

A Learning Activity Relating to the Artificial Insemination of Sea Urchins(for Elementary School Classes in Noto)

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/47136

能登町の小学校授業におけるウニの発生実験の活用

浦田 慎^{1*}・松本京子¹・清本正人²・松原道男³・鈴木信雄⁴

2016年9月23日受付, Received 23 September 2016
2016年11月14日受理, Accepted 14 November 2016

A Learning Activity Relating to the Artificial Insemination of Sea Urchins (for Elementary School Classes in Noto)

Makoto URATA^{1*}, Kyoko MATSUMOTO¹, Masato KIYOMOTO²,
Michio MATSUBARA³ and Nobuo SUZUKI⁴

Abstract

In this activity, the eggs and sperm of sea urchins were used for the study of fertilization and embryogenesis. These sea urchin gametes are a favorite material for the observation of the processes of fertilization, cleavage, embryogenesis and larval development in senior high school and university biology courses. In Japan, some sea urchin programs are also occasionally incorporated into junior high school courses. In this article, we present practical examples of observations and experiments regarding sea urchin adults, fertilization and early development. These were successfully carried out in an elementary school classroom. Questionnaire survey responses from children showed that they gained an appreciation for the fact that successive bodies of animals could be created by their continuous development from fertilized eggs. The educational effect of the program on children was that it taught them about not only the mystery of the birth and growth of a life form but also the relevance of marine ecology to the promotion of education-oriented local revitalization in Noto.

Key Words: sea urchin, experimental observation, animal development, marine education, elementary school

キーワード: ウニ, 実験, 動物の誕生, 海洋教育, 小学校

¹能登里海教育研究所 〒927-0553 石川県鳳珠郡能登町小木34-11 (Institute of Noto SATOUMI Education and Studies, 34-11 Ogi, Noto-cho, 927-0553 Japan)

²お茶の水女子大学湾岸生物教育研究センター 〒294-0301 千葉県館山市香11 (Tateyama Marine Laboratory, Marine and Coastal Research Center, Ochanomizu University, 11 Kouyatsu, Tateyama, 294-0301 Japan)

³金沢大学人間社会研究域学校教育系 〒920-1192 石川県金沢市角間町 (Faculty of Education, Institute of Human and Social Sciences, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan)

⁴金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設 〒927-0553 石川県鳳珠郡能登町小木△4-1 (Noto Marine Laboratory, Division of Marine Environmental Studies, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 4-1 Mu, Ogi, Noto-cho, 927-0553 Japan.)

*連絡著者 (Author for correspondence)

I. はじめに

高等学校学習指導要領の理科生物の一項目である「生殖と発生」では、動物の発生について、(ア)配偶子形成と受精-配偶子形成と受精の過程について理解すること、(イ)初期発生の過程-卵割から器官分化の始まりまでの過程について理解すること、(ウ)細胞の分化と形態形成-細胞の分化と形態形成の仕組みを理解すること、の3点を求めている。ウニの発生過程は、①体外受精で、雌雄の配偶子が容易に得られる、②受精膜の形成により受精の瞬間が明確に確認できる、③卵は透明で、卵割は全割であり、胚の変化を明瞭に観察できるなどの利点があり、生徒実験として授業に取り入れている学校もあるほか、続く大学での発生学の基礎を学ぶ際にも、動物の発生の一モデルとして実習に取り上げられることが多い。多くの場合は実施の容易な受精から初期幼生期までの観察であるが、幼生の飼育を経て稚ウニに至るまでの継続的な飼育と観察の実践事例と検証結果が報告されている(千葉県教育委員会, 2009)。三重県においては、県下の生物担当教員を中心とした20人前後が集合して例年バフンウニの採集と実験を行うなど、積極的な取り組みがなされている(川口, 2001)。また近年は中学校においても、2年生から3年生にかけての長期的な学習プログラムの実践例が報告され、その教育効果についても検証がなされている(小川, 2006)。お茶の水女子大学では、日本財団助成事業である海洋教育促進プログラムの一環として教材配布「海からの贈り物(ウニ)」を実施し、全国各地の主に高等学校に材料、器具、マニュアル、事前研修を提供している。

