

道徳的な畏敬の念を育てる教科指導の工夫

－中学校理科における有性生殖の観察を通して－

The Device of Subject Instruction to Train a Sense of Moral Dread:
Through the Observation of Sexual Reproduction in Junior High School Science.

八川慎一

Shin-ichi HACHIKAWA

岡田大爾

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10号 抜刷

Off Print of the 10th Edition

広島国際大学 教職教室

Issued by Hiroshima International University Teacher Education Unit

2018年12月

December, 2018

道徳的な畏敬の念を育てる教科指導の工夫

－中学校理科における有性生殖の観察を通して－

広島県 廿日市市立 阿品台中学校 八川 慎一
広島国際大学 教職教室 岡田 大爾

要旨：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¹⁾(以下、解説特別の教科道徳編とする。)の「D 主として生命や自然, 崇高なものとの関わりに関する事」の項目の中に、「感動, 畏敬の念」がある。これは、「美しいものや気高いものに感動する心を持ち, 人間の力を超えたものに対してする畏敬の念を深めること」と述べられている。また, 中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説理科編²⁾の内容の取扱いについての配慮事項に、「生命については, 生物の飼育や栽培, 生物や生命現象についての観察, 実験などを通して, 生物のつくりと働きの精妙さを認識させ, かけがえのない生命の尊さを感じさせるようにする。このような体験を通して生命に対する畏敬の念や生命を尊重する態度を培うようにする。」と述べられている。これらのことから, 自然の事物・現象を調べる活動を通して, 感動や畏敬の念を育成することが大切であることが分かる。そこで, 中学校理科における(5)「生命の連続性」の(ア)「生物の成長と殖え方」の単元において, バフンウニによる卵と精子が受精する瞬間から卵割といった観察を通して, 理科の目標を達成するとともに, 感動から畏敬の念を深めることを考えた。本研究では, 仮説を「生物を活用した生命誕生の瞬間の観察, 実験を行えば, 畏敬の念を育成することができるであろう。」とし, バフンウニを活用した有性生殖の観察, 実験を仕組んだ。生徒の授業の様子や振り返りの状況から, 実際の生物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, その後の受精卵の成長にも関心をもって観察を続けた。さらに, その後の受精卵の扱いまで丁寧に生かすように協働的に活動し, 最後は海に返すなど, 誕生した生命に対する畏敬の念を深めることができた。課題は, このような観察, 実験を行う生物を授業で活用する数だけ如何に採取するかである。

1 研究の考え方

1.1 畏敬の念を育てるとは

(1) 畏敬の念とは

解説特別の教科道徳編³⁾に、「畏敬とは、『敬う』という意味での尊敬、尊重と『畏れる』という意味での畏怖という面とが含まれている。恐れかしこまって近づけないということである。」と述べられている。

村田⁴⁾は、「確かにわれわれは、大自然の作用に美しさやすばらしさ、不思議さや神秘さとともに、その不気味さや人力ではとうていかなわない恐ろしさをも感じている。また、人間の理性の及ぶ範囲や限界を超えたものでありながらも、自己を支えている何か大いなるものの存在に気づく時、それに対する崇敬の念とともに、棄損や冒瀆に畏怖の念をもたずにはおられない。このような畏敬の念とは、相反する両面が一体化された高次な情操であり、ここから自己の至らなさや弱さに気づき、あるいは目覚め、人間としての在り方や生き方に対して深まりが生じると考えられる。」と述べている。

これらのことから、畏敬の念とは、人の力ではとうてい及ばない素晴らしさや恐ろしさを合わせ持った崇高な念であるといえる。その念によってこれまで気付かなかった自己の内面に気づき、自己の生き方に大きな影響を与え、深まりを生じさせるものであると言える。

(2) 畏敬の念を育てるとは

解説特別の教科道徳編⁵⁾に次のように述べられている。

「小学校の段階では、特に高学年で、文学作品、絵画や造形作品などの美術、壮大な音楽など美しいものとの関わりを通して、感動したり尊敬や畏敬の念を深めたりすることで、人間としての在り方をより深いところから見つめなおすことができるよう指導を行っている。中学校の段階では、入学して間もない時期には、すばらしい自然の美や芸術、品格のある気高い人間の生き方に触れることを通して、豊かな感受性が育ってくる。学年が上がるにつれて、美的な情操が豊かになり、感動する心が育ち、自然や人間の力を超えたものに対して美しさや神秘さを感じ、その中で癒される自己に気づくようになる。」

「指導に当たっては、まず、例えば、体験活動等における、自然の織りなす美しい風景や優れた芸術作品等の美しいものとの出会いを振り返り、そこでの感動や畏怖の念、不思議に思ったことなどの体験を生かして、人間と自然、あるいは美しいものとの関わりを多面的・多角的に捉えさせることが大切である。」

「畏敬は、非日常的な体験を通して初めて自覚されることが多い。」

「例えば、小さな子供が遊びの中で昆虫の命を奪ってしまったときに感じる恐ろしさや、その子供が同時に抱く命への尊敬の気持ちなど、これまでの経験を想起させ、生命の尊さの内容と関連させながら畏敬の念について話し合わせることで、抽象的な言葉による理解ではなく、人間理解に基づいて畏敬の念について深く考えることができる。さらに、心の奥深さや清らかさを描いた文学作品等の気高いものとの出会いを振り返り、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。こうした指導を通して豊かな心を育てることが、人間としての成長をより確かなものにするにつながるのである。」

