに、人間と自然とのかかわりを多面的、多角的に捉えさせる。そして、生命の尊さを実感させ、自然愛護の心を育てるとともに、環境を保全する方策を探究するなど、持続可能な開発目標（SDGs）につながる視点で、教育内容を創造することが求められているといえる。

（2）有性生殖の観察、実験を通して、生命の尊さを実感させ、自然愛護の心を育てる視点

教育基本法の教育の目標に生命尊重と自然愛護、環境保全に関することが示されている。また、解説理科編¹³⁾の「生物の連続性 生物の成長と殖え方」の単元において、「生物の殖え方を観察し、有性生殖と無性生殖の違いを見いだして理解するとともに、生物が殖えていくときに親の形質が子に伝わることについて見いだして理解させることがねらいである。」「有性生殖については、無性生殖とは異なり、受精によって新しい個体が生じ、受精卵の体細胞分裂により複雑な体がつくられることを、カエルなどを例として捉えさせる。動物では、メダカやウニの発生の継続観察などを行わせることが望ましいが、映像などを活用することも考えられる。」と述べられている。

また、同解説理科編¹⁴⁾において、「自然の事物・現象を調べる活動を通して、生物相互の関係や自然界のつり合いについて考えさせ、自然と人間との関わりを認識させることは、生命を尊重し、自然環境の保全に寄与する態度の育成につながるものである。また、見通しをもって観察、実験を行うことや、科学的に探究する力を育て、科学的に探究しようとする態度を養うことは、道徳的判断力や真理を大切にしようとする態度の育成にも資するものである。次に、道徳教育の要としての特別の教科である道徳科の指導との関連を考慮する必要がある。理科で扱った内容や教材の中で適切なものを、道徳科に活用することが効果的な場合もある。また、道徳科で取り上げたことに関係のある内容や教材を理科で扱う場合には、道徳科における指導の成果を生かすように工夫することも考えられる。そのためにも、理科の年間指導計画の作成などに際して、道徳教育の全体計画との関連、指導の内容及び時期等に配慮し、両者が相互に効果を高め合うようにすることが大切である。」と述べられている。赤堀¹⁵⁾は、「理科においては、ほとんどの学習が自然と関わりをもっており、目標は『自然に親しみ』から始まっています。そして、育成すべき資質・能力として、自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養うことを掲げています。」と述べ、さらに赤堀¹⁶⁾は、「地域によって自然の有り様は異なりますが、自分たちの生活が被っているしぜんからの恩恵を再確認して、自然を愛護しようとする気持ちを高めることは、人間と自然との調和を図るうえで大切なことと言えるでしょう。」と述べている。

これらのことから、理科と特別の教科道徳との関連を図った自然愛護や環境の保全に寄与する教育内容を創造していくことが重要であることが分かる。ここでは、ウニの発生や生活における状況を踏まえた観察、実験を通して、理科のねらいを達成するとともに、特別の教科道徳との関連を図り、生命の尊さを実感させ、自然愛護の心を育てることを考えた。

2. 本研究における仮説

本研究では、対象校の地域性を生かし、地域に生息する生物であるバフンウニやハスノハカシパンを活用し、次の仮説を立てて授業実践を行い、その有効性を検証した。

仮説：「身近な地域に生息する生物の受精卵と洗剤を活用した観察、実験を通して、生活環境との関連を考えた学習を行えば、生命の尊さを実感させ、自然愛護の心を育てることができるであろう。」

3. 中学校理科「生物の連続性 生物の成長と殖え方」の単元の教材化

3.1 ウニの有性生殖の観察、実験

(1) ウニの生殖時期について

身近な地域に生息するウニを図1に示す。また、下の表1を参考に観察、実験の時期を計画する。ここで、有性生殖の単元は、3学年理科で学習する内容であるから、このことを踏まえてそれぞれのウニの活用の時期を述べる。

ウニの中ではバフンウニが、受精卵や卵割の観察がとでも見栄えがよく最適である。生殖時期が1月から3月であるため、2学年の3学期に実施し、3学年の予習として行うか、3学年の3学期に復習として行うことが考えられる。

3学年の1学期に観察するウニとしては、サンショウウニやハスノハカシパンなどが考えられる。サンショウウニの卵は、バフンウニよりも卵の色がうすい。ハスノハカシパンやスカシカシパンは、卵のまわりのゼリー質の部分にそれぞれの体色と同じ紫色や茶色の色素が点在している。これらのウニは3学年の1学期に活用することができる。一定の数を採取することが難しいムラサキウニ等は、授業には適していないと考えられる。