このようにウニの教材としての活用は促進されつつあるが、小学校での実践については実例が少なく、またその内容の検討や教育効果の検証もなされていない。小学校では4年生の体育(保健)において、「育ちゆく体とわたし」として思春期の体の変化、月経や精通について学ぶこととされており、これらの理解のため教科書では精子や卵子、受精といった用語による説明がなされている。また5年生での「動物の誕生」では、魚(メダカ)の観察に基づいた授業が実施され、人が母体内で成長して生まれることについては、資料を基にして調べ、受精した卵が母体内で少しずつ成長して体ができていくことを魚の卵の

成長と関係付けながら学ぶこととなっている。受精に至る過程は取り扱わないものとされているが、「受精卵」という語を用いる以上、受精に至る過程を無視することは指導上困難であり、教科書では精子や卵といった用語とともに受精のしくみが記述されている。

2007年制定の海洋基本法および2013年策定の海洋基本計画に基づき、現在我が国では海洋教育の推進がなされている。また、能登町創生総合戦略(2015)においては、「小中学校で郷土愛を深め、ふるさとに誇りを持てる実践教育として海洋教育の充実を図る」ことが明記され、能登町教育委員会の主導で海洋教育の推進が図られている。先進的な海洋教育のモデルとして、2015年度より文部科学省の教育課程特例校の指定を受けた能登町立小木小学校で里海科授業が開始され、2016年度からは能登町の全小中学校での里海学習が開始されている。里海科の教育目標は「海の豊かな自然と親しむ活動、身近な社会の中での海との繋がりを感じられるような体験活動、海について調べる活動、その保全活動等の体験を通して、海に対する豊かな感受性を培い、海に対する関心を高めるとともに、海洋教育、水産資源、船舶運輸などの海洋と人間の関係および海を通じた世界の人々との結びつきについて理解させ、接続可能な社会の形成者としての資質、能力、態度を養う」こととされており、その実現のためにさまざまなプログラムの試行が進められている。

これらの点をふまえ、我々は能登においても身近な存在であるウニを用いた授業を計画して能登町立の小学校2校で実践し、その教育効果を検証した。

II. 授業計画と調査方法

1) 授業計画

授業内容は図1の通りで、1回45分間で計画した。授業前作業として、金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設において、アカウニおよびバフンウニ成体の入手、濾過海水の作成、2mM塩化アセチルコリン溶液の注射による採卵と採精を行った。またその卵と精子の一部を授業前に受精させ、複数段階に発生の進行した胚を用意した。精子は海水をできるだけ含まない状態で密閉し、保冷剤で適宜保冷しつつ、卵、ウニ成体、濾過海水とともに授業実

学習活動 (配時)	教師のはたらきかけ< >と児童の意識の流れ (・)	評価 (◎) と支援 (◆) 留意点 (・)
1 前時のふりかえりを行う。(3分)	<p><生命のつながりを考えよう。></p> <ul style="list-style-type: none"> メダカや植物、ヒトの誕生を振り返る。受精、受精。 	<ul style="list-style-type: none"> 既習事項を振り返る。 動物の受精や植物の受粉によって生命がつながっていることを確認する。
2 課題をつかむ。(5分)	<p>海の中の生きものは、どうやって増えていくのだろう。</p>	<ul style="list-style-type: none"> メダカの卵の学習を想起させながら、課題の確認をする。
3 観察する。(20分)	<p><ウニや卵や受精の様子を調べよう。></p> <ul style="list-style-type: none"> ウニの成体を見る。(口の場所を確認する。) 卵と精子を見る。(大きさを確認する。) 受精の様子を見る。(受精後の膜を確認する。) 	<ul style="list-style-type: none"> 顕微鏡の使い方を確認する。 ウニの卵子がヒトの卵子と同じ大きさであることを知らせる。 より実感を伴った観察ができるように顕微鏡は一人一台使うようにする。
4 観察結果からわかったことを話し合う。(10分)	<p><ウニの受精の様子を観察して、疑問に思ったことや感じたことを発表しよう。></p> <ul style="list-style-type: none"> 生んだ卵が広く散らばるようにしているんだ。 受精後に膜ができるのは、他の精子が入らないようにしているんだ。 小さな卵や精子が受精したことで大きくなっていくことが不思議だ。 <p><受精後の卵は、どうなるのだろう。></p> <ul style="list-style-type: none"> 2~4細胞期の卵を見る。 その後の卵の様子を見る。 	<p>◎ ウニの発生の様子を観察して、受精や生長の様子を理解している。(観察結果を図と記述で説明するワークシートを使用)</p> <p>◆観察したウニの受精や生長の様子から、わかったことを確認させる。</p>
5 まとめる。(5分)	<p>海の中の生き物も卵子と精子が受精して増えていくことがわかった。</p> <p>ウニの受精や成長の様子がわかった。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 今日の学習でわかったことをノートに書く。 生命のつながりや大切さにふれながらまとめさせる。
6 ふりかえる。(2分)	<p><本時のふりかえりをしよう。></p> <ul style="list-style-type: none"> 生命がつながっていることや、ウニの成長の様子がすばらしいと思った。 海の中の生き物も、ヘチマやメダカと同じで、生命がつながっていることがわかった。 	