また、村田⁶⁾は、「豊かな体験を通して、児童・生徒の内面に根差した道徳性を育成することは、道徳教育の基本であると言うべきである。特に、『畏敬の念』や宗教的情操の涵養は、知的に理解されるというよりは、まず子供の内心に感得されるものであるから、何よりも感動的な、心を揺さぶる体験に根ざして覚醒していくことが大切である。」と述べている。

さらに村田⁷⁾は、「ともあれ、人間の生活は自然との関わりを抜きにしては語れない。自然に囲まれ、その摂理に順応し、その産物を衣食住の糧とした暮らしの中で、自然の恩恵に対する感謝の念を基に、その美しさ、素晴らしさ、不思議さ、神秘さ、恐ろしさなどを、子供たちに感得させ、それを通して、人間としての在り方や生き方についての自覚を知らなければならない。特に我が国においては、すでに述べたように、古来の自然崇拜と大乘仏教とが結びつき、小さな虫けらの中にも聖なるものを感じ取る涵養宥和な心が育てられてきた。それだけに、自然との深い関わりの中で、日本人古来の智慧や生き方にも学びながら、人間の力を超えた大いなるものに対する畏敬の念を育てることが肝要と考える。」と述べている。

以上のことから、畏敬の念の指導は、感動的な豊かな体験を通して身に付けていくものであるといえる。自然との関わりの中で、その素晴らしさや神秘さなどを子どもたちに感得させて、人間の力を超えた大いなるものに対する畏敬の念を育てることが重要であるといえる。

1.2 有性生殖の観察、実験を通して畏敬の念を育てる視点

解説理科編⁸⁾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⁹⁾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。」

ここでは、ウニの発生の観察、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、生命の神秘さや畏敬の念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、地域の生物を活用し、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：「身近な地域の生物を活用し、有性生殖の実験を通して、その様子を観察させれば、畏敬の念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、次の表2を参考に観察、実験の時期を計画する。有性生殖の観察・実験は、バフンウニが受精卵や卵割の観察も容易である。生殖時期が1月から3月であるため、有性生殖の単元は、3学年で学習する内容であるため、3学年の予習として2学年で行うか、3学年の復習として行うことが考えられる。3学年の4月から7月に行うウニとしては、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、バフンウニの白い色よりもうすい色である。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体色と同じ紫色・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。

表1は、現代発生生物学シリーズ3「海産無脊椎動物の発生実験」¹⁰⁾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）