表1は、現代発生物学シリーズ3「海産無脊椎動物の発生実験」¹⁷⁾に、昭和53年度科学研究費総合研究A研究成果：全国臨海臨湖実験所長会議、昭和53年4月より引用されたものを抜粋した。ここでは、「各臨界実験所の周辺海域の自然環境の変化や生物の採集捕獲によって、年ごとに生物の種類、量に大きな変化が起こっている。そのため、この表に掲げたある種の生物は、該当する実験所で現時点では利用できないこともあるので、注意を要する。」と述べられている。ただし、これまでの授業実践において、ハスノハカシパンでは、年によっては6月には採卵・採精ができないこともあったため、事前に予備実験をして採卵・採精が可能かどうか確認する必要がある。



表1 主要実験生物繁殖期表

ウニの名称	生殖時期	調査した実験所
バフンウニ	1月～3月中旬	広島県向島臨界実験所（広島大学）
サンショウウニ	5月下旬～8月上旬	広島県向島臨界実験所（広島大学）
ハスノハカシパン	4月下旬～6月下旬 9月中旬～11月下旬	愛媛県中島臨界実験所（愛媛大学）
スカシカシパン	6月下旬～8月中旬	千葉県館山臨界実験所（お茶の水女子大学）
ヨツアナカシパン	8月上旬～8月下旬	神奈川県三崎臨界実験所（東京大学）
ムラサキウニ	7月～9月中旬	広島県向島臨界実験所（広島大学）

バフンウニと卵	サンショウウニと卵	ハスノハカシパンと卵

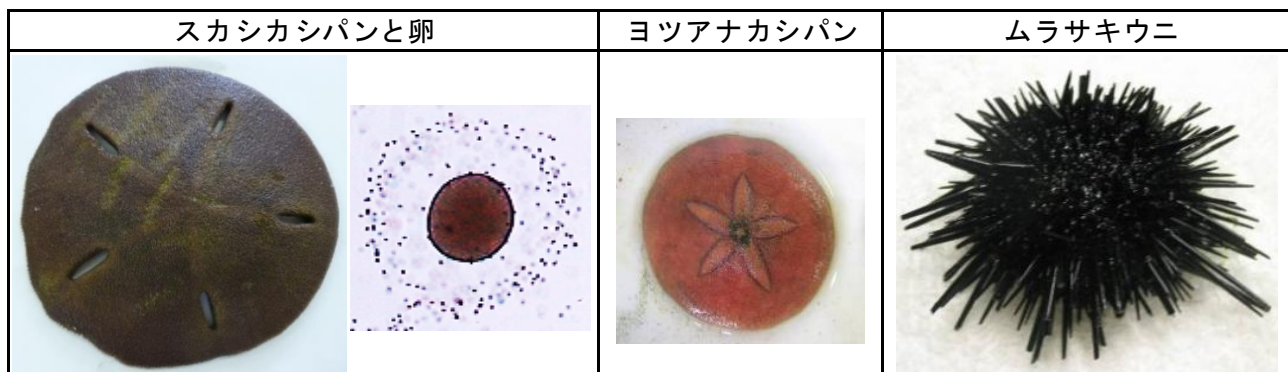


図 1 いろいろなウニ

(2) ウニの雌雄の判別について

石川・野口¹⁸⁾は、「外観的にウニの雌雄を判別することは多くのものでは難しいが、可能な種類もある。バフンウニでは、生殖期の最盛期になると囲口部の管足の色が白味を帯びているのが雄、赤橙色になっているのが雌の場合が多い。このような管足による雌雄の識別は、バフンウニだけに限られており、80% くらいは当たる。」と述べている。

このようにバフンウニの雌雄の判別がある程度可能とあるが、実際は難しい状況であった。また、ハスノハカシパン等では雌雄の判別は難しい。授業では、事前にウニの精子と卵を採取しておくことが望ましい。また、各班でウニに直接触れさせ、班ごとに1個体ずつウニを配布して採卵と採精を行うことで、興味・関心を高めるとともに、そのときの授業の中で精子と卵のそれぞれを得ることが期待できる。

(3) 指導の工夫

◎ ウニの受精・卵割の観察

- ① 教職員自らバフンウニやハスノハカシパン等のウニを採取し、ウニが生育する地域の状況を伝えることを通して、生徒に授業で扱うウニが生きている地域に興味・関心をもたせる。
- ② 各班に1個体ずつのウニを配布し、採卵・採精をさせる。そして、生徒が自ら取り出した精子・卵によって受精（生命誕生）する瞬間を観察させることを通して、生物の命を実感させる。
- ③ 授業の数時間前から1時間おきに予め採取した精子と卵による受精卵を作っておく。このことにより、50分の授業の中で受精後の受精卵がそれぞれの時間に応じた成長の様子を観察させることができる。特に、受精卵が卵割していく様子を観察することを通して、成長や生命の神秘さを実感させる。
- ④ 授業後の受精卵は、継続的に理科室で観察できるようにして、生命の成長を実感させる。
- ⑤ 授業では、各班1個体ずつのウニの命を奪ってしまうが、それらのウニから誕生した数えきれない受精卵をその日のうちに採取した海に返すことにより、命を大切に作る心や子孫へのつながりを感じさせる。