図1 授業計画.

Fig. 1 Lesson plan.

施設へ搬送した。各小学校では顕微鏡および投影モニターの設置と、必要器具（バット、ピペット、プランクトン計数板）の準備を行った。授業後作業として、回収した胚とウニ成体の臨海実験施設への返却、器具類の洗浄を行った。採卵と採精にあたっては、棘や口器の除去や殻の切開を行わず親の生存を維持し、実験後の胚は生きた状態で回収し、可能な場合は生息地付近に放流した。

2) 調査方法

児童に対するアンケート調査は、ウニ授業の実施校（小木小学校）と未実施校（鶴川小学校）の2校で実施した。両校は同規模で、いずれも海岸部に立地する。ウニ授業実施校での調査は授業直後を避け、2ヶ月の定着期間をおいた（図2）。両校ともに既に学習を終えた範囲に相当する「植物の誕生」、「動物の誕生」、「ヒトの誕生」の授業内容に基づき、主に雌雄の存在、ヒトとメダカの比較についての理解を問う設問を設定し、主に記述により回答させた。ヒトとメダカの比較に関する設問は、学習指導要領解説における「受精した卵が母体内で少しずつ成長して体ができていくことを魚の卵の成長と関係付けながら学ぶ」「母体内での成長については、直接観察することが難しく、連続的に成長していくことをとらえにくいので、魚の卵の成長と関係付けながらとらえるようにする」という記載を踏まえたものである。回答の解析にあたっては、花粉や卵、精子、受粉や

受精といった用語の使用や、設問に対する各生徒の注目点を指標とし、両校での傾向を比較した。

Ⅲ. 結果

1) 授業経過

授業の実施状況は図2の通りである。いずれの授業でも、計画通りの内容で、児童全員がウニ成体、卵と精子、受精の様子を観察することができた。

2) アンケート調査

設問全体に対する「わかる」の回答率はウニ授業実施校が83%、未実施校が94%で、両校児童の基礎的な学力に大きな差はないものと認められた。各設問の回答結果は図3に示す通りである。

設問1および2から、植物の誕生については、両校の全生徒が雄花と雌花の観察経験を記憶しており、花粉もしくは受粉という用語を用いて説明することができていた。その一方で設問3および4から、動物の誕生については、観察したはずのメダカの卵を記憶していない、また雌雄の存在の意味やヒトとの類似についてわからないと回答する児童が少数見受けられた。

雌雄の存在の意味について問う設問4では、卵と精子という語を用いて回答した児童の割合が、ウニ授業実施校で顕著に高かった。ヒトとメダカの成長の差異について問う設問5では、両校で回答に大きな差は無く、ウニ授業実施校では子宮という用語を用いて説明した児童が3割程度であるのに対し、未実施校では半数にのぼるなど、むしろ未実施校で理解度が高い傾向があった。一方で今回最も重要な設問と考えられる、ヒトとメダカの成長の類似について問う設問6では、両校の回答に顕著な差が見られた。ヒトとメダカの共通点について、未実施校では孵化と出産の過程に着目した回答、具体的には子宮と卵を同等とみなす回答が3割程度あったが、ウニ授業実施校ではこの種の回答はなかった。ウニ授業実施校では、受精卵からの連続的な成長過程に着目した回答が最も多かったが、未実施校ではこの種の回答は全くなかった。

