TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

閉伊川における市民参加型体験学習教材開発と実践とその効果について

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2009-06-26
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 真鍋, 拓, 佐々木, 剛
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/355

閉伊川における市民参加型体験学習教材開発と実践とその効果について

眞鍋　拓・佐々木剛

要約

近年，日本国内では，水圏に関わる環境学習が盛んに行われている。しかし，こうした水圏に関わる環境学習は，体系的なプログラム開発や実践研究が立ち遅れている。

本研究では，自然環境に対する興味関心を深め，科学的探究心を高めることを目的として，地域における身近な水圏環境を題材とした体験型学習プログラムを開発し，授業実践を行った。

平成 20 年 7 月 6 日，7 月 18 日，8 月 24 日，岩手県宮古市において，公募により集まった岩手県内の市民とともに，教材開発会議を開き，体験型学習教材を作成した。教材は室内探究学習並びに野外学習活動プログラムである。題材は先行研究に基づき，容易に採集可能で，観察しやすいワカサギを使用した。作成した教材を元にして，平成 20 年 9 月 7 日，地元小学生を対象に，開発メンバーの市民（エデュケーター）による授業実践を行った。実践後，受講者を対象としたアンケート調査を実施した。

エデュケーター並びに児童のアンケート結果から，室内探究学習については，小学生は耳石による年齢測定法といった，知識や実技の学習については高い理解を示すものの，科学研究の意味を理解するといった概念の学習に関しては，知識や実技の学習ほど理解し，興味関心を示していないことが分かった。

汎用的な体験型水圏環境教材パッケージ作成を目指した取り組みであるが，このような取り組みを続けていくことで，教材パッケージ作成プログラムとしても，水圏環境エデュケーター養成プログラムとしてもより完成度の高いプログラムを作ることが可能になり，また，水圏環境リテラシーの普及により，基本的な科学の概念について，より認識を高めていくことが可能になるであろう。

今後は，野外体験学習を実施した場合の有効性を検証し，野外体験学習から室内探究学習を行うプログラムとの検証結果の比較を行うなど，新たな学習教材開発と検証が行われることを期待する。

Ⅰ　はじめに

Ⅰ-1 研究の背景

現在，持続可能な社会創造に向け，社会経済活動や，ライフスタイル，そしてそれを支える社会システムを根本的に見直すことが求められている中，環境教育により，危機的な状況にある環境問題に対する責任を自覚し，地球環境保全の認識を共有しようとする社会的要請が高まっている [1)]。2003 年 7 月には，環境教育を推進し，環境の保全についての国民一人一人の意欲を高めていくことなどを目的とした「環境の保全のための意欲の増進及び環境教育の推進に関する法律」が制定され，現在の環境問題を解決し，持続可能な社会を作っていくために，行政のみならず，国民，事業者，民間団体が積極的に環境保全活動に取り組むことが必要であるとしている。

持続可能な社会が民主的に実現されるためには人々の合意が必要であり，環境についての基本的な理解（環境リテラシー）を多くの人々が獲得することが不可欠である [2)]。科学技術に寄せられる期待が増大する一方で，子どもたちの理科離れや，市民の科学技術に対する不安・不信の増大といった問題も出てきており，専門家と市民との間を橋渡しする人材が求められている [3)]。

近年，日本国内では，水圏に関わる環境学習が盛んに行われるようになった [4)]。しかし，こうした水圏

に関わる環境学習は，体系的なプログラム開発や実践研究が立ち遅れている[5]。

水圏環境は，人々の暮らしの中で身近な存在であるにもかかわらず，あまり知られていないのが現状である。水圏環境は目に見えた変化に気付かないことが多く，水圏の悪化によって多くの公害を被ってきた。例えば，四大公害病を例に挙げれば，「水俣病」「新潟水俣病」「イタイイタイ病」は水圏に関わる公害病である。水圏環境教育を推進することは，一人一人の自覚を促し，こうした問題を未然に防ぐことに繋がる[6]。

現代社会において科学技術リテラシーや，水圏環境リテラシーの重要性が高まっている。科学技術リテラシーとは科学技術が人類の生き方に大きな影響力をもつ現代において，科学技術の成果を享受する能力だけでなく，科学の在り方に対して，責任ある市民として関与するための知識と素養である。医療の方法や，生命倫理問題などにみられるように，一般の人々が直接関係し，対応や判断を迫られる場面が増えるなど科学技術と一般社会が密接している現状の中で，一般の人々が科学技術を理解し，判断できる必要がある。しかし，生活がより豊かで便利になり，科学技術に寄せられる期待が増大し，科学技術が日常生活の中に溶け込む一方で，人々の科学技術への距離感が遠くなる傾向があり[7]，科学技術白書[8]は科学技術の在り方を論じる中で，科学技術と社会との対話の必要性を指摘している。この点について，小林[9]は社会と科学技術との合意形成が必要であり，科学技術に関する理解を広める場を形成するとともに，科学技術を市民に伝えるための人材（サイエンスコミュニケーター）育成の必要性を述べている。このように，市民と科学者の間に入り，科学技術リテラシーを普及するための人材が必要である。

このことは，水圏環境においても同様である。水圏環境リテラシーとは海を中心とする水圏環境を総合的に理解する能力，即ち「水圏が我々に及ぼす影響，及び我々が水圏に及ぼす影響を理解する能力」である。この水圏環境リテラシーを持つ人間は，水圏環境の機能についての基本概念を理解し，その知識を他者に正しく，わかりやすく伝えることができ，水圏環境や資源について，広い見識に基づく，責任ある決定を行うことが出来る[10]。

水圏環境リテラシーの普及には，こうした水圏環境教育を推進する人材（環境エデュケーター）育成が必要であると考えられる。そこで，本研究の目的の一つとして，水圏環境リテラシーを推進するため，水圏環境教育を行う水圏環境エデュケーターを養成することとした。

環境教育において，教育効果を高める上で，身近な環境を活用した教材が有効であるといわれる[4]。本研究では，身近な水圏環境として，閉伊川に注目した。閉伊川は北上山系分水界系の一部である区界高原を水源とし，早池峰山地域の谷川を集め，川井村を東に抜け，宮古市のほぼ中央を横断し，太平洋に面した宮古湾にそそぐ 75.7ｋｍの 2 級河川である。岩手県海岸地域では最大の流域と水量を持つ。国内有数のフィッシングポイントとしても知られる清流でありながら，宮古市街からアクセスが良く，市民にとっては身近な水圏環境である[11,12]。

このことを踏まえ，本研究では，水圏環境エデュケーターの育成とともに，水圏環境エデュケーターによって，身近な水圏環境を利用した教材パッケージ作成のための「さんりく ESD 閉伊川大学校」を開設した。この大学校では，水圏環境エデュケーターが教材を作ることで，地元の資源を活かしたより実践的な教材パッケージとするとともに，こうした水圏環境教育の取り組みを，体系的なプログラムとすることで，効果的な環境リテラシーの推進が可能となり，さらに他地域でも運用されることを念頭に置いている。

本研究では作成した教材の有効性を確認するために，水圏環境エデュケーターによって小学生に対して授業実践を行い，教材の評価を行った。

Ⅱ材料と方法

Ⅱ-1 水圏環境エデュケーターの育成

本研究では，水圏環境教育学研究室を主催とし，NPO 法人岩手マリンフィールド，閉伊川漁業協同組合主催の下，岩手県，並びに宮古市の後援を受け，「さんりく ESD 閉伊川大学校」を開設した。

さんりく ESD 閉伊川大学校は，東京海洋大学水圏環境教育学研究室が中心となって水圏環境エデュケーターの育成と教材の開発を行い，体系的な教材パッケージの作成を目指す取り組みであり，岩手県宮古市で，平成 20 年 7 月 6 日（日），平成 20 年 7 月 18 日（金）平成 20 年 8 月 24 日（日）平成 20 年 9 月 7 日（日），合計 4 回開催した。

募集についてはポスターを作成し，岩手県宮古市市役所関連施設，「閉伊川ワカサギ博士の何でも相談室」ホームページ[13]，岩手日報に掲載し，参加者を募った。

閉伊川大学校において，参加者の募集方法や，開催方法に関しては，科学技術への市民参加の手法であるコンセンサス会議の手法をモデルにした[14]。

（1）コンセンサス会議

1980 年代半ばにデンマークで生まれた「コンセンサス会議」は，市民参加によるテクノロジー・アセスメントの一つの方式である。テクノロジー・アセスメントとは，６０年代，公害，環境破壊が大きく問題となっていたアメリカで生まれた考え方で，新しい技術を社会に導入する前に社会に与える様々な影響を事前評価しておこうというものである。コンセンサス会議には，二つの特性があり，一つは，社会的な論争が生じているような科学技術をテーマに設定すること。もう一つは科学技術に対する専門的な知識のない一般市民がテクノロジー・アセスメントを行うことである。

日本では，1998 年 1 月から 3 月にかけて，日本における最初の実験的なコンセンサス会議である「遺伝子治療を考える市民の会議」が開催された。

コンセンサス会議の進行として，まず，運営委員会を組織し，会議のテーマと，会議全体を計画し，スケジュールを決定する。その上で，ファシリテーターを決める。ファシリテーターとは会議の司会を務め，会議が円滑に進むように配慮し，支援する役割である。その後，テーマに関係する専門家のリスト作成や，テーマに関する事前学習資料を作成する。

運営委員会は扱うテーマについての専門家を誘致し，専門家パネルを構成する。そして，この会議の中心となり，会議を行う市民パネルを公募によって選出する。市民パネルは会議のテーマについて事前に学習しどのような問題を議論するか決める。そして，議論する問題に関係するさまざまな専門家が市民パネルに説明し，市民パネルと専門家パネルの間で質疑応答が行われる。これを受けて，市民パネルは討論を重ね，合意（コンセンサス）に至るように努力する。

伝統的な「科学と社会のコミュニケーション」は従来型の教育をモデルとしており，科学の側に正解があり，科学の正しさを社会に分かりやすく伝え，正しく理解させようとする一方的な伝達であった。コン

センサス会議は，従来の伝統的な「科学と社会のコミュニケーション」の形式から脱却し，科学技術と市民との対話，情報交換の中で，科学と社会の合意形成を目指す取り組みである[14]。

（2）募集ポスター内容　（資料 1）

募集ポスターの内容は，以下の通りである。

本プログラムの流れ

1）はじめに大学校側より「ESD：持続可能な発展のための教育」，「これまでの閉伊川研究」「教材開発の手法」の説明を行います。

2）受講生は，「学習教材開発の検討会」を行います。

3）２の検討会をふまえ大学側とともに学習教材「さんりく ESD 教材パッケージ」を作成します。

4）３で作成した教材を用い，沿岸地域の自然を学ぼうとする方々（小学生など）を対象とした「水圏環境学習会」を開催します。

本プログラムを実施することによって，次のことが可能となります。

1）「さんりく ESD 閉伊川大学校」や「水圏環境学習会」参加者は，豊かな自然環境を通し，東京海洋大学が推進する水圏環境リテラシー（水圏に関する地域文化理解や科学的な考え方など海洋に関する総合的理解）を高めることができます。

2）さんりく ESD 閉伊川大学校での学習成果は東京海洋大学を通して全国に情報発信されます。

3）また，この試みは体系化，一般化され，地域住民参加型環境学習のモデルとして他の地域でも活用できます。

4）「さんりく ESD 閉伊川大学校」を修了すると「さんりく水圏環境エデュケーター」として登録されます。

Ⅱ－2　体系的な教材パッケージ作成

本研究では，体系的な体験型水圏環境教材パッケージを作成するに当たって，ラーニングサイクル理論に基づいた教材作りを進めた。Learning Cycle（ラーニングサイクル）とは，米国カリフォルニア大学の本校であるバークレー校が独自に開発した学習理論のことである。導入→探究活動→概念の確信→応用→振り返りという学習サイクルをとることで，一人一人に対応した効果的な学習を行うことが可能となる。バークレー校ローレンス科学館副館長クレッグ・ストラング氏はこのラーニングサイクル理論を用いて，20 年以上にわたり，K-8（幼稚園から中学 2 年生）教育向けの MARE プログラムを開発している。

MARE プログラムは海を利用した体験型科学教育カリキュラムであり，現在約 80 のプログラムが開発されており，アメリカおよびメキシコで，15,000 人以上の学校の教師によって 300,000 人以上の生徒たちが MARE を使って海を学んでいる。

2008 年度 3 月に文部科学省が発表した新学習指導要領では自ら学ぶ意欲と社会の変化に主体的に対応できる，「生きる力」をはぐくむ上で，総合的な学習の時間を利用した環境教育の実施を奨励している。また，環境教育は，よりよい環境の創造のために行動できる能力や態度を育成する教育活動であり，環境教育の実施にあたって，体験的な学習の重視，探究学習の重視などが挙げられており，ラーニングサイクルを用

いた体験型学習プログラムを総合的な時間や，水族館などでの社会教育に導入することで，有効な教育効果をもたらすことが期待されている[15]。

Ⅱ－3　作成した教材を用いた水圏環境学習会の開催方法

水圏環境学習会を開催するにあたって，開催日時を平成 20 年 9 月 7 日 9 時から 15 時と設定した。当日のスケジュールとして，9 時から 12 時まで屋内学習活動を行い，12 時から 13 時まで昼食，13 時から 15 時まで野外学習活動とした。

屋内学習活動を行う施設として，閉伊川河口部に存在するシートピアなあど（岩手県宮古市臨港通 1-20）の一室を 7 時から 12 時まで借用した。

野外学習活動として，13 時から 14 時まで釣りのアクティビティを行い，14 時から 15 時まで，釣りのアクティビティにより採集した魚のデータ測定，並びに発表を行うこととした。