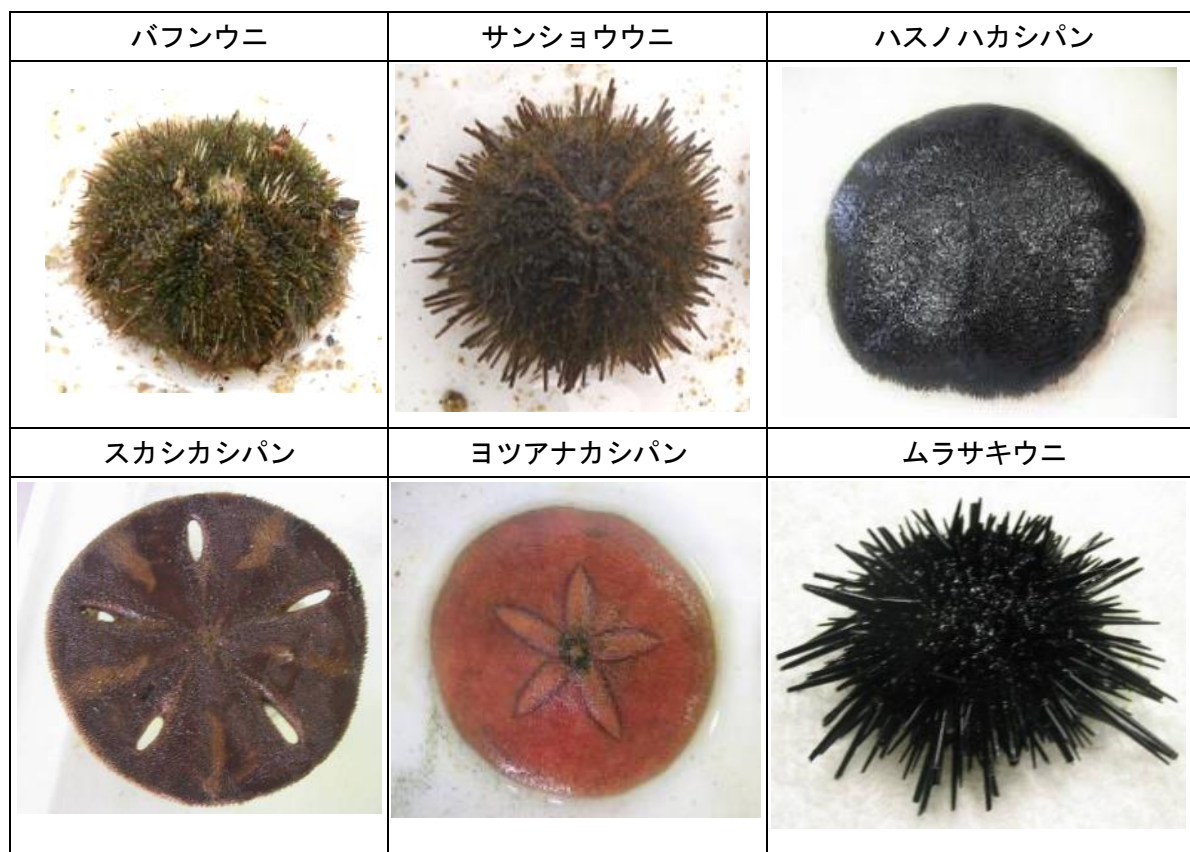


図1 いろいろなウニ

(2) ウニの雌雄の判別について

石川・野口¹¹⁾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囀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。

このように雌雄の判別が可能であるが、授業では、事前に精子と卵を採取しておくことが望ましい。また、各班でバフンウニに直接触れさせ、1個体ずつ採卵採精を行うことで、興味・関心を高めるとともに、そのときの授業の中で精子・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を採取し、観察、実験に活用することで、ウニの生育する場所の状況なども伝えることを通して生徒に生物の生きている様子に興味・関心をもたせる。
- ② 各班に1個体ずつのバフンウニを配布し、採卵・採精をする。このことで、生物を身近に感じさせ、生徒が自ら取り出した精子・卵によって受精（生命誕生）の瞬間を観察させる。
- 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とに

より、50分の授業の中で卵割の観察を行い、受精後の受精卵の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おくことにより、畏敬の念を抱かせる。
- ⑤ 授業では、各班1個体ずつのバフンウニの命を奪ってしまうが、それらのバフン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、命の尊さや子孫へのつながりを感じさせる。
- ◎ 繁殖時期が同じウニによる異種間受精の可能性について（生徒の疑問を生かした発展課題）
2年生の3学期にバフンウニの受精・卵割の観察を3学年の予習として行い、3年生の1学期にサンショウウニやハスノハカシパンの受精・卵割の授業を行っていたとき、生徒から次の疑問が生じた。

「サンショウウニやハスノハカシパン、ヨツアナカシパンなどは同じ時期に自然界の海の中で採卵・採精をする。このとき、違う種類のウニの精子と卵で受精して新しいウニができるのだろうか？」

このような生徒からの疑問を生かした発展課題として、「同じ時期に繁殖するウニについて、異種間で受精して新たな種が誕生するか」について探究させ、生命の神秘さを感じさせる。

（4）ウニの有性生殖の実験方法

ここでは、受精卵が一番きれいに見えるバフンウニについて紹介する。時期は、3学期に行う。3学年の1学期に行う場合は、これまで述べたように、繁殖時期に応じたウニを扱う。

< 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、数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、その後に行う授業で活用できる。

< 準備するもの >（班ごとに準備する）

バフンウニ（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 バフンウニの口器を取り出す。ストレートピンセット（または、通常のピンセット）を口器の縁に突き刺して時計回りに縁に沿って回し、口器を取り出す。次に、その口器から中の海水を出す。



図2 ウニの口器の除去

- B シャーレに切除した口器側を上にしてバフンウニを置く。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、雌であればだいたい色の卵が放出される。
- C Bを行った後少し待ってバフンウニを持ち上げ、放出されているものが卵か精子か確認する。
- a だいたい色の卵が出ていれば、海水を満たした三角フラスコ(または、コニカルビーカー)にバフンウニ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。(酸素が豊富な海水中に放出させて未受精卵を生かすため。)
- 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。卵割までの時間は当日の気温にもよる。)



図3 採卵・採精, 観察の様子 左目で顕微鏡観察し, 右目でスケッチする

3.2 いろいろなウニによる異種間の受精及び生命誕生の可能性について

表2より、「繁殖期が同じ時期にある種類の異なるウニ同士について、海の中で精子と卵が接触したとき、受精するのだろうか？」という生徒の疑問を授業で行うことで、生命の神秘さを感じさせる。

表2 指導過程

過程	学習内容	学習活動	指導上の留意点 (学力を高める手立て☆)
導入	1. ふりかえりとめあての確認	2年生3学期に行ったバフンウニの受精を振り返る。 本時のめあてを記入する 「受精のようすの観察」「地域の海辺に生息する異なるウニ同士の受精は可能か？」	目標と内容を明確に伝える。
展開	2. 受精実験の方法説明 3. サンショウウニの採卵・採精 4. ハスノハカシパンの採卵・採精の説明 5. ハスノハカシパンの採卵・採精	サンショウウニの採卵・採精方法の説明を聞く。 サンショウウニの採卵・採精を行う。 ①卵の観察を行う。(簡単にスケッチする) ②ホールスライドガラスの卵に精子をスポイトで1滴かける。次にカバーガラスで覆い、受精を観察する。 ハスノハカシパンの採卵・採精方法の説明を聞く。 ハスノハカシパンの採卵・採精を行う。 卵の観察を行う。	パネルにして、わかりやすく、説明は簡潔に行う。 精子用のスポイトと、卵用のスポイトを分けさせる。 100倍で観察させる。 余裕のある生徒は、300~400倍に挑戦させる。 ※受精膜の確認をしっかりとらせる。