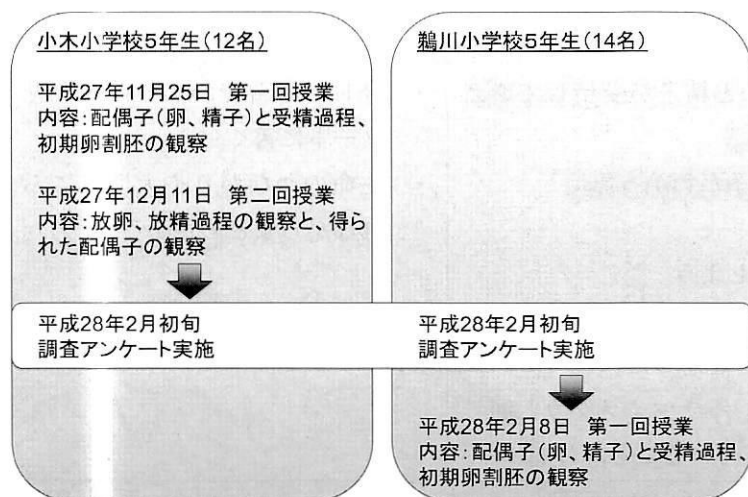
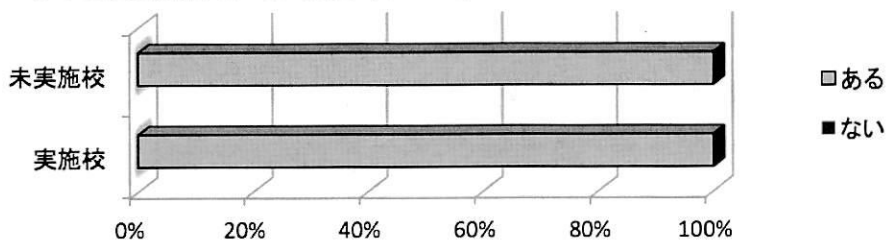


図2 授業と調査の概要。

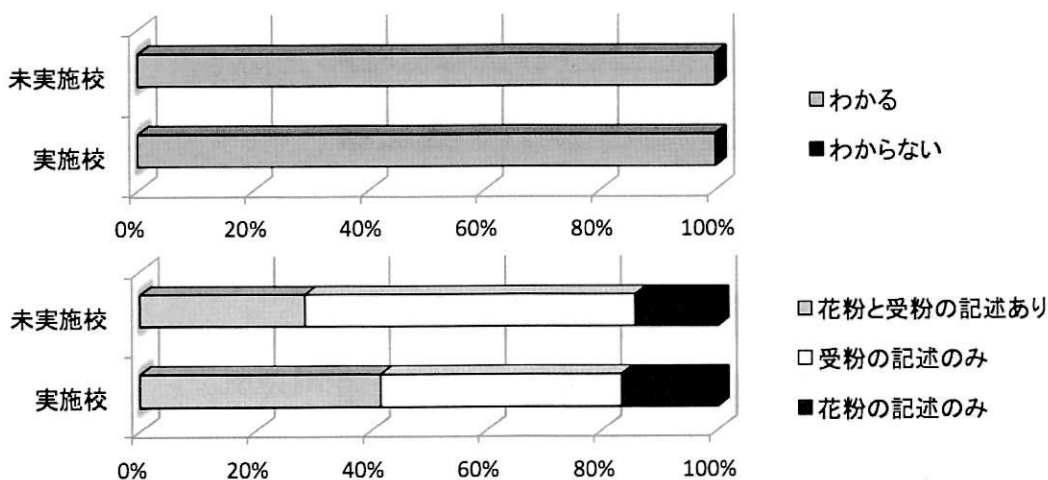
Fig. 2 A summary of the lesson process and the questionnaire survey.