水圏環境学習会は，水圏環境エデュケーターによって運営され，地元の小学生 30 人程度を対象に行われた。

具体的なスケジュールとして，まず参加児童を 6 つの班に分けた。そして，エデュケーターにより，屋内学習活動，野外学習活動の順に実践された。なお，屋内学習活動においては，教材を実践しているエデュケーター以外のエデュケーターは，各班において，児童の教材学習支援を行った。野外学習活動に関しては，すべてのエデュケーターが運営，実践にあたり，児童に指導を行った。

Ⅱ－4　作成した教材の評価

平成 20 年 9 月 7 日，水圏環境学習会において，閉伊川大学校の結果により作成された教材について，参加児童並びにエデュケーターにアンケート調査を行い，児童 25 名，エデュケーター3 名の回答を得た。児童に行ったアンケートについては，教材のセクションが終了するごとに，セクションごとに設定したアンケート項目に記入してもらった。また，学年，所属している小学校名を記入してもらった。

エデュケーターに行ったアンケートは，閉伊川大学校終了後，セクションごとに設定したアンケート項目に記入してもらった。また，閉伊川大学校終了後にプログラム全体へ意見，感想を求めた。

Ⅲ結果

Ⅲ－１　水圏環境エデュケーターの育成

（1）第 1 回ワークショップの経過

第 1 回閉伊川大学校は，平成 20 年 7 月 4 日午前 9 時に開始した。参加者は 16 名であった。まず開会の挨拶として東京海洋大学佐々木剛，続いて閉伊川漁業協同組合代表理事組合長袈野正一氏，NPO 法人岩手マリンフィールド理事長橋本久夫氏による挨拶が行われた。

続いて本日の講師の紹介を行った。元宮古市教育委員会教育委員長坂口忠氏，坂口広告制作事務所所長坂口晶紀氏，本研究室である東京海洋大学水圏環境教育学研究室から佐々木剛，眞鍋拓，花岡庸平，北見達哉の紹介を行った。

9 時 10 分：1 時限目を開始した。

元宮古市教育委員会教育委員長坂口忠氏，坂口広告制作事務所坂口晶紀氏による対談

「ふるさとの自然と私たちの生活」が行われ，主に閉伊川の歴史について講義が行われた。

10 時 00 分：2 時限目を開始した。

佐々木，眞鍋拓は，「閉伊川大学校で何を学ぶか？」を講義した。

＜講義内容＞

講義内容の要旨を以下に示す。

1　エデュケーターとは何か？

エデュケーターとは科学者ではなく，科学者のやっていることを小学生に紹介する。科学者に対する認識を高めるとともに，科学者となるきっかけを作る。ある程度科学的考え方を理解することが必要。市民と科学者を結びつける専門家である。今までは，科学者は特別な人間であった。市民は科学者が開発したものを使っていればよかった。しかし，今はそのような時代ではなくなった。市民が科学的な考え方を身につけて，どんどんそれら科学者と対等に話をする時代である。そのために，同じようなプラットフォームに立つことが必要になって来た。ただ科学を利用したり，恩恵を受けるだけではいけない。それは，閉伊川の豊かな自然も同じである。閉伊川の恩恵は流域に生活するすべての人々が恩恵を受けているものである。特定の科学者や利害関係者が関わるのではなく，一人一人が関わっていくべきことである。しかし，その方法論がうまく市民には伝わっていない。

2　科学的な考え方とは何か？

①まず，主観的な考えを排除し，客観的に物事を捉えることである。

②その上で，仮説を立てる。「もしかしたら・・・かもしれない。」

③その仮説が本当かどうかを確かめるため，データを収集する。

④集めたデータを分析する。

⑤仮説が正しいかどうか確かめる（検証する）。

⑥結論を導く。

⑦論文を書き，発表する。

⑧①ー⑨を繰り返す。

（例）

①客観的とは誰がみても同じように判断できるものである。「形」，「長さ」，「重さ」，「量」など。感情的な表現は主観的でありわかりにくい。「すごく早い」「とてもきれい」など。

②もしかしたら，閉伊川の水量が減っているのかもしれない。

③データ収集，閉伊川の水量を定期的に調べる。

④データ分析を行う。ここでは表やグラフを書き，傾向をさぐる。

⑤統計学などの方法を用いて，仮説が正しいかどうか確かめる。

⑥⑤の結果をもとに，結論を導く。

⑦論文を書き，発表する。

⑧①から⑨を繰り返す。

3　ESD について

三陸地域の住民は，山，川，海の自然環境の恩恵を受けながら生活を送っているが，豊かな自然環境は決して永遠のものではない。こうした豊かな生活が持続的に維持されていくためには，一人一人の心がけが重要である。こうした考えに立って取り組もうとする教育活動が「さんりく ESD　閉伊川大学校」である。

4　どんなエデュケーターを目指すのか？

今回は，閉伊川というすべての市民に関わりのある自然環境を対象とし，科学者が実施してきた研究結果を基に，科学的思考力を高めるための教材を開発，小学生にわかりやすく教える。そのことによって，自然環境を大切にする方法と意識を育てる。

11 時 00 分：3 時限目を開始した。

佐々木により，「閉伊川での研究紹介」が行われた。

すべてが，仮説をもとに研究が行われていることを紹介。また，同研究室北見達也により，ボラの生態紹介書であるボラブックの紹介，配布が行われた。

13 時 00 分：佐々木により，カキ殻を使った教材の実演と，ラーニングサイクル理論による「教材の作成方法」について説明が行われた。

13 時 40 分：市民により教材作りに向けワークショップが開催された。16 名の参加者は 4 人ずつ 4 グループに分かれ，約 40 分間のワークショップの後，14 時 20 分からポスターセッションを行った。ポスターセッション後，さらにワークショップを行い，教材の題材を再検討し，案をまとめ，再度ポスターセッションによる発表を行った。その結果，9 月 7 日に実施可能な学習会として，シーカヤックを用いた環境調査，チカとワカサギ大研究，第一堰堤の生態調査が候補として選ばれた。

（2）第 2 回ワークショップの経過

第 2 回閉伊川大学校は，平成 20 年 7 月 18 日午後 6 時 30 分に開始した。参加者は 11 名であった。

18 時 30 分：第 2 回閉伊川大学校を開始した。

佐々木から閉伊川大学校の趣旨について再度講義が行われた。

＜講義の内容＞

①エデュケーターについて

エデュケーターとはどんなものか，エデュケーターの役割。

②ESD（持続発展教育）について

③科学について

科学についての講義は，科学者の役割，科学的思考について，科学的思考と教育との関連性について講義した。

④エデュケーターはどんなことを目指すのか

地元（閉伊川）を中心とした科学者のデータを活かし，一般市民や小学生に教えていくことを確認した。

⑤ラーニングサイクルについての説明，教材作成方法について

仮説を立てて，調査をし，確かめるというプロセスが大事であることを強調した。さらに，ただ，こう

いう教材がやりたいというアイデアだけでは教材は作ることができず，具体的な指標や，データの蓄積が必要であると説明した。

講義中質問を受け付けたところ，教材作成方法，作成された具体的な教材の題材，ワカサギの生態に関する質問が寄せられた。教材作成方法については，第 1 回閉伊川大学校で提出されたテーマをもとに，ラーニングサイクルによる教材作成方法を行うことを説明した。教材の題材に関しては閉伊川のワカサギ，チカを釣りにより科学することをテーマにすることを説明した。また，質問以外には閉伊川，山口川の歴史について意見が寄せられた。

19 時 30 分：作成した教材の説明を行った。
エデュケーターは，4 つの班に分かれ，班ごとに教材の各セクションの検討と実践を担当することを説明した。第 3 回閉伊川大学校が行われる 8 月 24 日は，エデュケーターが水圏環境学習会の予行演習を行う旨を説明した。
作成した教材をセクションの順番ごとに説明した。
20 時 30 分：割り振られた班ごとに，担当する教材の検討会を行った。
エデュケーターは水圏環境学習会に向け，担当するセクションの趣旨と内容を確認し，より実践的な教材となるように具体的な改善案を提出した。
21 時 25 分：教材の検討会を終了した。
21 時 30 分：第 2 回閉伊川大学校を終了した。

（3）第 3 回ワークショップの経過

エデュケーター11 名の他，小学生等 5 名が参加した。教材発表はエデュケーターが行った。天気は台風により一日中荒れ模様であり，野外アクティビティに関して実践は行われなかった。

9 時 10 分：第三回閉伊川大学校を開催した。
作成した教材案を配布し，改善点について説明を行った。
作成した教材の道具について説明を行った。
9 時 20 分：参加者が教材案を確認し，発表の準備をするための時間を設けた。
確認する間に，教材や閉伊川のワカサギ研究に対する質問を受けた。
参加者は割り振られた教材について内容を確認した。
11 時 05 分：教材の確認，検討作業を終了した。
11 時 10 分：エデュケーターによる教材の発表会を開始した。
セクション 1「科学者になろう！」の発表会を開始した。
11 時 15 分：ビデオと科学に対する説明を行った。
11 時 20 分：ワカサギとチカの写真を配布し観察させた。
11 時 25 分：子供達は感じたこと，気がついたことをポストイットに記入し，発表した。
発表時はこちらから積極的に問いかけるようにポストイットを読み上げ，発言を促すように

誘導した。

11 時 30 分：ワカサギとチカの違いを聞き，二つに分けるアクティビティを行った。

11 時 40 分：セクション 1 に関する簡単な感想，改善点の発表を行った。

11 時 50 分：セクション 1「科学者になろう！」の発表会終了。

12 時 30 分：セクション 2「生き物にはいろんなサイズがある！」の発表会を開始した。

まず，セクション 1 の説明「科学者について」を行い，学習内容を確認した。

サイズとは何か問いかけた。ワカサギの大きさについて考えてみるように問いかけ，

大きさの説明を行った。アクティビティの説明をした。

12 時 35 分：アクティビティを開始した。

エデュケーター5 名。子供達 5 名。合計 10 名でアクティビティを行った。

アクティビティは一回 1 分間で，合計 3 回行った。結果をグラフ化した。

12 時 40 分：グラフから読み取れることを子供達はポストイットに記入し，発表した。

発表時はこちらから積極的に問いかけるようにポストイットを読み上げ，発言を促すように

誘導した。

12 時 50 分：正規分布の説明を行った。

12 時 55 分：セクション 2 に関する簡単な感想，改善点の発表を行った。

13 時 05 分：セクション 2「生き物にはいろんなサイズがある！」を終了した。

13 時 10 分：セクション 3「教室でワカサギ釣りを科学しよう！」の発表会を開始した。

アクティビティの説明を行った。

13 時 15 分：アクティビティを開始した。

エデュケーター5 名。子供達 5 名。合計 10 名でアクティビティを行った。グラフを作成した。

13 時 30 分：子ども達はグラフから読み取れることをポストイットに記入し，発表した。

13 時 40 分：正規分布について説明した。

13 時 45 分：セクション 3 に関する感想，改善点の発表を行った。

13 時 55 分：セクション 3「教室でワカサギ釣りを科学しよう！」を終了した。

14 時 00 分：セクション 4 「年齢を調べよう！」の発表会を開始した。

耳石の説明を行った。人間の感覚と合わせて説明した。

耳石はワカサギの体のどこにあるのか考えるように問いかけた。

魚の体構造の図を配った。

14 時 05 分：耳石の写真を配布し，子ども達は 1 年魚の耳石と 2 年魚の耳石を見比べた。

14 時 10 分：子ども達は耳石の写真を見比べ，読み取れることをポストイットに記入し，発表した。

14 時 15 分：子ども達の意見から，形や，年輪に関する意見を取り上げた。年輪の説明をした。

耳石の年輪のスライドを配布し，子ども達は耳石の年輪を確認した。

14 時 25 分：耳石を配布し，子ども達はルーペによる観察を行った。

14 時 30 分：セクション 4 「年齢を調べよう！」の発表会を終了した。

14 時 35 分：教材に関する検討会を行った。

それぞれのセクションについて改善案を検討し，具体的なものにした。

教材に関する改善点，提案を受けた。

15 時 30 分：第 3 回閉伊川大学校を終了した。

第 3 回閉伊川大学校終了後，様々な質問，意見交換や，午後のアクティビティ用に用意した竿のチェックや，針のつけ方のチェックを行った。

Ⅲ－2　教材パッケージ作成

（1）第 1 回閉伊川大学校

第1回閉伊川大学校では,教材のテーマづくりにあたって,エデュケーターは3～4人ずつの班に分かれ，教材についてワークショップ形式で討論した。ワークショップは何かについてアイデアを出し合い，意思決定する会議の手法の一つで，グループの創造行為と合意形成に焦点を置いており，教材のテーマ作りに適している。

ワークショップを形成するファシリテーターとして，各班に水圏環境教育学研究室の学生が一人ずつ議論に加わった。ファシリテーターとは会議やシンポジウム，ワークショップなどにおいて，議論に対して中立な立場を保ちながら話し合いに参加し，発言を促したり，話の流れを整理したり，参加者の認識の一致を確認し相互理解を促進することで，合意形成に向けて深い議論がなされるよう調整する役である。

（ⅰ）第 1 回閉伊川大学校の結果を受けて

第 1 回閉伊川大学校終了後，教材の候補を検討し，実施可能な学習会の候補の中から「チカとワカサギ大研究」を選出し，具体的な教材の作成を行った。選考の理由としては，まず先行研究の成果として，閉伊川のワカサギの生活史がほぼ解明されていることが挙げられる。