(4) ウニの有性生殖の実験方法

ここでは、ウニの有性生殖の観察、実験で用いたハスノハカシパンについて紹介する。時期は、バフンウニは3学期に、ハスノハカシパンは1学期、または2学期に行う。今回は、2学年の3学期にバフンウニの有性生殖の観察を行い、3学年の1学期に有性生殖の復習と自然愛護の心を育てる内容に関連させた学習内容を実施した内容を述べる。

< 予め授業前に準備しておくことよいもの >

当日の授業前の1時間前、2時間前、3時間前に受精させた受精卵を三角フラスコごとに受精させた時間を記録した付箋紙をつけて準備しておくこと、50分の授業の中で、卵割や時間に応じた受精卵の成長の様子を観察させることができる。また、複数のクラスの授業があるときは、授業中に受精させた受精卵の三角フラスコ（受精させた時間を記録した付箋紙をつけておく）をとっておくと、その後のクラスで行う授業で活用できる。

<準備するもの> (班ごとに準備する)

ハスノハカシパン (各班に1個体)、海水 (300ml ビーカーに入れておく)、塩化カリウム水溶液 (0.5mol/l を少量)、三角フラスコ (100ml) (または、コニカルビーカー)、シャーレ、スポイト (塩化カリウム用、精子用、卵用の3本を用意して、それぞれ別々に使用する。なお、ピペットでもよい)、ホールスライドガラス及びカバーガラス (一人2~3枚ずつ程度)、顕微鏡 (一人1台)、ストレートピンセット (または、通常のピンセット)、付箋紙

<方法>

- A ハスノハカシパンの口器を上にしてシャーレに置く。(通常、砂浜で採取したときの状態を逆さまにすると口器が上になる。)



図2 ハスノハカシパンの採卵・採精

- B 次に、口器の部分に塩化カリウム水溶液 (0.5mol/l) を数滴スポイトで注ぐ。少しすると口器側とは反対側の生殖孔から雄であれば白色の精子が、雌であれば卵が放出される。
- C Bを行った数分後、シャーレを持ち上げてシャーレの下から見て、ハスノハカシパンから放出されているものが、卵であるか精子であるかを確認する。
- a 卵が出ていれば、海水を満した三角フラスコ (または、コニカルビーカー) にハスノハカシパンの口器だった部分を上にし、反対側の生殖孔が海水に浸かるようにして置き、海水中に卵を放出させる。卵は、それぞれ5つの生殖孔から線状に連なって放出される。(未受精卵を生かすため、酸素が豊富にある海水中に卵を放出させる。)
- b 白色の精子が出ていれば、そのままシャーレ上で放出させる。(海水中に放出させると精子が弱るため。) 受精させる前にシャーレに海水を注ぎ、精子の濃度を薄めて使用する。
- D Cで採取した未受精卵をホールスライドガラスにスポイトで1滴程度注ぎ、顕微鏡で40~100倍程度でカバーガラスはまだ使用しない状況で観察する。(できるだけスケッチさせる。)
- E Dで観察した未受精卵にCで採取し直前に海水で薄めた精子を1滴注ぎ、カバーガラスをかけて顕微鏡で観察する。低倍率から高倍率に上げて観察する。そのとき、受精膜の上がる状況を観察するとともに、精子の運動で微動する卵の様子も観察する。このとき、400倍の高倍率では、卵に群がる精子の様子が明確に観察できる。(できるだけスケッチさせる。)
- このとき、Cのaで採取した未受精卵の入っている三角フラスコの海水を少量取り除き、bの精子を入れてかき混ぜ受精させておく。このとき、受精させた時間を記録した付箋紙を三角フラスコに貼る。
- F 予め準備しておいた数時間前の受精卵を観察する。(受精から90分から120分程度で1回目の卵割が始まる。その後は60分程度で2回目以降の卵割をする。受精から卵割が始まるまでの時間は、当日の気温によって少し変わる。)

3.2 身近な環境における課題発見 (家庭から排出される洗剤における受精卵の影響)