生き物のたんじょうについて、しつもんします。あてはまるほうを○でかこんでください。

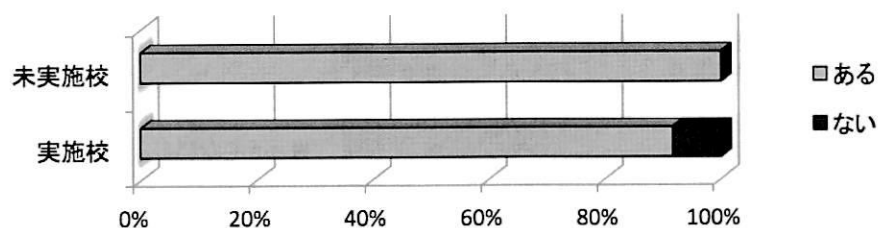
1. ヘチマの花を観察したことがありますか？ ある ない



2. ヘチマの花には、めばなとおばながあります。りょうほうが咲(さ)かないと、実(み)がそだちません。なぜでしょうか？ わかる人はりゆうも書いてください。



3. メダカの卵を観察したことがありますか？



4. メダカは、めすとおすをいっしょに飼(か)わないと、うんだたまごがそだちません。なぜでしょうか？ わかる人はりゆうも書いてください。

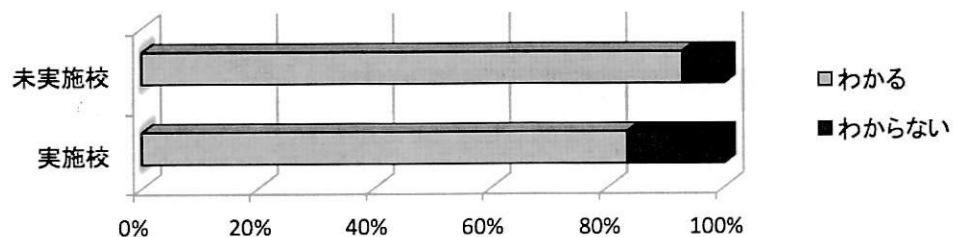
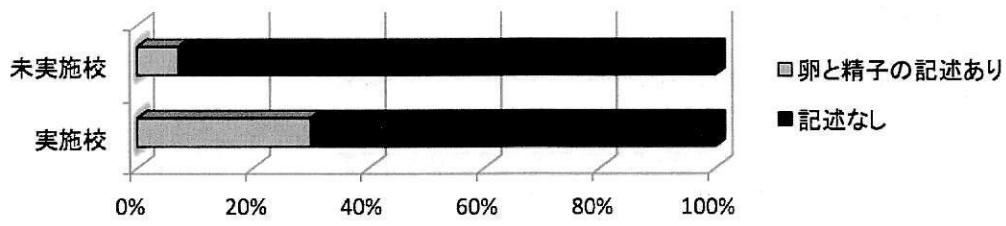
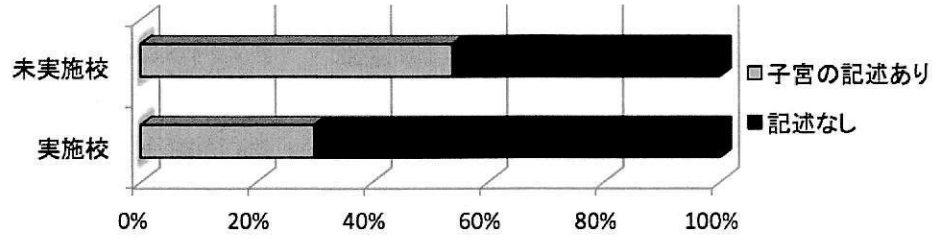
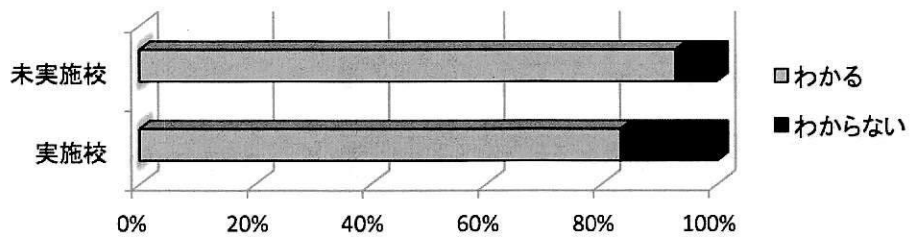


図3 アンケート調査の結果.