水圏環境教育について，とりわけ水圏生物の生活史研究を題材とした水圏環境教育は，水圏に対する認識(水圏環境リテラシー)を高め，原体験として身近な環境を認識させ，感性を高め，自然と調和した人格の形成に大きな影響を与えるだけでなく，科学的思考力や，探究力を養う効果が期待される [5)]という報告があり，科学的探究力を高める水圏環境教育の題材として，適していると考えた。体験型学習の教材としても，容易に採集可能であり，観察に適している。

さらにワカサギは全国の日本の内湾や湖に生息する魚で，食用魚であり，氷上釣りなどで知名度が高い魚である点も，教材の題材として適していると考えた理由である。

（ⅱ）作成した教材

ワークショップにより「閉伊川のワカサギとチカをサビキ釣りにより，体験し，楽しみ，比較する事」をテーマに教材作成を行った。教材はラーニングサイクルに基づき，釣りによる体験と，科学的思考を結びつける体験型環境学習教材として作成を行った。

作成した教材は，セクション１～４の屋内学習，セクション５の野外学習を作成した。

（2）第 2 回閉伊川大学校

第 2 回閉伊川大学校では，作成した教材について，教材全体の目的と，屋内学習から野外学習に至るまでの全体のスケジュールを説明し，内容についてはセクションごとに順番に実演し，説明した。

ワークショップでは教材を実践的かつ，具体的なものとするため，班ごとに担当する教材の趣旨，実施するアクティビティ，道具を確認し，実践可能なものとするため討論が 55 分間行われた。

セクション 1 に関しては班のメンバーが 1 人であり，ファシリテーターとして，本研究室の眞鍋，佐々木が討論に参加した。

討論会では，教材の趣旨に関して大きな変更を提案する意見はなく，主に設定された教材の趣旨を小学生に効果的に伝えるアプローチに関して討論が行われた。

効果的に伝えるアプローチとしては，主にアクティビティの充実，道具，教材実施時の説明の仕方に注目した意見が提案された。

ワークショップは班ごとにメモを取りながら進められ，一回の口頭による発表で，改善案，意見が提案された。

（ｉ）提出された改善案

１班　セクション１

・チカとワカサギの比較を行う際，魚の写真だけではわかりにくいため，方眼紙で写真を覆うなどわかりやすくなるような工夫を加えること。

２班　セクション２

・アクティビティを行うスペースが狭かったことについて，スペースや，人数の改善をすること。

・アクティビティの際の餌の数，アクティビティの時間について具体的にする事。

・グラフ作成時に，データが分かりやすい正規分布を示すような改善を行うこと。

3 班　セクション 3

・釣りのアクティビティの際，釣り竿と餌のくっつきが悪く，うまく釣れないため，改善する事。

4 班　セクション 4

・ワカサギの体内の構造が分かるようにすること。

・標準体調に関する説明は，セクション２で行うこと。

・ワカサギの１年魚と２年魚の違いがはっきりとわかるように教材を作成すること。

・午後の野外活動において行われる活動（魚を釣り，耳石をとってみるという活動）を説明できるような具体的な教材案を作成すること。

（ⅱ）第 2 回閉伊川大学校の結果を受けて

教材に関して

教材の各セクションをより具体的なものとするように改善するとともに，教材で使う道具について検討し，準備を行った。

（3）第 3 回閉伊川大学校

第３回閉伊川大学校では，より具体的な教材を作成し，教材冊子の配布を行った。
教材内容に関して，第２回閉伊川大学校から変更された点，作成してきたアクティビティ用の道具について説明を行った。

エデュケーターは教材内容の確認を行い，教材に関して不明瞭な点や，実践するうえでの注意点について質問を行った。

エデュケーターは水圏環境学習会に向けて予行演習を行った。教材の実演は，各セクションが終了するたびに，エデュケーターから改善点や，注意点の指摘が行われた。

予行演習終了後，水圏環境学習会実施に向けたより具体的な改善案の提案についてワークショップを開催した。教材内容のほか，水圏環境学習会実施のために，教材以外に必要な準備について質問や提案がなされた。

（ｉ）改善点，提案

・当日，改善された教材の練習時間が欲しい。
・午後のアクティビティの時間が取れなくて，練習できない。
・午後のアクティビティの説明が欲しい。
・当日の子供の集まる様子がわからないため，子ども達について情報を提供すること。
・記念撮影用に旗か垂れ幕を道具に追加すること。
・花瓶や，花を置くこと。

セクション１「科学者になろう」についての意見，改善案

・方眼紙は，５ミリ間隔で十分である。方眼紙に目盛りを振っておくこと。
・ 図鑑は簡単にチカとワカサギを比較できるように，写真ではなく，説明がわかりやすいスケッチなどを活用すること。
・ チカとワカサギの説明に関しては，話題の焦点の当て方がわからないので，具体的に鰭の話題から入り，鰭を見て気付くことはないか，と誘導していくとよい。
・写真は正中線をそろえて，撮影したものを増やす。方眼紙を重ねればわかるようにする。
・コノシロは必要ない。チカとワカサギを５枚ずつ。裏に番号を振っておくこと。
・話す内容，アクティビティの順番などを簡単に列記したものを作成すること。

セクション２「生き物にはいろんなサイズがある！」についての意見，改善案

・ワッシャーにエビの絵をつける。エビの個数は１００個とする。
・グラフを２つ用意すること。
・マグネットを６０個追加すること。
・１年生から６年生の身長の分布図を作成すること。
・アクティビティ用のブルーシートを１枚追加すること。
・発表時の注意点に関しては，ワカサギの実験のとき同じ年に生まれたものであることを強調する事。

また，子ども達の意見発表に関しては，意見が出ないようであればポストイットに移行し，発表の機会を作ること。

セクション３「教室でワカサギ釣りを科学しよう！」についての意見，改善案

・釣り竿を改良する事。

・子ども達の学習内容の確認に関しては簡単に口頭で行うこと。

・セクション 2，セクション 4 と関連付けながら説明を行うこと。

セクション４　「年齢を調べよう！」についての意見，改善案

以下のものを追加することが望ましい。

・ワカサギの体の構造の模式図，全身の骨格写真を用意すること。

・ワカサギ，チカのレントゲン写真を用意すること。

・写真，一般的なワカサギとチカの１年魚，２年魚があるとよい。

・わかりやすい耳石標本を作ること。

・人数分のルーペが必要である。

（ⅱ）第 3 回閉伊川大学校の結果を受けて開発した教材

（資料２）

Ⅲ－3 作成した教材を用いた水圏環境学習会の開催

平成 20 年 9 月 7 日，水圏環境学習会に参加した児童は小学 2 年生 1 名，小学 3 年生 1 名，小学 4 年生 2 名，小学 5 年生 10 名，小学 6 年生 11 名，合計 25 名であった。水圏環境エデュケーターは合計 10 名参加した。午後の野外学習活動に関しては，雨天のため，30 分間実施後，中止した。水圏環境学習会は，エデュケーターによって運営された。

（1）水圏環境学習会の経過

9 月 7 日

7 時 40 分：会場準備を開始した。

9 時 10 分：エデュケーターによる教材の確認を行った。
子ども達のグループ分け。アイスブレーキングを行った。

9 時 35 分：セクション 1 を開始した。

9 時 45 分：アクティビティを行った。

9 時 55 分：子供達はアクティビティに関して，感じたこと，気がついた事をポストイットに記入し，発表した。発表時はこちらから積極的に問いかけるようにポストイットを読み上げ，発言を促すように誘導した。

10 時 15 分：セクション 1 を終了した。

セクション 1 に関するアンケートを行った。

10 時 20 分：セクション 2 の準備を行った。

10 時 25 分：エデュケーターの紹介を行った。

水圏環境学習会の進行予定の報告を行った。

10 時 30 分：セクション 2 を開始した。

10 時 40 分：アクティビティを開始した。

アクティビティの結果をグラフ化した。

11 時 00 分：子供達はアクティビティに関して，感じたこと，気がついた事をポストイットに記入し，発表した。発表時はこちらから積極的に問いかけるようにポストイットを読み上げ，発言を促すように誘導した。

11 時 05 分：正規分布について説明した。

セクション 3 を終了した。

11 時 10 分：セクション 2 に関するアンケートを行った。

11 時 15 分：セクション 3 を開始した。

アクティビティを開始した。

11 時 30 分：疑問に考えたことを発表した。

11 時 40 分：セクション 3 に関してアンケートを行った。

11 時 43 分：耳石と耳の内部構造の説明を行った。

11 時 46 分：ワカサギの体構造図を配布し，耳石を探すアクティビティを行った。

11 時 50 分：耳石の写真を配布し，児童は耳石の年輪の確認を行った。

11 時 52 分：耳石を配布し，児童はルーペによる耳石の観察を行った。

11 時 55 分：セクション 4 に関してアンケートを行った。

12 時 00 分：セクション 4 を終了した。

13 時 10 分：野外学習開始。

13 時 40 分：野外学習終了。片づけを行った。

13 時 50 分：東大海洋研猿渡敏郎博士が水圏環境学習会に関してコメントをし，終了の挨拶を行った。

14 時 05 分：エデュケーターに関して修了証書の授与を行った。

14 時 10 分：閉伊川大学校を終了した。

閉伊川大学校終了後，エデュケーターに関してアンケートを行った。

（2）水圏環境学習会の結果を受けて

水圏環境学習会終了後，エデュケーターによって，作成された教材に対する改善案，意見が提出された。

セクションごとの教材の改善案として，セクション 1 に関してはアクティビティ用に配布するカードの番号を変更することと，アクティビティ用の簡易図鑑の大きなものを用意する事，アクティビティの制限時間を指定することが提案された。

セクション 2 に関しては，アクティビティのグラフの種類を 1 種類に変更することと，アクティビティ

の結果，グラフにより正規分布を表現できず，アクティビティの検討，改善が提案された。

セクション 4 に関しては，耳石を配布する際，容易にルーペで観察できるように固定したものを用意するように提案された。

屋内学習活動が進むにつれて，子どもの集中力の低下が見受けられ，セクション終了ごとに休憩を取ることが提案された。

教材全体の意見として, セクション開始前に参加児童, エデュケーターの自己紹介の機会を設けること。エデュケーターの名札を作成する事。参加児童に対し，水圏環境学習会当日の進行予定表の作成を行うことが提案された。

（3）水圏環境エデュケーターによる閉伊川大学校に関する感想，意見

・小学生相手の授業は難しい。スムーズに教えるのは難しい。

・科学を理解させるのは難しい。なかなかピンとこない。

・生の環境に触れさせる機会を設けることが重要。

・閉伊川の現状を憂えて，４回も集まってくださった皆様は本当に素晴らしい。このような活動をしているという広報が大事。こういった活動に参加したエデュケーターの OB ができる。

・こういった活動が認められて, 子どもたちが喜べば, PTA あるいは口コミなどのネットワークを通じて，良さがどんどん広まる。そうしたら参加する事が抽選になるほど人気になると思う。

・作成された教材は小学校低学年には難しい内容だった。小学校５，６年生，あるいは中学１年生に教える内容だと思った。

・内容が密なので，午前中に終わらせるのは難しい。時間の調整が必要。一日でやりきるのではなく，午前，午後，で２つに分けて，別々の日にやるのでもよかった。

・こういった活動は続けていき，年を重ねるごとによくなると思う。

・良さを伝えていく。

・実際に釣り（午後のセクション）に入ってから，その中で気づいたものを午後の講義で引き出していく。まずは子供の興味を誘う。小学生が相手，物事を教えようとしても，いろいろなことに興味を示すということでもない。発想を逆にし，野外体験活動を行ってから教える。

・４年前宮古に帰ってきて以来，仕事に行き，家に帰る往復ばかり。自分のためだけに生きてきた。地域に対して，貢献がなかった。その中で，何らかのチャンス，機会を待ち望んでいたので，参加した。自分を変えるきっかけ，チャンスでもあった。

・閉伊川の良さを下流中流上流にわたって，調査し，子どもたち，父さん母さん達に教えていきたい。子どもたちに宮古の良さを伝え，それがさらに外にも広がっていけばと思う。

・続けていくことで，宮古オリジナルを作っていければと思う。

・難しいことでも，興味を持つことで，自分で学んでいくことができる。

・まず，人と人とのつながりが重要。こういった機会を設けて，さらに続けていくことが重要だと感じた。

・小学生には難しい内容だった。むしろ自然体験から学習会を実施したほうがいいと思う。

・普段会えない，こういった機会でしか会うことができない，宮古といわず，地元の未来を考え，積極的

に良くしていこうと考えて，活動している人たちに会えたことが素晴らしい。継続的にこういった活動をやっていけばいいと思う。

Ⅲ－4　作成した教材の評価

（1）児童アンケート

水圏環境学習会において実施したセクション１～セクション４について，1～5 までの 5 段階尺度を用いてアンケート調査を実施した。集計時には，1，2 を「マイナス評価」，3 を「どちらとも言えない」，４，５を「プラス評価」とした。