	<p>6. 発展課題の「異種間で受精の可能性」を調べる。</p>	<p>発展「サンショウウニの卵とハスノハカシパンの卵のちがいは？」</p> <p>①ホールスライドガラスのハスノハカシパンの卵にサンショウウニの精子をスポイトで1滴かける。次にカバーガラスで覆い、受精しているかどうかを観察する。</p> <p>②①の逆であるサンショウウニの卵にハスノハカシパンの精子をスポイトで1滴かける。次にカバーガラスで覆い、受精しているかどうかを観察する。</p> <p>③前回授業の予想と、今回の実験による結果とを合わせて考察し、発表させる。</p>	<p>それぞれの卵のちがいを発表させる。</p> <p>※プロジェクターで投影する</p> <p>※①と②のどちらかの実験を選ばせる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>☆異種間の受精の可能性を調べる実験では、生徒に探究心や畏敬の念を感じさせる。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>☆発展課題において、受精できたとしたら、成体まで成長するのかなど、さらに追究しようとする気持ちを科学研究への意欲につなげさせる。</p> </div> <p>※ 採卵・採精ができなかった場合を想定して、事前実験で準備したパワーポイントによる資料及びビデオによる映像を準備しておく。</p>
<p>終末</p>	<p>まとめ</p>	<p>異種間受精の可能性については、倫理的な面の意識を踏まえながら、今後の研究課題として、探究する心を大切にさせる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>大学の先生への質問</p> <p>「いろいろな生物の種が子孫を残す過程において、他と交わらず種を確立する異種間で受精しても成体にはならない」という生命の尊さや畏敬の念を感じる話を聞く</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>☆学習活動の評価においては、各実験のときの生徒の意欲と、生徒発表などについての指導者の感想を含めた評価を心がけたい。</p> </div>
	<p>自己評価</p>	<p>自己評価表に記入する。</p>	<p>終末では、活動・思考面での評価を行い、科学研究への視点を提案する。</p>

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、4人班ごとにバフンウニを1個体準備して採卵・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態勢で行う。

これは、生徒たちが自ら取り出した精子と卵によって、次の世代の子孫を誕生させる実感をもたせるねらいがある。

受精、卵割の観察した顕微鏡写真を図5、6に示す。このように、2学年の3学期にはバフンウニ、3学年の1学期にはハスノハカシパン等の受精の観察を行った。

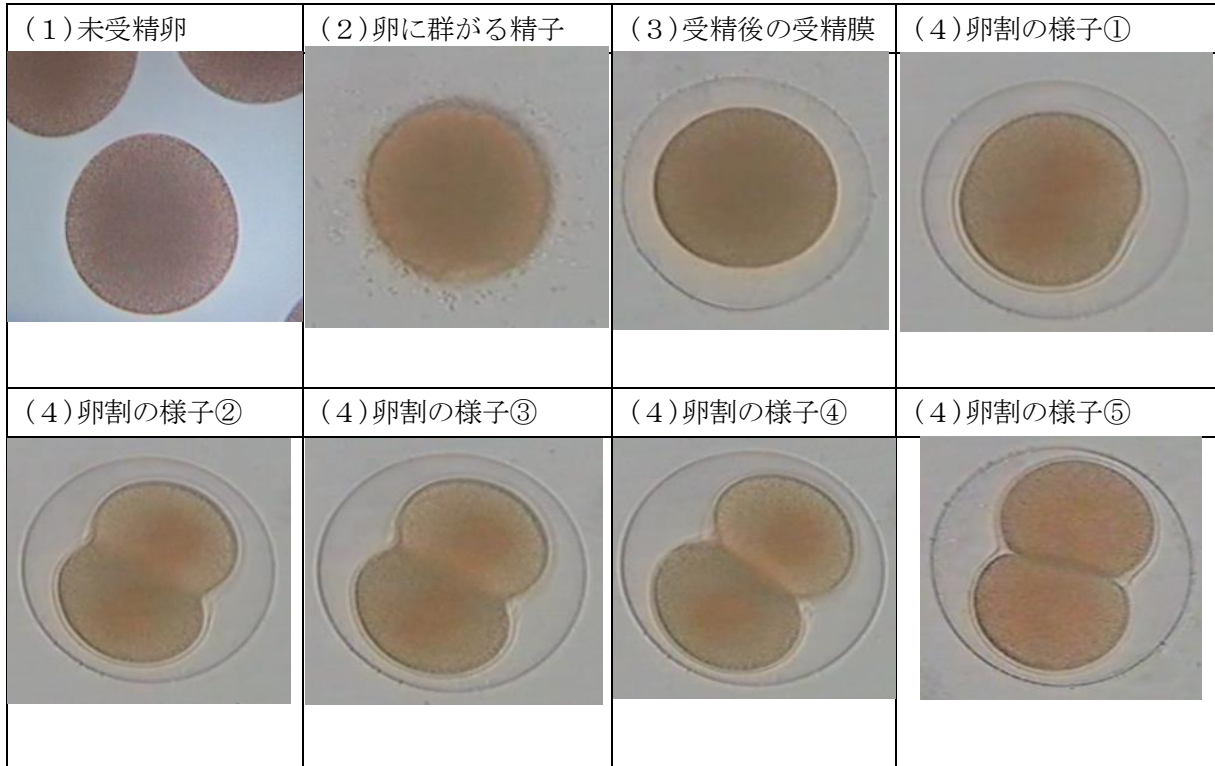
なお、それぞれ班ごとに1個体のウニから採卵・採精を行うため、各クラスで10個体程度のウニの命をいただいで授業となる。そのため、この授業後は、受精した受精卵をすべてバケツに集め、