身近な地域での光景の写真を参照したり、これまでの同様な気付きを交流したりすることを通して、自然環境における課題を発見させる。



図 3 ある地域における河口に排出される家庭から出された生活用洗剤のようす

◎ 課題「ウニの受精卵において、受精卵のある海水に台所用洗剤が混じったとき、正常な受精卵になる限界は、台所用洗剤をどのくらいすすめた海水であるか。その限界とそのように考えた理由を観察結果を根拠にして説明しよう。」

○本時の目標

「生命を尊重し、自然愛護の心を育てる点に視点をおき、ウニ(ハスノハカシパン)の受精における環境の影響(洗剤の濃度における影響)について実験及び観察を行い、正常なものとの比較から考察し、科学的な見方・考え方を育てる。」

○本時の指導過程

過程	学習内容	学習活動(発問・生徒の学習活動)	指導上の留意点(学力を高める手立て☆)
導入	1. 授業のめあての確認 身近な地域で生活用の洗剤が川から海へ流されている状況から、生物と環境との関係について考える。	<受精卵が生育できる条件> この写真のようところで生物の受精卵は生育できるだろうか。	・目標と内容を明確に伝える。 ・洗剤が川から海へ流れていく写真を提示する ・ハスノハカシパンが生息している場所を地図で示す。
展開	2. 受精の様子の振り返り ハスノハカシパンの受精の様子を振り返る。 3. 洗剤の濃度の確認と予想 演示：洗剤の原液を薄めていく。 100倍、1000倍、1万倍、10万倍、100万倍、1000万倍、1億倍 4. 実験方法の説明 ①正常な卵と精子による受精を観察する。 ②各班の4人がそれぞれ4種類の濃度の洗剤液を1つずつ受け持ち、プレパラートに1滴ずつとり、カバーガラスをかけて受精卵の様子を観察する。 5. 正常な受精卵との比較 正常な受精卵とのちがいをを見つけ、考察する。	発「受精の証拠となるものは何ですか？」 ・受精の証拠である受精膜の確認 発「写真のように海水が洗剤で汚れている状況で、川の水や海水で洗剤は薄まっていくが、受精卵は生育できるだろうか？」 ①受精卵の様子と受精膜の有無を確認する。 ②正常な受精卵との比較した結果を	・既習の受精の様子の写真をパネルにして、分かりやすく説明する。 ・台所用洗剤を薄めていく様子を確認させる。 ・精子用と、卵用のスポイトを分けさせる。 ・条件を統一するため、顕微鏡は100倍で観察させる。 ☆各班で協働的に個の考えを交流させて考察させる。

	6. 考察の発表	プリントに記入する。 ○正常な受精卵と比較したそれぞれの濃度の洗剤液におけるプレパラートをプロジェクターで投影して、考察した内容を発表する。	※各自、自分の担当するプレパラートの顕微鏡画像をプロジェクターで投影する ☆正常な卵との比較の観察を通して違いを見抜き説明する力を育てる。 <課題のある生徒への手だて> ヒントカードを提示する
終末	まとめ 生徒の考察内容をまとめる。 自己評価表に記入する。	○今日の実験の振り返り(評価)の中で、今回の実験、考察を通して交流した自然愛護の視点の押さえと、評価を行う。 ○今回の授業を通じて、さらに調べてみたいことや探究してみたいことを書く。	☆身近な海の水質による受精卵の状況の調査など、自然愛護の視点と共に、さらに探究しようとする科学研究への意欲につなげさせる。

4. 授業の実際と観察、実験結果

4.1 ウニの受精の観察

(1) 授業のようす

図4のように、班ごとにハスノハカシパンを1個体ずつ準備して採卵・採精を行う。顕微鏡は1人1台用意し、生徒一人一人が個人で観察できるようにする。さらに、生徒の観察状況の机間指導の中で観察している生徒たちの観察意欲を高めるために、生徒の顕微鏡画像をデジタルカメラやビデオ等で撮影し、スクリーンや電子黒板等で全体に示すこともできるとよい。

これは、生徒たちが自ら取り出した精子と卵によって、次の世代のハスノハカシパンの命を誕生させていることを実感させるねらいがある。

受精と卵割を観察した顕微鏡写真を図5、6に示す。このように、3学年の1学期にハスノハカシパン等の受精の観察を行った。

なお、それぞれ班ごとに1個体のウニから採卵・採精を行うため、各クラスで10個体程度のウニの命を奪う授業となる。そのため、この授業後は、受精した受精卵をすべてバケツに集め、その日のうちにウニを採取した海に返すところまでを行う。生徒たちに、「各班で扱ったウニの命から数え切れないほどの新しい命を誕生させて海に返していくこと」を伝えることを通して、命を大切に生命の尊さを実感させるような授業に仕組む。