（i）セクション 1＜科学者になろう＞

セクション１における各設問に対する児童の評価を図 1－ i に示した。

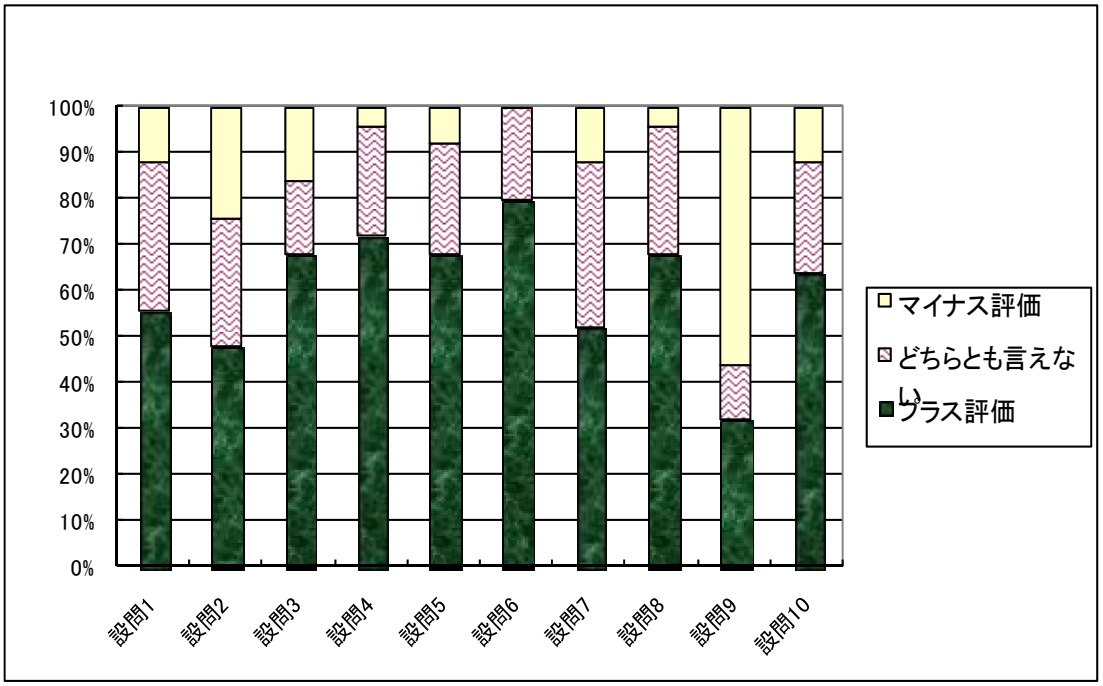

図 1－ i セクション１における各設問に対する参加児童の評価

設問 1：ビデオで科学者の先生が言っていた内容が分かりましたか，設問 2：科学者は仮説を立てるところから始まるという事について分かりましたか，設問 3：仮説というのはもしかしたら何々かもしれないと考えることですが, 分かりましたか，設問 4：疑問を持つのが大切だという事が分かりましたか，設問 5：チカとワカサギの区別の仕方は分かりましたか，設問 6：海には，まだわからない事がたくさんあると言う事が分かりましたか，設問 7：セクション 1 について興味を持ちましたか，設問 8：楽しかったですか，設問 9：難しかったかですか，設問 10：もう一度参加したいですか

設問 1 について，5 と回答した児童は 6 名（24%），4 と回答した児童は 8 名，（32%）3 と回答した児童は 8 名（32%），2 と回答した児童は 2 名（8%），1 と回答した児童は 1 名（4%）であった。設問 2 に

ついて，5 と回答した児童は 7 名（28%），4 と回答した児童は 5 名（20%），3 と回答した児童は 7 名（28%），2 と回答した児童は 3 名（12%），1 と回答した児童は 3 名（12%）であった。設問 3 について，5 と回答した児童は 8 名（32%），4 と回答した児童は 9 名（36%），3 と回答した児童は 4 名（16%），2 と回答した児童は 1 名（4%），1 と回答した児童は 3 名（12%）であった。設問 4 について，5 と回答した児童は 6 名（24%），4 と回答した児童は 12 名（48%），3 と回答した児童は 6 名（24%），2 と回答した児童は 1 名（4%），1 と回答した児童は 0 名（0%）であった。設問 5 について，5 と回答した児童は 11 名（44%），4 と回答した児童は 6 名（24%），3 と回答した児童は 6 名（24%），2 と回答した児童は 1 名（4%），1 と回答した児童は 1 名（4%）であった。設問 6 について，5 と回答した児童は 10 名（40%），4 と回答した児童は 10 名（40%），3 と回答した児童は 5 名（20%），2 と回答した児童は 0 名（0%），1 と回答した児童は 0 名（0%）であった。設問 7 について，5 と回答した児童は 9 名（36%），4 と回答した児童は 4 名（16%），3 と回答した児童は 9 名（36%），2 と回答した児童は 2 名（8%），1 と回答した児童は 1 名（4%）であった。設問 8 について，5 と回答した児童は 13 名（52%），4 と回答した児童は 4 名（16%），3 と回答した児童は 7 名（28%），2 と回答した児童は 0 名（0%），1 と回答した児童は 1 名（4%）であった。設問 9 について，5 と回答した児童は 4 名（16%），4 と回答した児童は 4 名（16%），3 と回答した児童は 3 名（12%），2 と回答した児童は 7 名（28%），1 と回答した児童は 7 名（28%）であった。設問 10 について，5 と回答した児童は 14 名（56%），4 と回答した児童は 2 名（8%），3 と回答した児童は 6 名（24%），2 と回答した児童は 1 名（4%），1 と回答した児童は 2 名（8%）であった。

(ⅱ)セクション２　＜生き物にはいろいろな大きさがある＞

セクション２における各設問に対する児童の評価を図１－ⅱに示した。

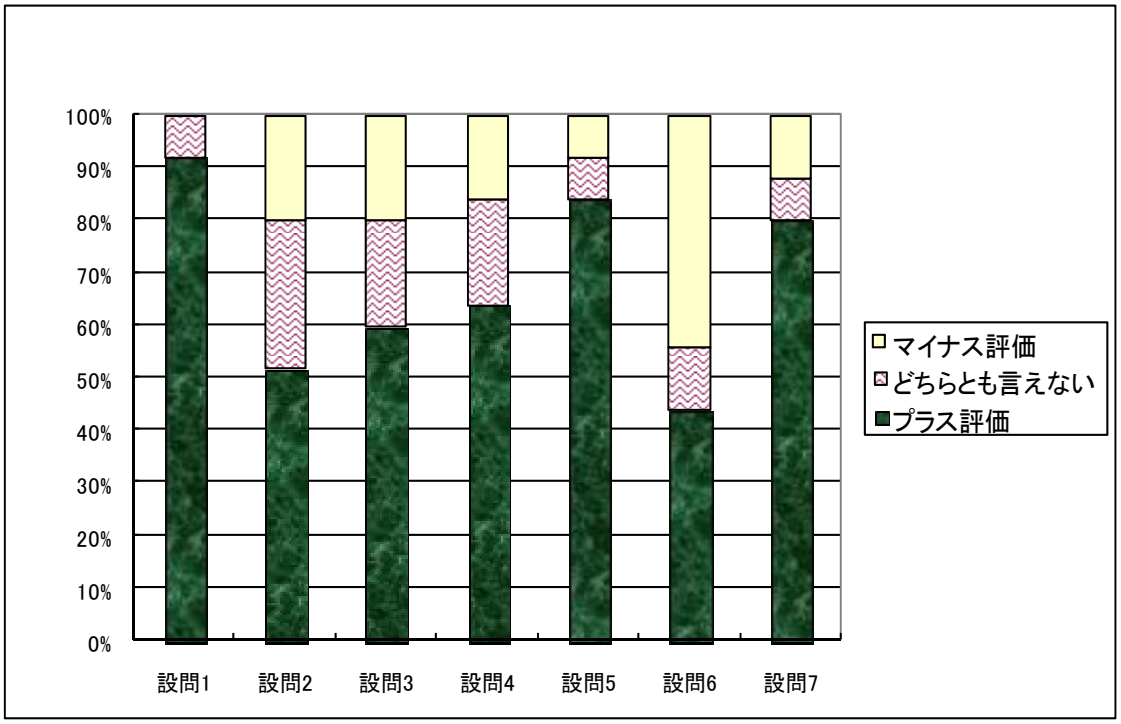

図１－ⅱ セクション２における各設問に対する参加児童の評価

設問 1：生き物にはいろいろなサイズがある事が分かりましたか，設問 2：正規分布とは何か分かりましたか，設問 3：自然界ではいろいろ現象が正規分布の形になるというのが分かりましたか，設問 4：セクション２について興味を持ちましたか，設問 5：楽しかったですか，設問 6：難しかったかですか，設問 7：もう一度参加したいですか

設問１について，5 と回答した児童は 19 名（76%），4 と回答した児童は 4 名（16%），3 と回答した児童は 2 名（8%），2 と回答した児童は 0 名（0%），1 と回答した児童は 0 名（0%）であった。設問 2 について，5 と回答した児童は 8 名（32%），4 と回答した児童は 5 名（20%），3 と回答した児童は 7 名（28%），2 と回答した児童は 2 名（8%），1 と回答した児童は 3 名（12%）であった。設問 3 について，5 と回答した児童は 9 名（36%），4 と回答した児童は 6 名（24%），3 と回答した児童は 5 名（20%），2 と回答した児童は 3 名（12%），1 と回答した児童は 2 名（8%）であった。設問 4 について，5 と回答した児童は 10 名（40%），4 と回答した児童は 6 名（24%），3 と回答した児童は 5 名（20%），2 と回答した児童は 4 名（16%），1 と回答した児童は 0 名（0%）であった。設問 5 について，5 と回答した児童は 16 名（64%），4 と回答した児童は 5 名（20%），3 と回答した児童は 2 名（8%），2 と回答した児童は 1 名（4%），1 と回答した児童は 1 名（4%）であった。設問 6 について，5 と回答した児童は 5 名（20%），4 と回答した児童は 6 名（24%），3 と回答した児童は 3 名（12%），2 と回答した児童は 5 名（20%），1 と回答した児童は 6 名（24%）であった。設問 7 について，5 と回答した児童は 14 名（56%），4 と回答した児童は 6

名（24%），3 と回答した児童は 2 名（8%），2 と回答した児童は 2 名（8%），1 と回答した児童は 1 名（4%）であった。

(iii)セクション 3　＜教室でワカサギ釣りを科学しよう＞

セクション 3 における各設問に対する児童の評価を図 1－iii に示した。

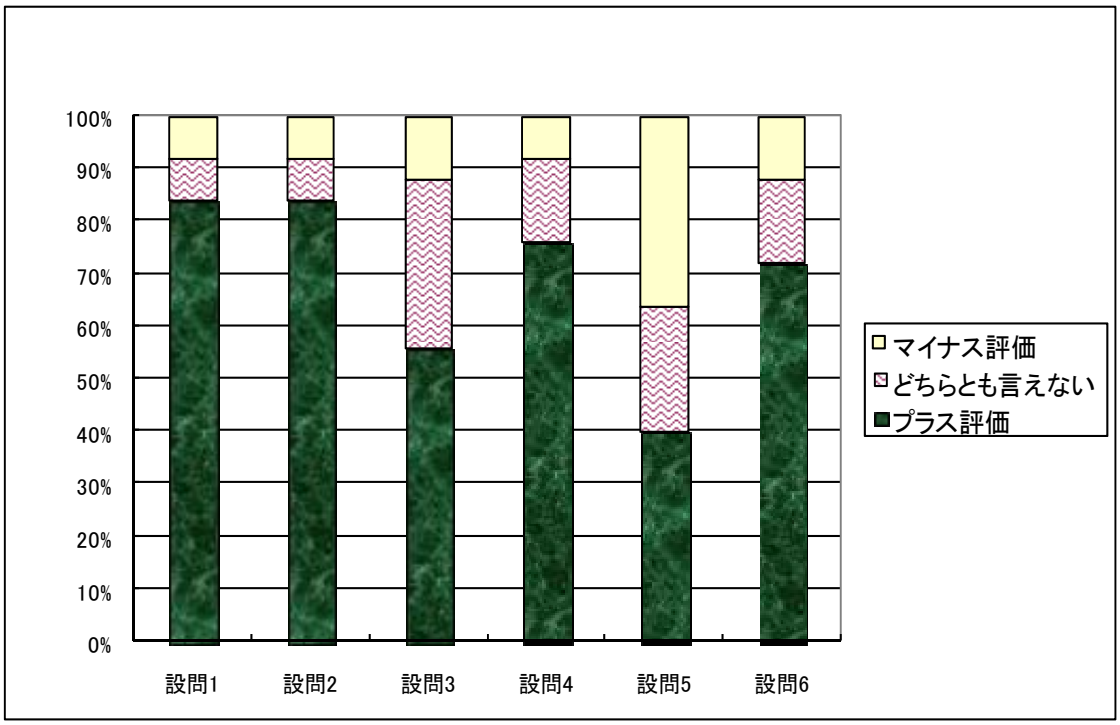

図 1－iii セクション 3 における各設問に対する参加児童の評価

設問 1：ワカサギの体長のグラフは二つの山になったことが分かりましたか，設問 2：二つの山がどうしてできるかが分かりましたか，設問 3：セクション 3 について興味を持ちましたか，設問 4：楽しかったですか，設問 5：難しかったかですか，設問 6：もう一度参加したいですか

設問 1 について，5 と回答した児童は 18 名（72%），4 と回答した児童は 3 名（12%），3 と回答した児童は 2 名（8%），2 と回答した児童は 1 名（4%），1 と回答した児童は 1 名（4%）であった。設問 2 について，5 と回答した児童は 13 名（52%），4 と回答した児童は 8 名（32%），3 と回答した児童は 2 名（8%），2 と回答した児童は 1 名（4%），1 と回答した児童は 1 名（4%）であった。設問 3 について，5 と回答した児童は 6 名（24%），4 と回答した児童は 8 名（32%），3 と回答した児童は 8 名（32%），2 と回答した児童は 2 名（8%），1 と回答した児童は 1 名（4%）であった。設問 4 について，5 と回答した児童は 10 名（20%），4 と回答した児童は 9 名（36%），3 と回答した児童は 4 名（16%），2 と回答した児童は 1 名（4%），1 と回答した児童は 1 名（4%）であった。設問 5 について，5 と回答した児童は 5 名（20%），4 と回答した児童は 5 名（20%），3 と回答した児童は 6 名（24%），2 と回答した児童は 5 名（20%），1 と回答した児童は 4 名（16%）であった。設問 6 について，5 と回答した児童は 10 名（40%），4 と回答し