その日のうちに採取した海に返すところまでを行う。このことを通して、生徒たちには「10数個体の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すこと」を伝え、今回の授業で新しい子孫の命をたくさん誕生させて海に返すという命を大切にしている実感を持たせるように仕組む。



図4 受精の観察のようす

パフンウニの受精、卵割のようす（3学期）



(3)から(4)が始まるまで約90分程度, (4)の①から⑤までは, 約2~3分程度

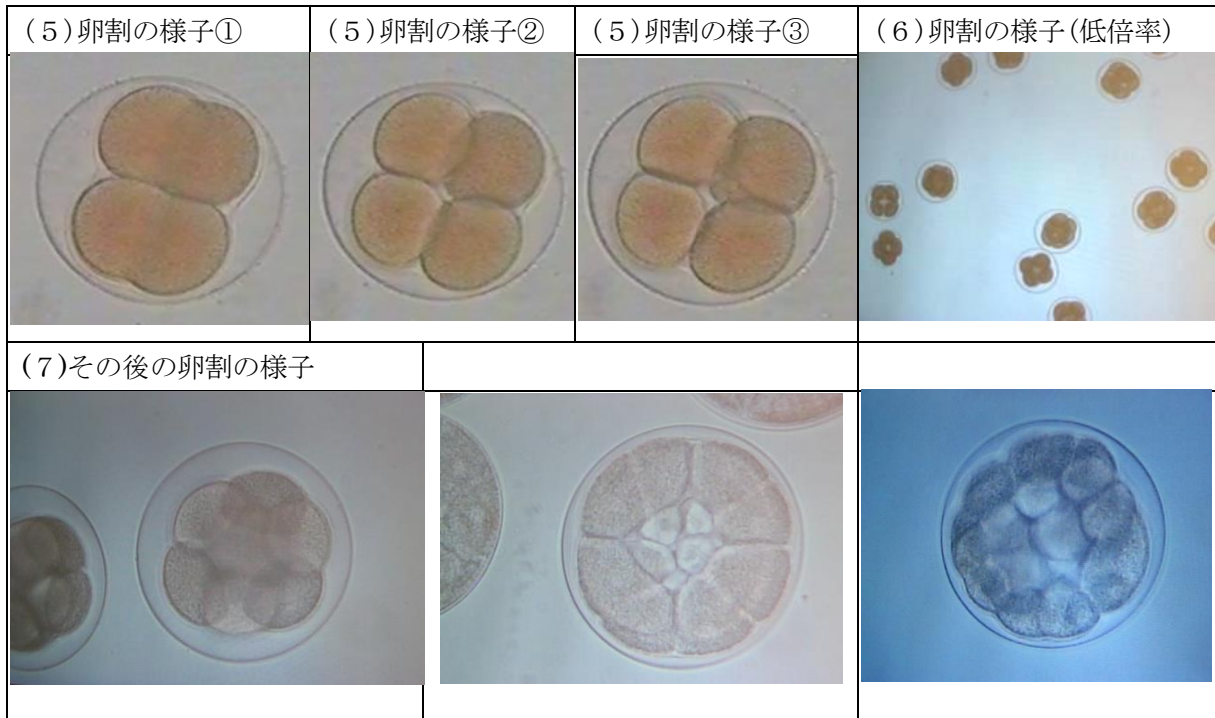
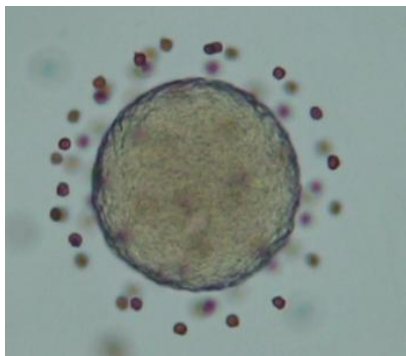
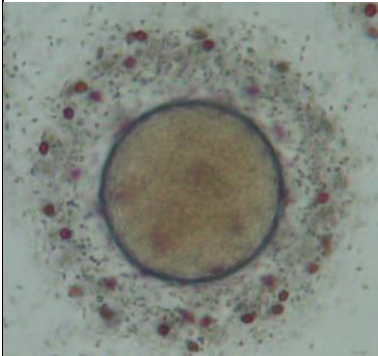
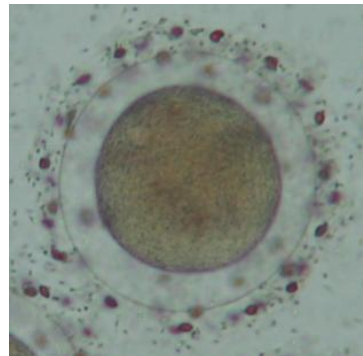
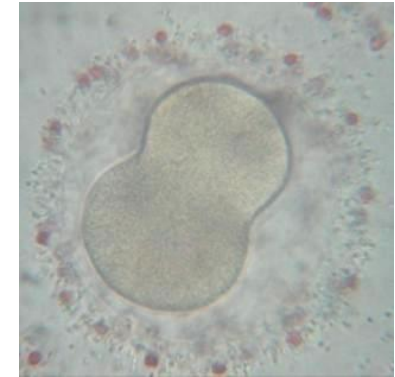
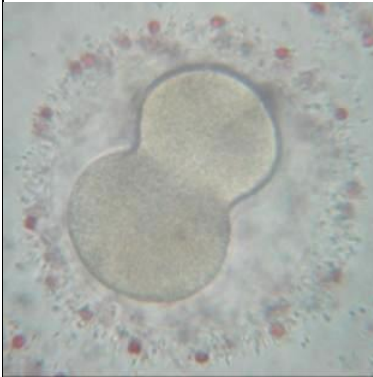
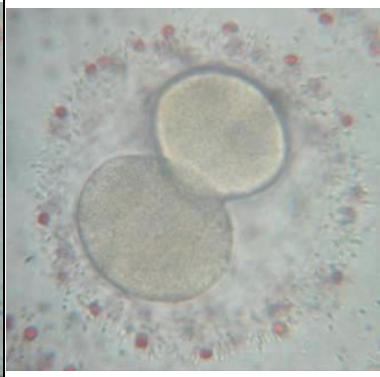