図4 受精の観察のようす

(2) ハスノハカシパンの受精の観察結果

ハスノハカシパンの受精、卵割の観察結果 (1 学期) を示す。


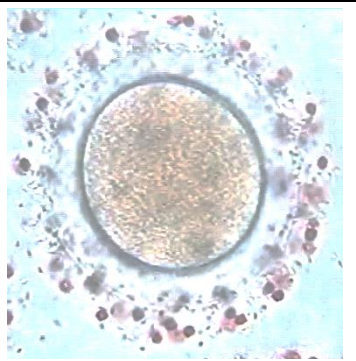
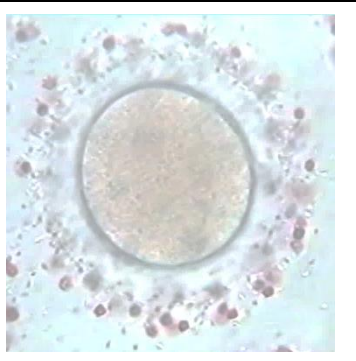
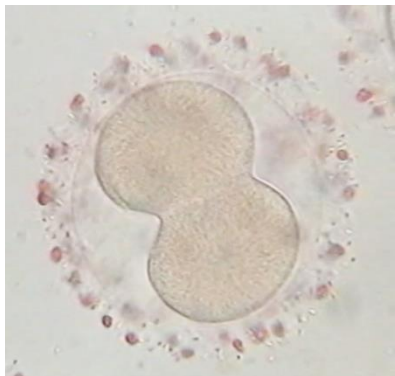
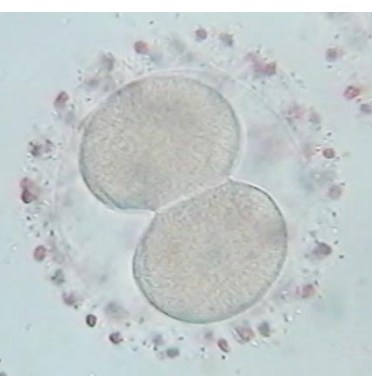
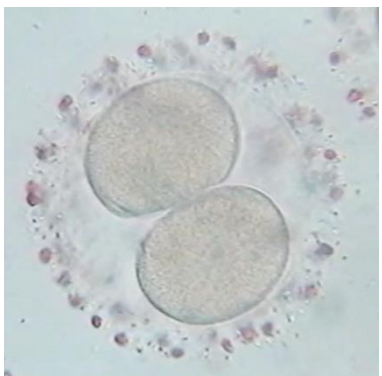
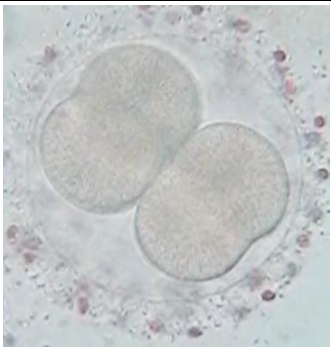


<p>(1) 未受精卵</p> 	<p>(2) 卵に群がる精子</p> 	<p>(3) 受精後の受精膜</p> 
<p>(4) 卵割の様子①</p> 	<p>(4) 卵割の様子②</p> 	<p>(4) 卵割の様子③</p> 
<p>(5) 卵割の様子①</p> 	<p>(5) 卵割の様子②</p> 	<p>(5) 卵割の様子③</p> 

図5 ハスノハカシパンの受精、卵割の様子

◎(2)で受精後、(3)のように受精膜ができる。

◎(3)から(4)の卵割が始まるまで約 90 分程度かかり、(4)の①から③までは、約 2～3 分程度で卵割する。

◎(4)③から(5)の卵割が始まるまで約 60 分程度かかり、(5)の①から③までは、約 2～3 分程度で卵割する。

4.2 家庭から排出される洗剤における受精卵の影響

次に、台所洗剤の濃度による受精卵の影響の観察結果を示す。

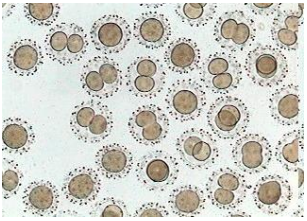
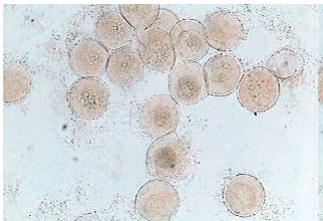
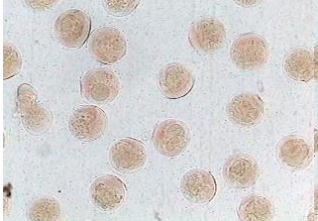
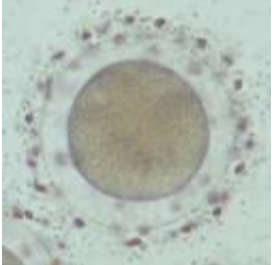
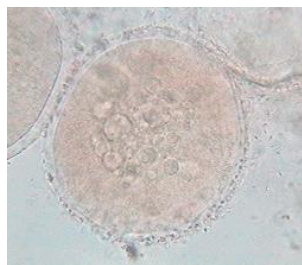