た児童は 8 名（32%），3 と回答した児童は 4 名（16%），2 と回答した児童は 2 名（8%），1 と回答した児童は 1 名（4%）であった。

(ⅳ)セクション 4　＜ワカサギの年齢を知ろう＞

セクション 4 における各設問に対する児童の評価を図 1－ⅳに示した。

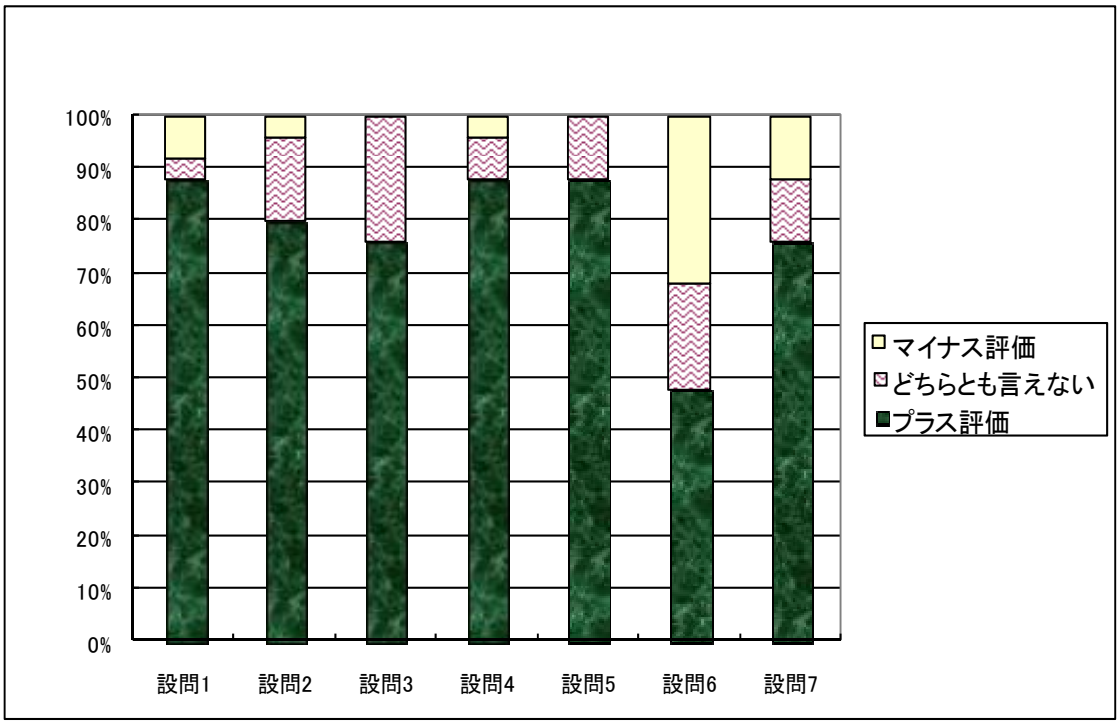

図 1－ⅳセクション 4 における各設問に対する参加児童の評価

設問 1：耳石はどこにあるか分かりましたか，設問 2：耳石で年齢がわかる事が分かりましたか，設問 3：耳石による年齢の調べ方が分かりましたか，設問 4：セクション 4 について興味を持ちましたか，設問 5：楽しかったですか，設問 6：難しかったかですか，設問 7：もう一度参加したいですか

設問 1 について，5 と回答した児童は 18 名（72%），4 と回答した児童は 4 名（16%），3 と回答した児童は 1 名（4%），2 と回答した児童は 1 名（4%），1 と回答した児童は 1 名（4%）であった。設問 2 について，5 と回答した児童は 16 名（64%），4 と回答した児童は 4 名（16%），3 と回答した児童は 4 名（16%），2 と回答した児童は 1 名（4%），1 と回答した児童は 0 名（0%）であった。設問 3 について，5 と回答した児童は 15 名（60%），4 と回答した児童は 4 名（16%），3 と回答した児童は 6 名（24%），2 と回答した児童は 0 名（0%），1 と回答した児童は 0 名（0%）であった。設問 4 について，5 と回答した児童は 18 名（72%），4 と回答した児童は 4 名（16%），3 と回答した児童は 2 名（8%），2 と回答した児童は 1 名（4%），1 と回答した児童は 0 名（0%）であった。設問 5 について，5 と回答した児童は 18 名（72%），4 と回答した児童は 4 名（16%），3 と回答した児童は 3 名（12%），2 と回答した児童は 0 名（0%），1

と回答した児童は 0 名（0%）であった。設問 6 について，5 と回答した児童は 8 名（32%），4 と回答した児童は 4 名（16%），3 と回答した児童は 5 名（20%），2 と回答した児童は 4 名（16%），1 と回答した児童は 4 名（16%）であった。設問 7 について，5 と回答した児童は 11 名（44%），4 と回答した児童は 8 名（32%），3 と回答した児童は 3 名（12%），2 と回答した児童は 1 名（4%），1 と回答した児童は 2 名（8%）であった。

（2）エデュケーターアンケート

水圏環境学習会において実施したセクション 1 ～セクション 4 について，教える側として児童がどの程度取り組んでいると思うのか調べるために，1～5 までの 5 段階尺度を用いてアンケート調査を実施した。集計時には，1，2 を「マイナス評価」，3 を「どちらとも言えない」，4，5 を「プラス評価」とした。

(ｉ)セクション１　＜科学者になろう＞

セクション 1 における各設問に対するエデュケーターの評価を図 2－ｉに示した。

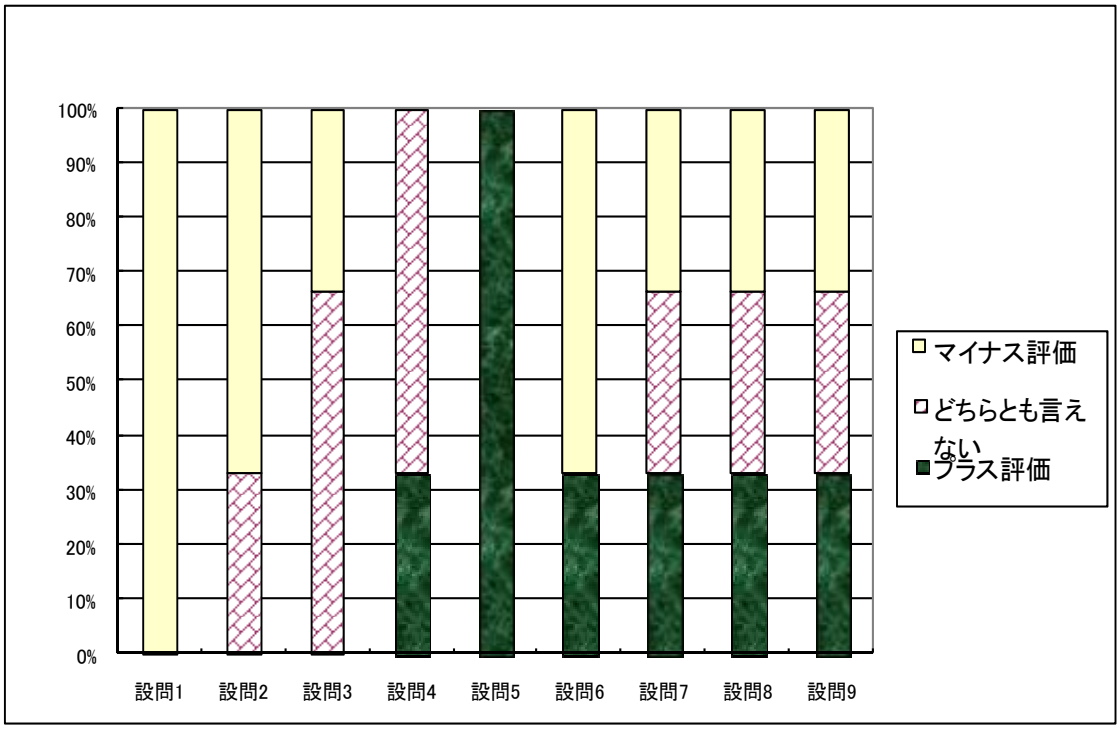

図 2－ｉセクション 1 における各設問に対するエデュケーターの評価

設問 1：ビデオで科学者の先生が言っていた内容について児童は理解したと思いますか，設問 2：科学者は仮説を立てるところから始まるという事について児童は理解したと思いますか，設問 3：仮説の定義について児童は理解したと思いますか，設問 4：疑問を持つのが大切だという事について児童は理解したと思いますか，設問 5：チカとワカサギの区別の仕方について児童は理解したと思いますか，設問 6：海には，まだわからない事がたくさんあると言う事について児童は理解したと思いますか，設問 7：児童の関心度はどうですか，　設問 8：児童にとって教材の難易度はどうですか，

設問 9：児童の集中度はどうでしたか

設問 1 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 0 名，（0%）3 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），2 と回答したエデュケーターは 3 名（100%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 2 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），3 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），2 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 3 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），3 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），2 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 4 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），3 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），2 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 5 について，5 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），4 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），3 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），2 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 6 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），3 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），2 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 7 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），3 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），2 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（4%）であった。設問 8 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），3 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），2 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 9 について，5 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），4 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），3 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），2 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。

(ⅱ)セクション２　＜生き物にはいろいろな大きさがある＞

セクション２における各設問に対するエデュケーターの評価を図２－ⅱに示した。

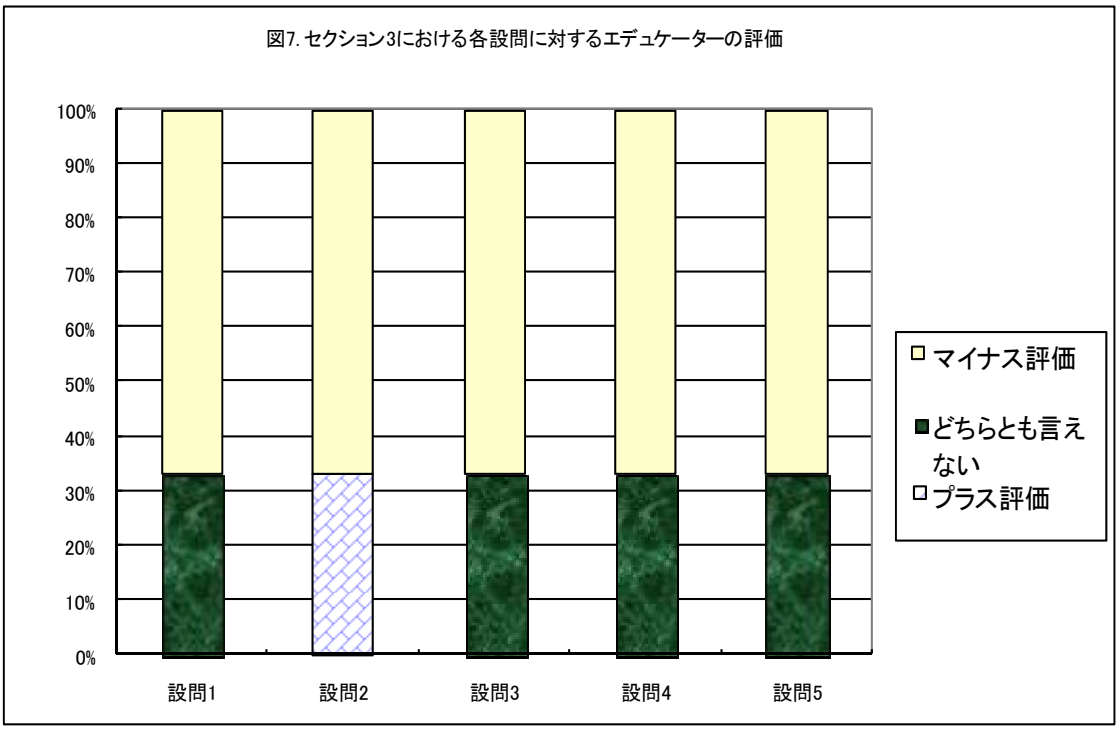

図２－ⅱ　セクション２における各設問に対するエデュケーターの評価

設問１:生き物にはいろいろなサイズがある事について児童は理解したと思いますか,
設問２：正規分布について児童は理解したと思いますか，設問３：自然界ではいろいろ現象が正規分布の形になることについて児童は理解したと思いますか，設問４：児童の関心の高さはどうでしたか,設問５:児童にとって教材の難易度はどうでしたか,
設問６：児童の集中度はどうでしたか

設問１について,５と回答したエデュケーターは０名(0%),４と回答したエデュケーターは２名,(66%)３と回答したエデュケーターは１名（33%），２と回答したエデュケーターは０名（0%），１と回答したエデュケーターは０名（0%）であった。設問２について，５と回答したエデュケーターは０名（0%），４と回答したエデュケーターは０名（0%），３と回答したエデュケーターは１名（33%），２と回答したエデュケーターは２名（66%），１と回答したエデュケーターは０名（0%）であった。設問３について，５と回答したエデュケーターは０名（0%），４と回答したエデュケーターは０名（0%），３と回答したエデュケーターは１名（33%），２と回答したエデュケーターは２名（66%），１と回答したエデュケーターは０名（0%）であった。設問４について，５と回答したエデュケーターは０名（0%），４と回答したエデュケーターは１名(33%),３と回答したエデュケーターは０名(0%),２と回答したエデュケーターは２名(66%),１と回答したエデュケーターは０名（0%）であった。設問５について，５と回答したエデュケーターは０名（0%），４と回答したエデュケーターは０名（0%），３と回答したエデュケーターは１名（33%），２と回答したエデュケーターは２名（66%），１と回答したエデュケーターは０名（0%）であった。設問６に