図5 パフンウニの受精、卵割の様子

ハスノハカシパンの受精（1学期）

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

(3)から(4)が始まるまで約90分程度, (4)の①から⑤までは, 約2~3分程度

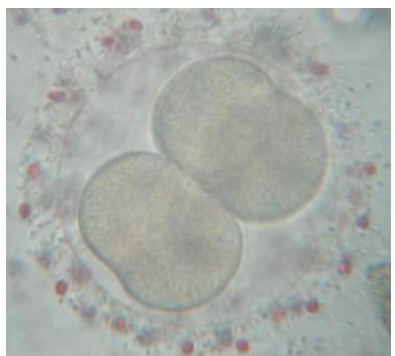


(5) 卵割の様子①	(5) 卵割の様子②	(5) 卵割の様子③
		

図6 ハスノハカシパンの受精, 卵割の様子

4.2 いろいろなウニによる異種間の受精及び生命誕生の可能性について サンショウウニの精子とハスノハカシパンの卵の場合

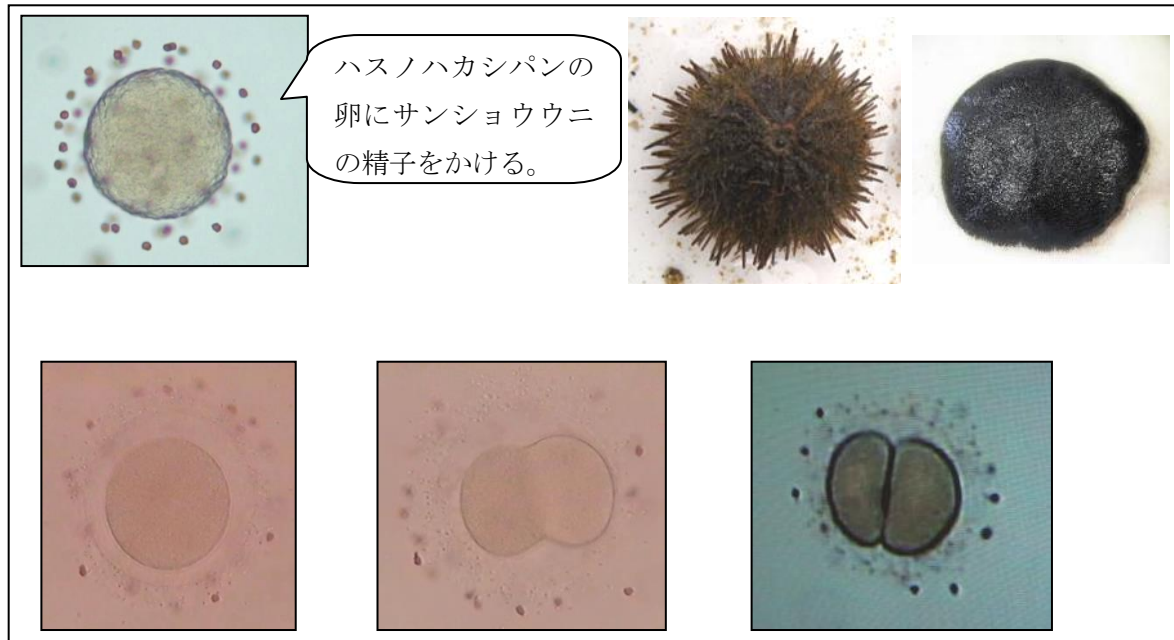


図7 サンショウウニの精子とハスノハカシパンの卵による受精のようす

図7のように、異種間のウニの卵と精子で受精膜ができ、卵割もした。その後、どうなるのだろうかということ、専門の大学の先生に質問した。その回答は、「種類の違うウニ同士の卵と精子でも受精することはあるが、いろいろな生物種が子孫を残す過程において、他と交わず固有の種を守るために異種間で受精しても成体にはならない。」という話であった。生命の尊さや畏敬の念を感じさせる話であった。