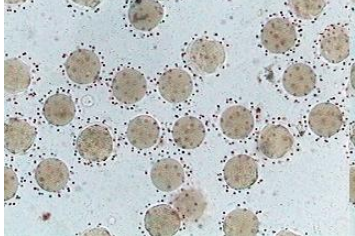
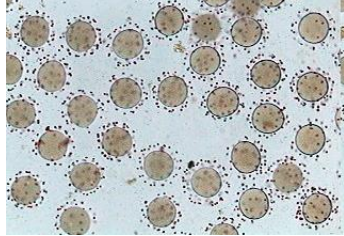
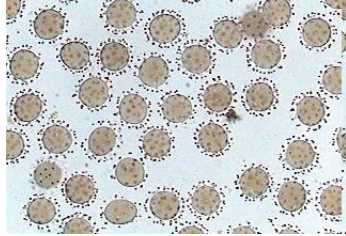
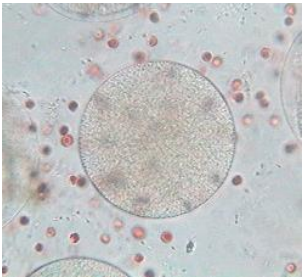

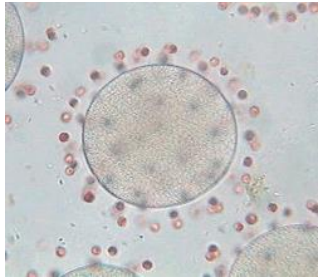
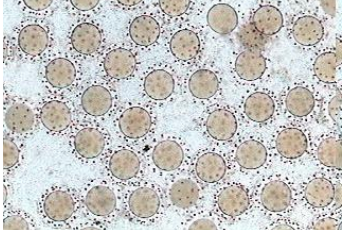
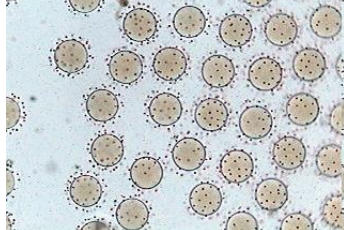
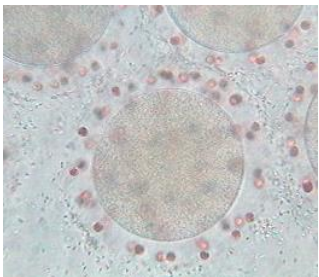
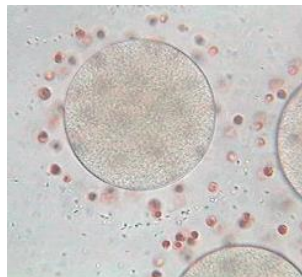
顕微鏡 倍率	受精卵の様子（台所洗剤による受精卵の影響）		
	台所洗剤なし	台所洗剤を100倍に薄めた液	台所洗剤を1000倍に薄めた液
100 倍			
400 倍			
	台所洗剤を 10000 倍に薄めた液	台所洗剤を 10 万倍に薄めた液	台所洗剤を 100 万倍に薄めた液
100 倍			
400 倍			
	台所洗剤を1000万倍に薄めた液	台所洗剤を1億倍に薄めた液	
100 倍			
400 倍			

図6 台所洗剤の濃度による受精卵の影響

表 2 台所洗剤の濃度による受精卵の影響

○：受精卵に影響が見られなかった。 △：受精卵に影響が見られないようであるが、受精卵の周りの色素が少し変化した。 ×：受精卵が正常ではなく大きな影響が見られ、受精卵の周りの色素が消えた。							
台所洗剤を海水で薄めた倍率	100倍	1000倍	1万倍	10万倍	100万倍	1000万倍	1億倍
1班	×	/	△	/	○	/	○
2班	/	×	△	○	/	○	/
3班	×	/	△	/	○	/	○
4班	/	×	/	○	○	○	/
5班	×	/	△	/	○	/	○
6班	/	×	△	○	/	○	/
7班	×	/	△	○	/	○	/
8班	/	×	/	○	○	/	○