ついて，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），3 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），2 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。

(iii)セクション３　＜教室でワカサギ釣りを科学しよう＞

セクション 3 における各設問に対するエデュケーターの評価を図 2－iii に示した。

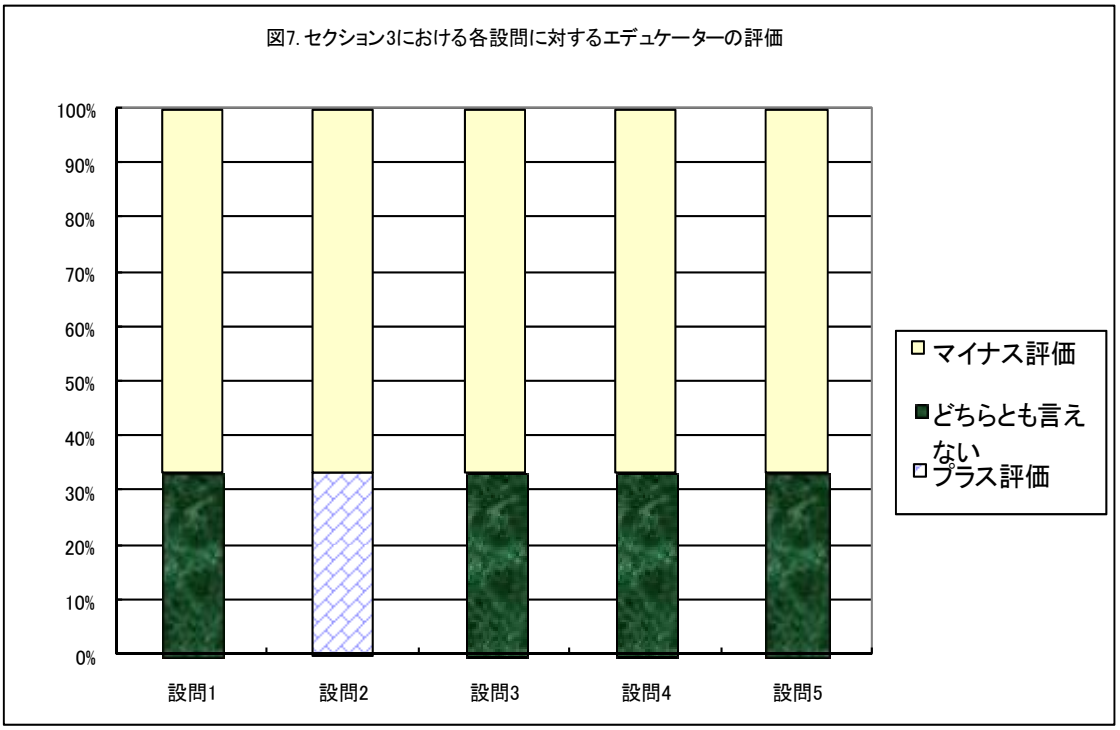

図 2－iii セクション 3 における各設問に対するエデュケーターの評価

設問 1：ワカサギの体長のグラフは二つの山になったことについて児童は理解したと思いますか，設問 2：二つの山ができる理由について児童は理解したと思いますか，設問 3：児童の関心の高さはどうでしたか，設問 4：児童にとって教材の難易度はどうでしたか，設問 5：児童の集中度はどうでしたか

設問 1 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 0 名，（0%）3 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），2 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 2 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），3 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），2 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 3 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），3 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），2 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 4 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），3 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），2 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），

1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 5 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），3 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），2 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。

（iv）セクション 4　＜ワカサギの年齢を知ろう＞

セクション 4 における各設問に対するエデュケーターの評価を図 2－iv に示した。

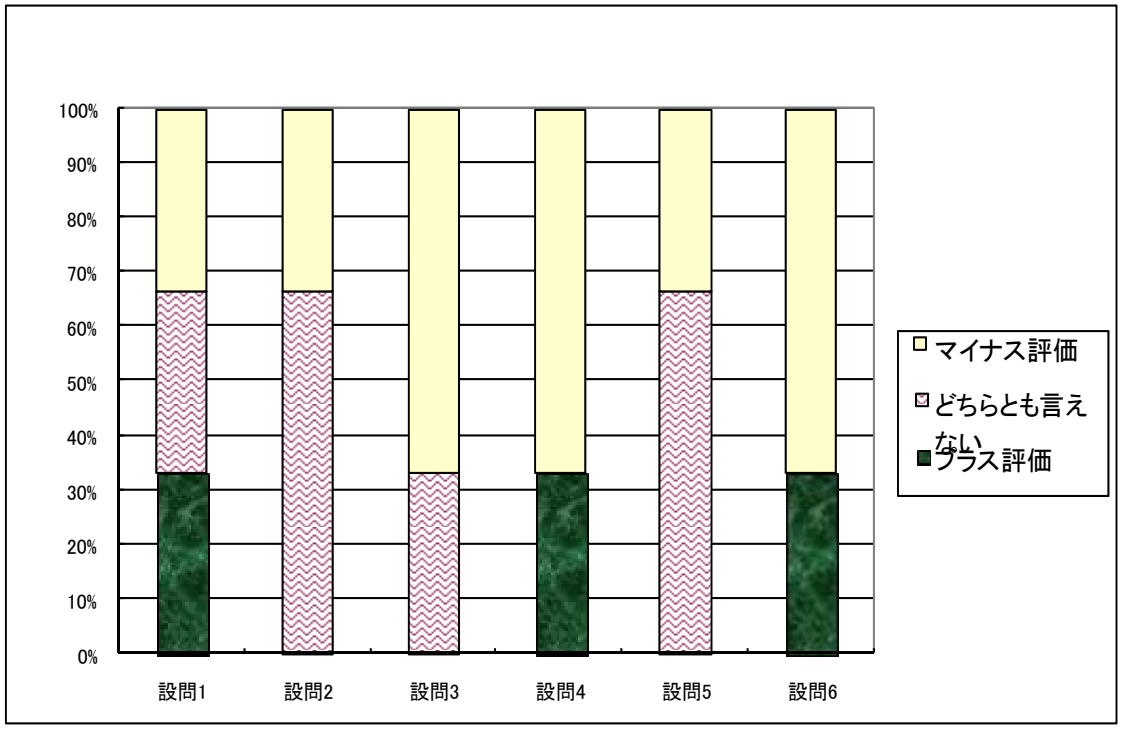

図 2－iv セクション 4 における各設問に対するエデュケーターの評価

設問 1：耳石の位置について児童は理解したと思いますか，　設問 2：耳石で年齢がわかる事について児童は理解したと思いますか，　設問 3：耳石による年齢の調べ方について児童は理解したと思いますか，設問 4：児童の関心の高さはどうでしたか，設問 5：児童にとって教材の難易度はどうでしたか，設問 6：児童の集中度はどうでしたか

設問 1 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 1 名，（33%）3 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），2 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 2 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），3 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），2 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 3 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），3 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），2 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 4 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），3 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），2 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），

1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 5 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），3 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），2 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。設問 6 について，5 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），4 と回答したエデュケーターは 1 名（33%），3 と回答したエデュケーターは 0 名（0%），2 と回答したエデュケーターは 2 名（66%），1 と回答したエデュケーターは 0 名（0%）であった。

Ⅳ考察

（1）教材パッケージ

セクション 1 について，設問 1 の「ビデオで科学者の先生が言っていた内容が分かりましたか」について，25 人中 14 人が理解していると答え，設問 2 の「科学者は仮説を立てるところから始まるという事について分かりましたか」に関しては，25 人中 12 人が理解していると答えるにとどまり，設問 3～6 と比較し，理解を占める割合（以下，理解度とする）が低い結果となった。これは，ビデオの内容が，小学生にとっては難しいものであったことと，音声が聞きづらいものであったことも原因と考えられる。また，設問 2 に関しては，仮説を立てるということに対して，エデュケーター自身が抵抗を持っており，実際に子供達に説明していないことも一因であると考えられる。設問 3 の「仮説というのはもしかしたら何々かもしれないと考えることですが，分かりましたか」という設問について，25 人中 17 人が理解を示している。設問 4 の「疑問を持つのが大切だという事が分かりましたか」については，25 人中 18 人が理解を示しており，設問 1～5 の中で，最も高い値を示している。設問 4 の要因として，エデュケーターが繰り返し説明をしていたことが挙げられる。設問 5 の「チカとワカサギの区別の仕方は分かりましたか」については 25 人中 17 人が理解していると答えている。具体的なアクティビティの内容理解についての設問に関しては，セクション 1 の設問 5 のほかに，セクション 3 の設問 1 と，セクション 4 の設問 1，2，3，が挙げられるが，セクション 1 の設問 5 は，他の設問と比較した場合，理解度が低い。これは，セクション 1 のアクティビティが，他のセクションのアクティビティとして比較して，難易度が高いためと考えられる。設問 6 の「海には，まだわからない事がたくさんあると言う事が分かりましたか」については 25 人中 20 人が理解していると答えており，これは設問内容が児童にも想像しやすい既有の概念であるためと思われる。設問 7 の「セクション 1 に関する興味関心」については，25 人中 13 人が，興味関心があると答え，設問 8 の「楽しかったですか」に対しては 25 人中 17 人が楽しかったと答え，設問 10 の「もう一度参加したいですか」に関しては，25 人中 16 人がもう一度参加したいと答えたが，セクション 2，3，4 と比較した場合，これらの人数は少なかった。

セクション 2 について，設問 1 の「生き物のサイズの多様性について」は，25 人中 23 人が理解を示しているのに対して，設問 2 の「正規分布について理解しているか」については 25 人中 13 人が理解していると答えるにとどまっている。このことは，生き物のサイズの多様性については理解しているものの，正規分布という概念に結び付いていないと考えられる。アクティビティを通して，正規分布の理解を促そうとしたが，その意図が伝わっていないことがわかる。その理由として，正規分布という言葉が，普段の生

活上なじみがなく，理解しがたいためであると考えられる。また，アクティビティにおいて，正規分布の結果が，うまく表せなかったことも要因となっている可能性がある。設問 3 の「自然界ではいろいろ現象が正規分布の形になるというのが分かりましたか」についても 25 人中 15 人が理解しているにとどまっており，正規分布の理解を高めるためのアクティビティの検討が必要である。設問 4 の「セクション 2 に対しての興味関心」について，25 人中 16 人が興味関心を示しているものの，セクション 4 と比較すると，興味関心度が低い。設問 5 の「楽しかったですか」に対して 25 人中 21 人が楽しかったと答えている。アクティビティの活動状況を見ていても，確かに餌を食べるゲームは喜んで取り組んでいる様子がうかがえたが，設問 4 では，25 人中 16 人が興味関心を示すにとどまっており，アクティビティの楽しさと，設問 4 の興味関心とはつながりが薄い。このことも，アクティビティと，正規分布の概念がうまくつながっていない結果であると考えられる。

セクション 3 について，設問 1 の「ワカサギの体長のグラフは二つの山になったことが分かりましたか」については 25 人中 21 人が理解していると答えており，また，設問 2 の「二つの山がどうしてできるかが分かりましたか」についても同様に 25 人中 21 人が理解していると答えている。セクション 3 は，セクション 2 の正規分布の概念をもとに，実際のデータと比較して考えさせる内容であり，正規分布の概念について理解が必要であるが，セクション 2 の設問 2 の「正規分布について理解しているか」については 25 人中 13 人が理解していると答えるにとどまっており，セクション 3 の設問 1 と設問 2 の 25 人中 21 人が理解を示した結果とは大きく異なる。また，設問 4 の「楽しかったですか」に対して，25 人中 19 人が楽しかったと答えているが，設問 3 の「セクション 3 についての興味関心」については，25 人中 14 人が興味関心を示すにとどまっており，セクション 2 と同様にアクティビティの楽しさと，設問 4 の興味関心とはつながりが薄いと考えられる。

セクション 4 に関して，設問 1 の「耳石はどこにあるか分かりましたか」は 25 人中 22 人が，設問 2 の「耳石で年齢がわかる事が分かりましたか」については 25 人中 20 人が，設問 3 の「耳石による年齢の調べ方が分かりましたか」については 25 人中 19 人が理解したと答えており，セクション 2 の設問 1，2，セクション 3 の設問 1， 2， 3 と比較すると内容の理解度が高い。また，設問 4 の興味関心についても，25 人中 22 人が興味関心を示しており，設問 5 の楽しかったですかについても 25 人中 22 人が楽しかったと答えており，興味関心と，楽しさの合致がある。この要因として，セクション 4 の概念が，耳石というものを理解し，耳石により年齢を測定できる事を理解するという具体的なものであることが挙げられる。具体的な現象に比べ，抽象的な概念の理解が進まない傾向があることが考えられ，今回のセクション 4 の結果は，こうした理解度の傾向を示すものであろう。

今回の体験型教育パッケージの作成に関しては，科学的な思考を身に付け，野外体験学習を行うことで，より効果的な環境学習を行う狙いがあった。今回の研究では，屋内学習は行われたものの，悪天候のため野外体験学習は完全には実施されておらず，効果の検証も不十分である。今回の結果を踏まえ，より改善された教材の実施，効果の検証が必要である。