Fig. 3 Results of questionnaires from children.



5. 人とメダカのうまれ方を比(くら)べたとき、ちがうところがあります。わかる人は書いてください。



6. 人とメダカのうまれ方を比(くら)べたとき、おなじところがあります。わかる人は書いてください。

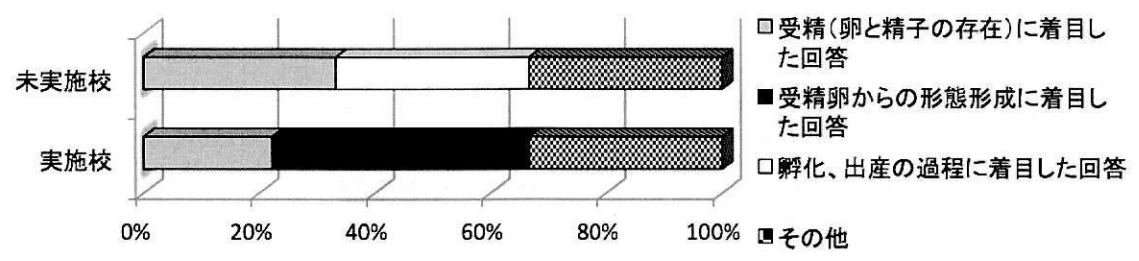
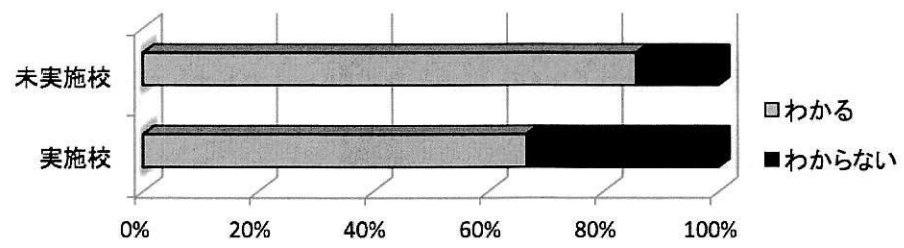


図3 アンケート調査の結果.
Fig. 3 Results of questionnaires from children.

IV. 考察・今後の展望

小学校学習指導要領解説理科編では、動物の誕生の指導に際して「内部の変化の様子をとらえやすい魚の卵が適して」いるとしており、今回の調査校においても実際にメダカを飼育して受精卵の成長の観察を実施している。しかしアンケート結果からは、多くの生徒がメダカ胚の内部の変化を十分に認識できておらず、単なる胚の膜からの脱出にすぎない「ふ化」の瞬間に意識が集中していることが感じ取れる。これは小学生にはきわめて観察しにくいメダカの初期の胚胎形成と、外見的に緩慢な発育進行を考えれば、当然の傾向とも想像される。ヒトの誕生に関して、学習指導要領解説には「母体内での成長については、直接観察することが難しく、連続的に成長していくことをとらえにくいので、魚の卵の成長と関係付けながらとらえるようにする」とある。この「連続的な成長」がすなわち動物の発生過程の本質と理解されるが、実際にはメダカの卵の成長の観察は「連続的な成長」として必ずしも児童には認識されていないことがうかがわれる。それがアンケート結果の通りウニ授業実施校では一転し、受精卵からの連続的な成長が明確に認識されるようになったという点は、ウニの観察学習によって単元の目標に沿った望ましい効果もたらされたものと判断される。逆に言えば、ウニの授業においても、受精の瞬間の観察だけでなく、その後の受精卵の変化を示すことがむしろ重要であると言えるかもしれない。