今回の観察、実験では、各班の観察結果をもとに考察した。各班はそれぞれ4種類の洗剤の混じった海水における受精卵の影響を調べる観察を行った。各班の顕微鏡で観察した受精卵の数は、100倍のときに20個体から30個体で、それらを正常な受精卵と比較して影響を確認している。

観察結果は、台所洗剤による受精卵の影響が、海水で薄めた倍率によって図6と表2のようになることが分かった。ハスノハカシパンの受精卵は、台所洗剤を10万倍以上に薄めた液では、ほぼ正常な受精卵と同じような状態で洗剤による影響が見られない受精卵と確認された。この場合は、卵と精子で受精膜ができ、卵割もした。その後、分裂を繰り返し回って動き出すまでを観察できたため、ほぼ正常であったと言える。1万倍の受精卵では、受精卵に影響が見られない状況で卵割もしたが、受精卵の周りの色素が少し変化していた。しかし、理科室では成体まで飼育することはできないため、10万倍以上に洗剤を薄めることで成体まで成長することが保障できるとはいえない。

逆に、台所洗剤を100倍や1000倍に薄めた液では、受精卵の周りの色素は全てなくなり、受精卵自体が変形して死んでいる状況であった。1000倍まで薄めてもこのような状況であったため、多くの家庭からの排水があれば、洗剤が大量に川から海に流されるため、生物の生育環境に大きな影響を及ぼすことが考えられる。

5. 分析と考察

5.1 ハスノハカシパンの受精の観察の授業を終えての生徒の振り返りからの分析・考察

ハスノハカシパンの受精の観察後の生徒の考察及び振り返りの記述を示す。

- 生物の発生において、実際に受精するところはめったに見られないから、今回受精の瞬間を観察できて感動しました。受精の観察をして命の大切さを改めて感じました。
- 1つの卵にたくさんの精子が群がって動いていた。受精はすごいと思いました。精子が1つ卵に入ると、受精膜ができることがすごい仕組みだと思いました。いくつもの受精卵が、どんどん卵割してびっくりしました。
- 精子は、卵と比べてすごく小さいものだと分かった。精子と卵が出会うとすぐに受精することが分かった。他の生物の受精も同じようなのか調べてみたい。
- 精子が卵のまわりに集まっていた。精子を入れるとすぐに受精膜ができたのですごいと思った。受精した後、分裂して細胞が増えることが分かった。

- 2年生の3学期に観察したバフンウニの卵と比べると、ハスノハカシパンの卵には小さな赤紫色の粒が卵のまわりにたくさんあることが分かった。ハスノハカシパンの受精卵でもバフンウニと同じように卵割して成長する過程が観察できた。どちらも同じように卵割して成長することから、他の生物の受精卵も同じような過程で成長するのか調べてみたい。また、ウニの種類によって繁殖時期が異なるのはなぜなのか調べてみたい。

ハスノハカシパンの受精の観察後の生徒の記述

これらの生徒の記述から、ハスノハカシパンの受精の観察を通して、生命誕生の瞬間の感動や神秘さなど、生命の尊さを実感させることができたと言える。また、2年時の3学期に行ったバフンウニの受精の観察と3年生の1学期に行ったハスノハカシパンの受精の観察を比較して、共通点や違いについて気づき、探究心を持たせることができることが分かる。

5.2 家庭から排出される洗剤における受精卵の影響の観察・実験からの分析・考察

次に授業後の生徒の考察及び振り返りの記述を示す。

- 受精卵が台所用洗剤を1000倍に薄めた海水においても生きていくことができない。受精卵は台所用洗剤を1万倍から10万倍以上に薄めないで正常に成長しないということが分かった。家庭の排水は、そのまま川や海に流してはいけないと思った。人口が多い地域で川や海までそのまま流すと生物の命を守れないと思った。この観察結果から、人間生活で排出されるものによって自然の中における生き物に大きな影響を及ぼしてしまうことが分かった。身近な自然に生きている生き物を守るために、生活排水をできるだけ川や海に流さないことやその他でできる対策を考えたいと思った。
- 台所用洗剤が生物に及ぼす影響についてよく分かった。自然の中にいる生物を守らないといけないと思った。台所用洗剤のような合成洗剤のときは分かったけど、自然環境に比較的やさしいと言われていた天然石けんの場合を調べたい。
- 台所用洗剤以外の汚れた水、例えば、すぐにごった水や油などでは、受精卵はどうなるかを調べてみたいと思う。また、いろいろな洗剤において、濃度がどのくらいなら受精卵に影響がないようにできるのかをもっと詳しく調べたい。
- 台所用洗剤の濃度の違いによって受精卵の様子が大きく違って驚きました。自分たちの何気ない生活習慣が、こうやって他の生物たちに大きな影響を及ぼしているということを理解しました。また、10万倍以上に洗剤を薄めたら死ぬことはなかったけど、正常に成体まで成長するのか分からない。何か悪い影響がないか心配です。さらに自然環境を守る方法や対策について考えたいです。