（2）水圏環境エデュケーター育成

体験学習は一方的な知識伝達ではなく，現実の体験をもとに，ものの見方・考え方などその場その場で

必要な能力が求められていることから，学習者の主体的活動が引き出され，自分自身で何かを作り上げていこうとする能力を養うことができる[16]。そして，現実に目の前にあることを素材とし自らが体験することで，今まで気づかなかった新しい発見ができる[17]ことから子ども達はより教材全体に対し，自発的に探究心を持って取り組むことが予想される。しかし，野外体験活動から屋内学習を行う場合，必ずしも野外体験活動から教材の設定された目標や，課題範囲内に向かって，学習会が進むとは限らず，目標設定があいまいになってしまうことや，対応しようとすれば広範囲になる可能性がある。また，恣意的に設定目標や，課題に学習会を進めようとすれば，個人や教材実施の環境条件などによって，興味関心の方向に違いが出てしまい，ラーニングサイクル理論の持つ，一人一人に対応した汎用性の高い教材が成り立たないことも考えられ，汎用性の高い教材パッケージづくりには不向きであるとも考えられる。「野外体験学習 」→ 「屋内学習」のパターンで実施する教材パッケージの作成，教育実践，効果の検証を行うとともに，「屋内学習→野外体験学習」とする教材との比較検討が必要であろう。

一般的な人々の科学リテラシーに加え，専門家の社会と，一般の人々の価値観や発想に関する相互理解を社会リテラシーと呼ぶ[17]。この場合，専門家が積極的に講演会を開くことに尽きるのみではなく，科学技術の在り方に関して，一般の人々がどのような懸念や期待を持っているかを聞き取り，それに対応した科学技術の研究を進めるという姿勢を示すことが重要であり，一般的な市民に対し，科学的理解を啓蒙的に広めるサイエンスコミュニケーションのあり方は，市民の信頼を失う欠如モデルであり，現在のサイエンスコミュニケーションの課題として，科学技術コミュニティー側の社会リテラシーを涵養する活動の不足が指摘されている[17]。一方で，イギリスで過去に実施された一般の人々と，科学技術コミュニティーの社会リテラシーの涵養を重視した，様々な対話型コミュニケーションの事例（例えばコンセンサス会議や市民陪審）がレヴューされ，非常に貴重な成果を上げてきたと評価されており，このような対話型コミュニケーションを通じて，政策立案の際に考慮することによって，より良い政策の実現ができる[18]。本研究は，専門家と一般市民とをつなぐ対話型コミュニケーションのプログラムであり，相互の科学・社会リテラシーの涵養を目指した取り組みであり，ワークショップにおいて水圏環境エデュケーターとの対話を重視し，市民による発案を元に教材開発を進めた。

第 3 期科学技術基本計画が強調しているように，「国民の理解と支持」がなければ科学技術の進歩は不可能であり，そのためには，国民が科学技術をどのように見ているか（たとえその知識は科学技術の専門家からみれば不十分であっても）を科学技術の専門家が理解することが不可欠である[17]。これは，本学水圏環境教育学研究室と，水圏環境エデュケーターの使命も同様である。また，教材パッケージのアンケート結果でも示されているが，疑問を持ち，仮説を立てるという科学的手法に対し，エデュケーターが抵抗を抱いている事が明らかとなっている。このような基本的な科学の概念についても同様に，より認識を高めていくことも必要になってくるであろう。

本研究は市民による汎用的な体験型水圏環境教材パッケージ作成を目指したはじめての取り組みであるが，このような取り組みを続けていくことで，こうした目的にかなったより良いプログラム，教材パッケージ作成が可能になると考える。また，ワークショップを重ねるにつれ，教材に関する具体的な意見の数が増え，積極的な意見交換が行われたことから，取り組みを継続していく事が更に有効な教材開発において有効であると思われる。

今後，上記を踏まえた上で，市民による地元の資源を用いた水圏環境教材の開発が継続されることで，教材パッケージ作成プログラムとしても，水圏環境エデュケーター養成プログラムとしてもより完成度の高いプログラムを作ることが可能になるであろう。より昇華された新たな教材パッケージ作成プログラムと，教材パッケージの実施が行われるようになり，環境教育の在り方として，より有効的な活動となることを期待する。

謝辞

さんりく ESD 閉伊川大学校開催にあたり，ご協力いただいた NPO 法人岩手マリンフィールド，閉伊川漁業協同組合，並びに宮古市教育委員会，宮古市立千徳小学校，同津軽石小学校，同山口小学校，同宮古小学校，岩手県宮古地方振興局の皆様に御礼申し上げる。

また，閉伊川漁業協同組合代表理事組合長袰野正一氏，NPO 法人岩手マリンフィールド理事長橋本久夫氏，和川時章氏には，さんりく ESD 閉伊川大学校の運営，実施に協力していただいた。

本プログラムに参加していただいた三浦次男氏，川原五平氏，斉藤信夫氏，岩船紘志氏，生形慎也氏，北村文彦氏，横田武揚氏，小山隆春氏，菊地丙午氏，澤田克司氏，斉藤敏通氏，内城仁氏，水木高志氏，熊谷剛氏，鈴木和昌氏，細川行広氏，坂口晶紀氏に心から御礼申し上げる。

本研究の推進にあたり，プログラム実施に協力いただいた東京大学猿渡敏郎助教，東京海洋大学のストルスマン・カルロス・アウグスト准教授，川邉みどり准教授，そして川下新次郎教授に感謝申し上げる。

本研究は，さんりく基金より研究助成を受けて行われた。

引用文献

1）小澤紀美子：「環境教育の現状：理論と実践をつなぐために」，学術の動向 2006 年 04 月, 121, 57-60, 日本学術協力財団, 2006.

2）和田武：「地球環境入門」, 120, 明石書店, 1994.

3）小林傳司：「トランスサイエンスの時代」, 288, NTT 出版, 2007.

4）小林麻理・佐々木剛：「大森ふるさとの浜辺公園を活用した水圏環境教育の有効性の考察と魚類を用いた教材開発の基礎調査」，水圏環境教育研究誌, 1, 18-52, 2008.

5）佐々木剛：「水圏環境教育の体系化を目指した取り組み」, 13-14, 臨床教育学会セミナー, 2006.

6）東京商工会議所：「改訂環境教育検定試験 eco 検定公式テキスト」, 229, 日本能率協会マネジメントセンター, 2006.

7）小川義和・亀井修・中井紗織「科学系博物館と大学との連携によるサイエンスコミュニケータ養成の現状と課題」，科学教育研究誌, 31-4, 328-339, 2007.

8）文部科学省：「平成 16 年度版科学技術白書」：http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa200401/index.html（参照 2008-12-2）

9）小林傳司：「科学技術とガバナンス」,思想, 973 , 5-26 , 岩波書店, 2005.

10）水圏環境リテラシー教育推進プログラム：http：//web.mac.com/hypomesus/site1/HOME.html（参照 2008-12-2）

11）佐々木剛：「水産生物の生活史とその教材化の関する研究－閉伊川産のワカサギの産卵生態を

中心にして」, 平成 7・8 年度　上越教育大学大学院　研修報告書」, 47, 石黒印刷所, 1997.
12）閉伊川漁業協同組合：「創立四十年史　母なる流れ」, 136, 閉伊川漁業協同組合, 1992.
13）閉伊川ワカサギ博士のなんでも相談室：http：//blog.goo.ne.jp/hypom（参照 2008-12-2）
14）小林傳司：「誰が科学技術について考えるのかコンセンサス会議という実験」,406 , 名古屋大学出版会, 2004.
15）佐々木剛：「水産研究のフロントからカリフォルニア大学（UC）バークレー校ローレンス科学館 Communicating Ocean Workshop for Instructors に参加して」, 日本水産学会誌, 74-5, 1, 2008.
16）藤村コノヱ：「環境学習実践マニュアルーエコ・ロールプレイで学ぼうー」, 142, 国土社, 1995.
17）小林傳司：「科学技術とサイエンスコミュニケーション」, 科学教育研究誌, 31-4, 310-318, 2007.

参考文献

鎌原雅彦・竹綱誠一郎：「やさしい教育心理学〔改訂版〕」, 291, 有斐閣アルマ, 1999.
環境省：「環境白書　平成 18 年度版」, 280, ぎょうせい, 2006.
国立教育政策研究所教育課程研究センター：「環境教育指導資料　小学校編」, 108, 東洋館出版社, 2007.
佐々木剛・猿渡敏郎（編）：「遡河回遊型ワカサギ個体群の教材化と野外生態研究　高校生とともに歩んだ 10 年」, 魚類環境生態学入門－渓流から深海まで, 魚と棲みかのインターアクションー, 262-290, 東海大学出版会, 2006.
佐々木剛：「魚ってすばらしい！！生態編」, 47, 岩手県立宮古水産高等学校, 1997.
佐島郡巳・鈴木善次・木谷要治・木俣美樹男・小澤紀美子・高橋明子（編）「環境教育指導事典」, 333, 国土社, 1996.
柴田義松：「ヴィゴツキー入門」, 208, 寺子屋新書, 2006.
スー・グレイグ, グライハム・パイク, ディヴィッド・セルビー：「環境教育入門」, 120, 明石書店, 1998.
田中実・安藤聡彦：「環境教育をつくる(【教え】から【学び】への授業づくり⑦)」, 206, 大月書店, 1997.
沼田真：「環境教育白書　人間と自然とのかかわり」, 211, 東海大学出版会, 1982.
宮崎祐介・佐々木剛：「魚類図鑑の製作は環境教育に有効か？－東京都港区江南における case study－」, 水圏環境教育研究誌, 1, 54-116, 2008.
森良：「力を引き出すもりもりファシリテーション」, 122, まつやま書房, 2007.

資料１

さんりくESD［持続可能な発展のための教育］

閉伊川大学校

地域の自然を大切にする、地域のみなさん自らの

水圏環境教育…自然のある郷土を子どもたちに伝えよう！

主催：東京海洋大学水圏環境教育学研究室、NPO法人 岩手マリンフィールド、閉伊川漁業協同組合

いま、地球温暖化、地球環境の汚染が深刻になり、ESD（持続可能な発展のための教育）の重要性が叫ばれています。地球の未来を考え、行動するための教育のことです。そうしたなかで今回、「水圏環境エデュケーター」を養成する「さんりくESD 閉伊川大学校」を開校。閉伊川の豊かな自然に着目し、地域住民のみなさんがエデュケーターとなって学習教材を作成し、これから水圏環境を学ぼうとする方々（小学生など）を対象に「水圏環境学習会」を開催します。

まず講義を聴いて ➡ みんなで学習教材「さんりくESD教材パッケージ」を開発し ➡ 小学生などを対象とする「水圏環境学習会」を開催します！

学習の成果は、東京海洋大学を通して全国に情報発信され、地域住民参加型環境学習のモデルとなります。
★「さんりくESD 閉伊川大学校」を修了すると、「さんりく水圏環境エデュケーター」として認定されます。

第1回　2008年7月6日（日）

午前の部　9:00～12:00　場所：湯ったり館
講座：「ESD…持続可能な発展のための教育」
「これまでの閉伊川研究」「教材開発の手法」

午後の部　13:00～15:00　場所：湯ったり館
ワークショップ：学習教材開発の検討会

第2回　2008年7月18日（金）

18:00～21:00　場所：湯ったり館
ワークショップ：学習教材「さんりくESD 教材パッケージ」の作成

第3回　2008年8月24日（日）

9:00～15:00　場所：閉伊川
「水圏環境学習会」実施のための事前準備と検討会

第4回　2008年9月7日（日）

9:00～15:00　場所：閉伊川
地元小学生を対象とした「水圏環境学習会」の開催

《 いずれの日程にも参加していただける方が対象となります（高校生以上） 》

住所・氏名・年齢・職業をご記入のうえ、Fax、電子メール、往復ハガキのいずれかにてお申し込みください。
Fax & Tel 0193(64)1160　eメール sea-son@par.odn.ne.jp
〒027-0028 岩手県宮古市神林9-1 リアスハーバー宮古 岩手マリンフィールド 鈴木邦昌 宛
お申し込み締切：2008年6月30日（月）必着

参加費：無料

資料２

さんりく ESD 閉伊川大学校

「閉伊川ちびっ子科学調査隊」実施プログラム

日時：平成 20 年 9 月 7 日（日）

9 時〜15 時

場所：閉伊川河口域周辺，なあど

対象：小学生 30 名

実施者：水圏環境エデュケーター

はじめに

宮古の人々にとってかけがえのない閉伊川。県内はもとより，国内いや世界でも有数の自然豊かな環境に恵まれた川です。この美しい川をそのままの状態で後世に残して行くにはどうしたらいいだろう？これが，「さんりく ESD 閉伊川大学校」のはじまりです。

薬師川，刈屋川，山口川，近内川の支流や本流である閉伊川に出かけてみましょう。そして，川に耳を澄まして音を聞いてみましょう。川のせせらぎ，鳥のさえずり，木々のざわめきなど様々な事に気がつくはずです。五感を研ぎ澄ますことで，今まで気がつかなかった自然界の様子に気づくことでしょう。

また，閉伊川での体験と同時に，科学的に閉伊川を捉えることも必要です。科学的に捉えるとは，閉伊川をよく観察し，記録し，疑問を持ち，仮説を立てて，そして仮説を確かめる，その結果を発表するという作業です。

なぜ，このような作業が必要なのでしょうか？

科学技術の発達は豊かな生活をもたらした反面，知らず知らずに自然環境へマイナスの影響を与えました。その悪影響は，自然界の自浄能力を超えています。その結果，一つの国や地域では解決できない様々な環境問題や公害問題が，今地球のあちこちで発生しているのです。