5 分析と考察

(1) バフンウニの受精の観察の授業を終えての感想からの分析・考察

図8に受精の観察、実験を終えての生徒のスケッチと振り返りの記述を示す。

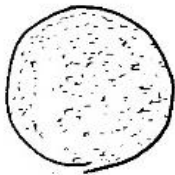
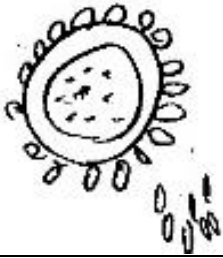
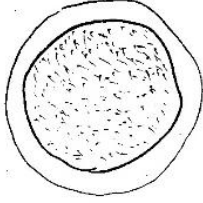

未受精卵	卵に群がる精子	受精卵	卵割のようす
			
未受精卵は、オレンジ色をしていてとてもきれいな卵である。	未受精卵に精子をかけるとすぐに受精膜が上がり、そのまわりでうごめく精子がよく見えた。	受精卵は、他の精子が入らないように受精膜が二重丸のようにきれいにできた。	受精後、約2時間くらい過ぎた受精卵が、卵割をはじめていた。ゆっくりと3分くらいの中に卵が割れていくようすに感動した。生まれて始めて見た。とても不思議だった。

図8 バフンウニの受精、卵割の様子スケッチ

- バフンウニから精子と卵を取り出して受精させるというとても貴重な授業でした。初めて卵と精子で受精する様子を観察しました。この受精の瞬間から命がスタートすると思うと、とても不思議で感動しました。
- バフンウニの受精を観察して、たくさんの卵がとれてびっくりしました。精子を入れると卵のまわりを精子がとても速く動いていました。受精した後は、受精膜ができました。卵割していく様子を見て、細胞がどのようにして増えていくのかが分かるとともに、とても神秘的な思いを持ちました。
- 1つの命からたくさんの命が生まれるのはとても不思議でした。いつも寿司屋で食べているウニが、こんなにきれいな卵の集まりだと分かったので感謝して食べたいです。とても貴重なものを観察することができました。
- 卵にはたくさんの精子が群がっていてびっくりしました。でもこの中の1つしか卵と結び付かないのはかわいそうだなと思いました。精子を入れるとすぐに変化が始まりました。自分もこんなふうに生まれてきたと考えると命の誕生ってすごいなと思いました。
- 僕たちが実験で使ったバフンウニは死んでしまうけど、その子孫をたくさん誕生させて海に返すことができ、命がつながっていくすばらしさを感じた。とても貴重な授業を受けることができた。命の誕生のすごさと大切な命について考えさせられた。このような自然がこれからも残ってほしい。

(バフンウニの受精の観察後の生徒の記述)

これらの感想から、受精の様子を観察することは初めてで、生徒にとってとても印象に残ることがわかる。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、畏敬の念につながる思いもっていることが分かる。

(2) いろいろなウニによる異種間の受精及び生命誕生の可能性について

表3に授業前の生徒の予想を示す。

表3 生徒の予想

「サンショウウニの精子とハスノハカシパンの卵で受精するだろうか？」	
受精する	17%
受精しない	75%
その他の考え（受精するかもしれないが大人になれない）	8%

このことから、種類の違うウニ同士では受精しないという考えが多いことがわかる。受精するという考えの生徒は、植物の交配などの可能性があるのではないかと考えていた。その他の考えの生徒は、根拠は特にながが新たなウニができることを聞いたことはないためであった。

- ぼくは、「絶対受精しない」と予想したけど、受精してびっくりした。その他のウニ同士でも実験してみたい。大学の先生の言われた受精はしてもサンショウウニはサンショウウニの種、ハスノハカシパンはハスノハカシパンの種を守るために大人まで成長できないという話は納得した。確かに、いろんなウニが毎年できると怖い。
- 私は、「受精しない」と思っていたけど、受精膜ができ、さらに卵割してとても驚きました。とても貴重なことを学んだと思った。
- ぼくは、「受精するかもしれないけど何となく大人にはなれない」と予想したけど、新たなウニができる話は聞いたことがないし、本当に何となくそう思っただけで、大学の先生の話で「生物って自分の種を守るためにすごいな！」と思った。

(サンショウウニの精子とハスノハカシパンの卵で受精の可能性を調べた後の生徒の記述)

以上のことから、これまでの生徒の疑問から実施した今回の授業【種類の異なるウニの受精の可能性を調べる実験】は、とても関心を持って観察、実験を行ったことが分かる。また、予想に反して、種類の異なる卵と精子なのに、受精の証拠である受精膜や卵割していることを発見したときの印象が生徒に深く残り、貴重な体験と捉えていたことが分かる。さらに、「生物がそれぞれの種を守る力が働くため、受精しても大人まではならない。」という話から納得し、「いろんなウニが毎年できると怖い。」というように、畏敬の念を感じさせていると考えられる。

次に、サンショウウニとハスノハカシパンの異種間の受精及び生命誕生の可能性についての授業後、さらにいろいろな種類のウニについて、繁殖期がほぼ重なる異なるウニ同士で受精の可能性を調べる実験を夏休みに取り組んだ生徒の記録を示す。