洗剤の濃度による受精卵の影響を調べる観察、実験後の生徒の記述

以上のことから、身近な自然の中で台所用洗剤のような生活排水が川から海へ流される様子を確認する中、その洗剤の濃度における受精卵の影響を調べる観察、実験を通して、次のことが言える。

- ① 台所用洗剤が身近な海の生き物に大きな影響を及ぼしている結果から、身近な自然にいる生き物を守らなければならない自然愛護の心を育てることができると言える。
- ② 洗剤の種類に着目して、環境にやさしい洗剤はないか、自然を守るための方策はないか、SDGsの目標を踏まえた環境を守る方策を探究しようとする意欲を育てていることが分かる。

6. 研究の成果

6.1 成果

- 身近な地域の生物であるハスノハカシパンの受精の観察において、すぐに受精してその後卵割して成長する命の誕生の様子を観察することを通して、人の力では及ばない生命誕生の素晴らしさを感じさせることができた。このことから、身近な生物を生かした有性生殖の観察は、生命の尊さを実感させることに有効であると言える。
- 身近な地域の人間生活において、川から海に流される家庭からの排水に洗剤が含まれている状況から課題意識を持たせ、そのような洗剤が生物に与える影響を調べる観察、実験で、直接受精卵が影響を受ける状況を観察して考察した生徒記述から、生徒にとっても強い印象を与えることが分かる。さらに、海で生息する生き物を守る環境保全の意識や自然愛護の心を育てることに有効であったと言える。
- 本研究実践を通して、人間生活と自然環境との関係について考察し、自然環境を守る方策を考え、自然愛護の視点やSDGsの目標達成に向けて、探究心をもたせることにつながった。
- これらのことから、本研究実践は、SDGsの目標や持続可能な社会の実現を目指す環境教育の視点を持ち、理科教育と特別の教科道徳との関連を図り、それぞれの目標を達成することに有効であることが分かる。

6.2 課題

- 今回のように身近な地域での自然環境と人間生活との関係について、意識を持たせることができたが、さらにSDGsの視点で具体的な取組につなげていく必要がある。
- 各教科や特別の教科道徳、総合的な学習の時間等の教育活動の中で、さらに系統的・横断的に学習内容をカリキュラムマネジメントして、SDGsの目標とも関連させた教育内容を構築することが今後の課題である。
- 子供たちの心に生じた具体的な環境保全のための対策を考えたいという気持ちをもとに、洗剤の種類を変えるなどして、洗剤の種類の違いによるウニの受精卵の影響を調べ、できるだけ影響の少ない洗剤の使用を考えるなどの発展的な思考や科学研究等でのさらなる探究の促進を図る必要がある。

引用文献

- 1) 文部科学省(2016)：『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説特別の教科道徳編』教育出版株式会社 p.66
- 2) 文部科学省(2016)：『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』学校図書株式会社 p.122
- 3) 教育基本法
- 4) 文部科学省(2016)：『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説総則編』株式会社東山書房 p.30
- 5) 外務省(2015)：持続可能な開発のための2030アジェンダ (仮訳)
- 6) 市川智史(2017)：『SDGsと環境教育』 p.17
- 7) 児玉敏也(2022)：『SDGs時代の教育：社会変革のためのESD』筑波書房 p.44
- 8) 児玉敏也(2022)：前掲書 p.55
- 9) 文部科学省(2018)：『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説特別の教科道徳編』教育出版株式会社 p.64
- 10) 文部科学省(2018)：『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説特別の教科道徳編』教育出版株式会社 p.65
- 11) 赤堀博行(2021)：『道徳的価値の見方・考え方』株式会社東洋館出版社 p.290-291
- 12) 赤堀博行(2021)：前掲書 p.293
- 13) 文部科学省(2018)：『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』学校図書株式会社 p.101
- 14) 文部科学省(2018)：『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』学校図書株式会社 p.120
- 15) 赤堀博行(2021)：前掲書 p.293-294
- 16) 赤堀博行(2021)：前掲書 p.293

- 17) 石川優・沼宮内隆晴編(1988)：『現代発生生物学シリーズ3 海産無脊椎動物の発生実験』株式会社培風館 p.209-212
- 18) 石川優・野口政止(1988)：「第11章 棘皮動物(4)ウニ類」石川優・沼宮内隆晴編『現代発生生物学シリーズ3 海産無脊椎動物の発生実験』株式会社培風館 p.128