学習指導要領解説では、「動物の発生や成長について興味・関心をもって追究する活動を通して、動物の発生や成長について推論しながら追究する能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、生命を尊重する態度を育て、動物の発生や成長についての見方や考え方をもちつことができるようにすることがねらいである」と示されている。今回の実践例では、①児童がみずから顕微鏡で精子と卵、受精の瞬間とその後の変化を推論し観察したこと、②ウニという海の生き物の生活と環境について説明を行ったこと、③棘や口器の除去といった操作を行わず、実験後の胚は回収するなど、ウニの生命を尊重する操作を心がけたことにより、おおむね上記のねらいに即した教育プログラムが構築できたものと考えている。

今後の普及にあたっての課題としては、安定的な材料の提供、学校教員による授業の実施、関連する情報の提供などが考えられる。安定的な供給に関しては、大学の臨海実験所の協力や、三重県の例のように教員組織による自主的な採集活動のほか、漁業者や水産関係機関からの提供も今後は期待したい。学校教員による実験作業の実施については、専門家による事前講習だけでなく、実験に関わる作業を簡略化する工夫が重要と考えられる。例えば顕微鏡観察においては、通常はスライドグラスにまずピペットで適量のサンプルを乗せ、カバーグラスをかけたあと、それを慎重に顕微鏡のステージ上にセットする必要があるが、ウニの卵は直径0.1 mmあるため、このような操作ではつぶれて観察できない。したがってカバーグラスを略し、ホールスライドグラスを使用するなどの方策が必要となる。今回用いたプランクトン計数板は、児童の不用意な扱いにも問題を生じず、指導者が各席を回って卵に精子を加える作業も容易であったことから、授業時間に制約があり、児童の器具操作の習熟が十分でない場合には、負担軽減のために有用と思われる。

海洋基本法および海洋基本計画に基づき、現在我が国で取り組まれている海洋教育の推進にあたっては、さまざまな教育プログラムが提案され、各地で効果をあげつつあるが、まだ普及しているとは言いがたい。今回のウニ実験は、成体の観察と受精実験をコアメニューとして、そこに野外観察や採集、幼生の飼育、放流、さらにはウニの水産物としての利用と環境保全などをサブメニューとして組み合わせることにより、身近な海洋教育のテーマ、里海学習に発展させることが可能と考えられる（図4）。今後

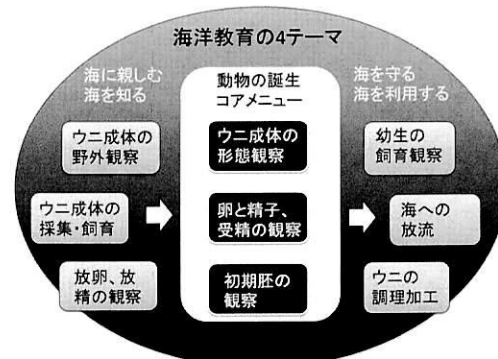


図4 ウニを用いた授業の発展的展開。

Fig. 4 The expansion of marine education by the sea urchin program.

も引き続きウニを活用した授業の実践を通じて情報と課題を共有し、海洋教育の普及と発展を目指したい。

謝 辞：本研究にかかわる授業計画、実施及びアンケート調査にあたっては、能登町教育委員会および能登町立小木小学校校長小島平次郎先生、馬場克弘先生、能登町立鶴川小学校校長端野久直先生、角間久美子先生に多大なご協力をいただき、また材料の入手と飼育は金沢大学環日本海域研究センター臨海実験施設の小木曾正造氏、又多政博氏に協力いただきました。本研究は、能登町教育委員会指定海洋教育推進事業および日本財団海洋教育促進プログラムの一環として、日本財団の支援により行われたものです。また本研究はJSPS科研費 JP16K00955の助成

を受けたものです。ここに謝意を表します。

文 献

- 小川博久, 2006: 生命を実感させるウニの個別飼育—教育資源を活用した生物領域の発展的な学習を通して—, 日本理科教育学会全国大会要項56, p.308.
- 川口 実, 2001: バフンウニの受精・発生からプルテウスのポケット飼育へ. サイエンスネット, 数研出版, 12, 11-13.
- 千葉県教育委員会, 2009: マイ・ポケットウニを使った発生, 変態の観察—生物の授業での継続的な観察・飼育—. 平成19, 20年度千葉県高等学校教科研究員研究報告書, 理2-1-12.