1 実験結果			
	受精させたウニの種類	受精の証拠である受精膜を形成したもの	卵割したもの
①	サンショウウニ同士の精子と卵による受精の観察	○	○
②	スカシカシパン同士の精子と卵による受精の観察	○	○
③	サンショウウニの精子とハスノハカシパンの卵による受精の可能性の観察	○	○
④	サンショウウニの精子とスカシカシパンの卵による受精の可能性の観察	○	○
⑤	ヨツアナカシパンの精子とスカシカシパンの卵による受精の可能性の観察	×	×
⑥	ハスノハカシパンとスカシカシパンの受精の可能性の観察	ハスノハカシパンは、精子も卵も採取できなかったため、実験できなかった。	

2 考察

以上の実験から次のことが分かった。

①同じ種類同士の卵と精子を使った受精は、確実にうまくいくことが分かった。

サンショウウニ、スカシカシパン同士は、確実に受精して卵割した。

②次のことから、異なる種類のウニ同士は、受精する組み合わせと受精しない組み合わせがあることが分かった。

- ・サンショウウニの精子とハスノハカシパンの卵の組み合わせは、受精し卵割することが分かった。
- ・サンショウウニの精子とスカシカシパンの卵の組み合わせは、受精し卵割することが分かった。
- ・ヨツアナカシパンの精子とスカシカシパンの卵は、受精膜が観察できず受精しないことが分かった。

③この実験を通して、近くの海岸を調べてまわって見た。すると、実験に使用したカシパンは、護岸工事してあるところでも砂浜が広がっているところは、かなり分布が広く、たくさん生息していることが分かった。

3 この実験を振り返っての感想

これまで海水浴や釣りなどの時、ハスノハカシパンやスカシカシパンなどのいろいろなカシパンを海で見てたけど「これ何?」と、興味を持ってませんでした。でも、授業で行った実験からさらにいろいろなウニの受精の実験をしてみて、とても興味を持つことができました。受精して新しい命がたくさん生まれるのもすごいけど、今回の異なるウニ同士の受精実験のように種類の違うもの同士では、受精しても大人になれず種を守るという不思議だけとても重要な仕組みに感動しました。確かに友だちが言っていたように、この仕組みがないと毎年新しいウニが誕生することになり、とても怖いと思った。また、ほかの動物の受精についてももっと知りたいと思いました。これからも身近な海に生息しているいろいろな生物の観察・調査をしていきたいです。

(異種間の受精の可能性をさらに調べた生徒の記録)

以上のことから、2年次の3学期に行ったバフンウニの受精により、生物の命の誕生の瞬間に関心を持ち、3年の1学期に再度別のウニの受精や生徒の疑問から行った種類の異なるもの同士の受精の可能性を調べる実験から、命の誕生と生物種の仕組みについて学んだことを通して、畏敬の念を深めていることが分かった。

6 研究の成果

(1) 成果

- 本研究の仮説について成果を述べる。5で述べた分析と考察から、身近な地域の生物であるバフンウニを生かした受精の観察を行うことを通して、一瞬で受精してその後卵割して成長する命の誕生の様子に、人の力では及ばない素晴らしさを感じていた。このことから、有性生殖の観察、実験を通して畏敬の念を育てることに有効であるといえる。
- いろいろなウニの中でその繁殖期を生かし、2年次の3学期にバフンウニの受精の観察、3年次の1学期に別のウニの受精の観察を行い、その繁殖時期を知ることで、生徒の疑問から種類の異なる受精の可能性を調べることにつながり、「種類のことなる精子と卵によっても受精するが、成体（大人）まではならず、それぞれの固有の種を守るはたらきに畏敬の念を感じさせるなどの成果があった。
- さらに、これらのことを通して、主体的に身近な地域に生息する数種類のウニを採取して異なるウニ同士の受精の可能性を調べる生徒も出てきて、その結果や感じたことを学年に伝えていたことから、身近な自然に生息する生物を活用し、生命誕生の様子を直接観察する体験は、生命に対する畏敬の念まで深めることに繋がるのが分かった。

(2) 課題

- 教職員の様々な指導において、これまで取り組んできた工夫した指導において、視野を広げ、関連する内容や他教科や特別の教科道徳などとの関連を研究し、教材化していくことが課題である。
- 今回のように、いろいろな教科において畏敬の念を深める視点で特別の教科道徳と関連させ、カリキュラムマネジメントし、効果的なものを新たに開発していくことが今後の課題である。

引用文献

- 1) 文部科学省(平成30年)：『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(平成30年)：『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) 文部科学省(平成30年)：『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
- 4) 村田昇(2011)：『道徳教育の本質と実践原理』 玉川大学出版部 p. 76-77
- 5) 文部科学省(平成30年)：『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. 67
- 6) 村田昇(2011)：前掲書 p. 110
- 7) 村田昇(2011)：前掲書 p. 111-112
- 8) 文部科学省(平成30年)：『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
- 9) 文部科学省(平成30年)：『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
- 10) 現代発生物学シリーズ3「海産無脊椎動物の発生実験」株式会社培風館 p. 209-212
- 11) 石川・野口(昭和63年)：『現代発生物学シリーズ3 海産無脊椎動物の発生実験』 株式会社培風館 p. 128