このプログラム「閉伊川ちびっ子科学調査隊」では，開発した教材により，子どもたちに閉伊川を五感で体感させ，科学的に閉伊川を調べ，考える力を養います。

古来日本人は，豊かな自然に恵まれ，この自然の恵みに感謝しつつ，自然をうまく活用しながら生活してきました。日本人にとって，自然は大切な生活の一部であり，恵みをもたらすものと考えていました。汚れた物も川に流せばきれいになると信じられていました。しかし，これからは今までの自然観とともに，科学的に閉伊川を捉えることが求められます。世界中の多くの人々がこの考え方を身につけることで，持続可能な社会を構築することにつながるのです。持続可能な社会とは，自然と共存しながら人間生活の質を高めていく社会のことです。ＥＳＤ（持続可能性を高めるための教育）の重要な柱です。この考え方を「さんりく ESD 閉伊川大学校」を通し，多くの方に身につけて頂き，この美しい川を後世に残して行きたいと考えています。

セクション１

「科学者になろう！」（40 分）

準備するもの

科学者のインタビュービデオ
チカの写真　各班４枚
ワカサギの写真　各班４枚
魚類図鑑（チカとワカサギの説明だけを抜粋しても良い）　各班１冊
黒板とチョーク（あるいは模造紙とマジック）
方眼目盛りのついた透明な下敷き（線を引いた透明な下敷きにマジック）
6 人の班を作り，班長，記録者，発表者，司会者を決める

Invitation（導入）

皆さん，こんにちは。今日は魚類を研究する科学者になってもらいます。科学者ってどんな仕事をすると思いますか？これから，科学者のインタビュービデオを見ていただきます。

（ビデオ視聴）

科学者の仕事は，観察をして疑問に持つことから始まります。そして，**「仮説」**を立てます。そして，その仮説が正しいかどうか，様々な方法を使って確かめていくのです。

例）皆さんは，生き物や自然を観察して疑問に思ったことはありせんか？どうして，そうなのかな？という疑問を持ったら，次に，もしかしたら，・・・かもしれない。という**「仮説」**を立てます。仮説を立てたら，データ収集をして**データ分析**をします（グラフを書くなど)。そして，データ分析の結果，仮説が正しいか確かめます。この仮説が正しいか確かめることを**「仮説の検証」**といいます。

Exploration(探求)

ステップ１　＜お魚の観察をしよう＞

（チカ，ワカサギの写真を４枚ずつ配布する）

質問１―この８つの写真をよく観察して下さい。「チカ」と「ワカサギ」というとてもよく似た魚です。２つの種類に分けてみて下さい。そして，なぜそのように分けたのか，レポート用紙に記入して下さい。

ステップ２　＜班ごとに発表＞

なぜ，そのように分けたのですか？班ごとに発表しましょう（子どもたちに，その理由を班ごとに尋ねる。いろいろな答えが出てくる。全ての回答を否定せず，発表に耳を傾ける。）

Concept invention（概念の確信）

ステップ１　＜仮説「もしかしたら・・・かもしれない」＞

班ごとにチカとワカサギの分類をやっていただき，そして発表してもらいました。皆さんは「もしかしたら・・・かもしれない」という仮説を元にして分けていたのです。科学者の考え方をすでに身につけているのです。科学というのは決して難しいものではありません。仮説「もしかしたら・・・かもしれない」を意識してものごとを調べていくことなのです。

ステップ２　＜図鑑で調べよう＞

さあ，それでは，魚類図鑑を使って，チカとワカサギの違いを調べてみましょう。（ひれの位置によってそれぞれを見分ける方法を教え，実際に自分たちで分類させる。）

ステップ３　＜ワカサギの発見の経緯とチカとワカサギの産卵場の違い＞

実は，以前，閉伊川河口域にはワカサギはおらず，チカだけがいるといわれました。ある時，ふと疑問に思った高校生が，仮説を立てました。もしかしたら，チカの他にワカサギがいるかもしれない，と。仮説を確かめるために，北里大学水産学部で背骨の数を調べました。すると，チカと一緒にワカサギもいることが分かったのです。また，ワカサギは閉伊川を上って淡水域で産卵するのに対し，チカは海岸で産卵していることも分かりました。

Application(応用)

実はワカサギだけでなくて，閉伊川には他にもまだ調べられていない事がたくさんあります。それを明らかにしているのが，科学者なのです。よく観察し，疑問を持って，仮説を立てるところから始まるのです。

セクション２

「生き物にはいろんなサイズがある！」

（４０分）

準備するもの

ワッシャー（直径 3cm 程度）　10 人×10＝１００個
プラスチックコップ　10 人×１＝10 個
ピンセット　10 人×１＝10 個
マグネット 120 個
黒板
模造紙（あらかじめヒストグラムを作成するための縦；個数とし０から１間隔で 30 まで，横；長さ 20mm から１０mm 間隔で 150mm までのグラフを作成）

マジック

Invitation（導入）

今日は皆さんに，育ち盛りのワカサギになってもらいましょう。今日は教室の中で，餌を食べてみましょう。餌をたくさん食べたあなたは体がぐんぐん大きくなります。餌をあまり食べないあなたはあまり大きくなりません。

Exploration（探求）

ステップ１　＜ワカサギになって餌を食べよう！＞
これから皆さんはワカサギになってもらいます。
皆さんは同じ年に生まれたとしましょう。
それでは，教室の後ろに閉伊川の河口があります。個々はワカサギにとって重要な餌場です。（ビニールシートにワッシャーをなるべく分散させてばらまく。）
河口域にはワカサギの大好きなエビがたくさんいます。
このエビをみんなで捕りましょう。（10 人ずつ，3 回実施する。）
たくさん餌を食べると大きくなります。

ステップ２　＜成長を調べよう＞
１つ食べると１０mm 延びる事にします。
さあ皆さんはどのぐらいまで成長したでしょうか？
（ワッシャーの数を答えさせ，マグネットを配布する。
例―ワッシャーが 7 つの場合 70(mm)と書いたマグネットを配布。）

ステップ３＜グラフに値を示そう＞

黒板の模造紙にマグネットを貼り付けてください。（あらかじめ，黒板にグラ　　フ用紙を貼っておき，例えば 70mm の場合はグラフ上の 70mm に置く。）

質問―１グラフをよく見てください。気がついたことをレポート用紙に記入しましょう。（ある値に集中し山なりになっている事に気がつくだろう）

質問―2　どのようなことに気がついたか，班ごとに発表して下さい。

Concept invention(概念の確信)

閉伊川で生まれたワカサギのように同じような環境で生まれ育ったグループは，このような山なりの分布になります。大きいワカサギや小さいワカサギは少なく，ちょうど真ん中の大きさが多くなります。このことを**正規分布**といいます。

Application(応用)

実は，私たち人間も身長が低い人と高い人は少なく，真ん中ぐらいの人がたくさんいますよね。このように，ほとんどの生物の成長は正規分布になります。（身長のヒストグラムを配布）

また，成長だけではなくて，いろいろな自然現象は正規分布になります。例）薬の効き目，マラソン大会の結果など

また，同じ年や同じ日に生まれても，遺伝子などの内的条件や餌や水温等の外的条件によって，体の大きさは大きく左右されます。閉伊川のワカサギの成長は年によって条件が異なり，大きさが毎年異なります。例）成長のよい年は正規分布の山全体が大きい方にずれ，反対に悪い年は左にずれます。このことから環境の変化を読み取ることが出来ます。

セクション３

「教室でワカサギ釣りを科学しよう！」（40 分）

準備するもの

ブルーシート 2m×２m，
釣り竿用割り箸 30 本
たこ糸 15m，
マグネット 120 個，
クリップ 100 個。
グラフ用紙（セクション）
ワカサギの写真 100 枚—10cm 以下のものを 3 種類作成しラミネートする。ラミネートしたワカサギの口の周りにクリップをテープではる。ワカサギの写真の裏にクリップをセロテープで止める。裏にはワカサギの体長データを 10mm 単位で記入する。
割り箸に 50cm のたこ糸でマグネットを結ぶ。
教室の後ろに広げたブルーシートにワカサギ写真を表にしてばらまく。

Invitation（導入）

みなさんは，釣りをした事がありますか？これから教室の中でワカサギ釣りをしましょう。

セクション 2 では正規分布を習いました。いろいろな自然界の現象は山なりに分布するというものでしたね。では，実際の調査では魚の体長はどのように分布するのでしょうか。教室の中でワカサギ釣りをしてたしかめてみましょう。

Exploration（探求）

ステップ１　＜ワカサギ釣りをしよう＞
今日は閉伊川の河口にいきましょう。
後ろの方に河口域が見えます。
釣り竿を持って釣りにでかけましょう！
4 匹釣った方は，前に来て下さい。
釣った魚をグラフに貼り付けましょう。例えば，８０と書いてあるのは８0mm のところにマグネットを置きます。

ステップ 2＜グラフを見て仮説を立てよう＞
質問—１　黒板のグラフを見てください。班ごとに，気がついたことをレポート用紙に記

入しましょう（２つの値に集中し山なりになっている事に気がつくだろう)。
質問—2 どのような疑問が湧きましたか？班ごとに，疑問に思ったことをレポート用紙に記入しましょう
質問—3 どのような仮説を立てましたか？「〇〇なのは，もしかしたら△△△は×××なのかもしれない」
＜ステップ２　班発表＞
どのような仮説を立てましたか，班ごとに発表しましょう。

Concept Invention(概念の確信)

この正規分布は，以前９月に採集したワカサギと同じ体長のものです。みんな同じ年齢なら，一つの山ができます。しかし，みんなの指摘通り，山が二つ出来ています。この山の違いは何だろうと疑問に思い，もしかしたら年齢が違うのではという仮説を立てました。小さい方の山が１年魚，大きい方の山が２年魚と仮説を立てました。

その後，データを分析し，仮説を確かめた結果，ワカサギは 1 年魚だといわれていましたが，閉伊川の河口では，2 年魚もいると結論づけました。

Application(応用)

実際に調査に行き，たくさんのワカサギの体長を調べてみて，変だなと疑問に思ったところから，仮説を立て，検証してみることで，新しい発見があったわけです。

それでは，ワカサギの年齢はどのようにして分かったのでしょうか？セクション 4 で学びましょう。

セクション４

「年齢を調べよう！」（40 分）

準備するもの

ワカサギ模型（ワカサギの絵[約 50cm]を描いた模造紙，耳石を描いた内部骨格を示すものとその上に外部形態を覆い被せたもの）・・・各班１個
１年魚と２年魚の耳石写真　・・・各班各１枚
上記の耳石写真を書き写した透明シート（年齢記号を分かりやすくするため）・・・1 枚
実際の耳石（グリセリンにつけたもの），1 年魚と 2 年魚のものそれぞれ 2 個ずついれたケース（小銭ケースなどのプラスチックケース）・・・30 個
ルーペ・・・３０個
レントゲン写真（ホワイトボードに張り出せるサイズの大きなもの）・・・1 枚

Invitation（導入）

セクション 3 で調べたように，閉伊川のワカサギは１年魚と２年魚がいると仮説を立てましたね。では，１年魚と２年魚をどうやって区別すればいいのでしょうか。

正確には，ワカサギの体の大きさを見ただけで，年齢は区別できません。１年魚でも大きいワカサギもいれば，２年魚でも小さいのもいるかもしれないからです。

そこで何らかの方法で，年齢を知る必要があります。人間であれば，聞けばだいたい分かりますが，ワカサギはそうはいきません。どうしたら分かるでしょうか？

Exploration（探求）

ワカサギの体の中にある**耳石**とういうものに注目した研究者がいました。耳石に木の年輪のようなものがあることを発見したのです。耳石を使ってどのように年齢を調べるのか見てみましょう。

ステップ１＜耳石ってなんだろう＞

耳石は，魚の頭の中だけでなく，皆さんの頭の中にもあります。

耳石には，魚が過ごした季節が年輪のように刻まれ，記憶されていきます。では耳石はどんなものか写真を見てみましょう。

ステップ２＜耳石を探そう！＞

耳石はどこにあるでしょうか？（ワカサギ模型を配布する）

ステップ３＜1 年魚と 2 年魚の耳石の違いを調べよう＞

質問—1（1 年魚と 2 年魚の耳石（写真）をそれぞれ班ごとに配る）
　どんな違いがあるか，レポート用紙に記入しましょう。
質問—2　疑問に思った事をレポート用紙に記入しましょう
質問—3　耳石写真をみて，みんなで仮説を立てましょう（耳石写真を書き写した透明シートを配布。耳石写真に重ね合わせるように指示する)。

＜ステップ４　班発表＞
どのような仮説を立てましたか，班ごとに発表しましょう。

Concept Invention(概念の確信)

　科学者は，もしかしたら，ワカサギは耳石の中に年輪が刻まれるかもしれない，という仮説をたてて，1 年間毎月 1 度，閉伊川の河口でワカサギを釣り上げて，耳石を観察しました。その結果，耳石は木の年輪のように形成されることが分かりました。
　ワカサギは春に生まれ，その年の秋に透明な帯が 1 本できます。その後，成長のよい冬の時期に不透明の帯ができます。そして次の年に成熟し，産卵します。産卵したワカサギは，再び河口域に戻り 2 年目の生活に突入します。2 年目になると成長の悪い 4 月から 9 月の間に２つめの透明帯ができます。
　（例えば，産卵期の 5 月に，閉伊川で採集したワカサギのうち，第 1 透明帯だけを持つものは１年魚，第２透明帯を持つものは２年魚になります)

Application(応用)

（耳石ケースを配布し）これが，ワカサギの耳石です。5 月の産卵期に閉伊川で採集したものです。1 年魚は透明帯が 1 本。2 年魚は透明帯が 2 本あります。確認してみてください。（必要に応じ，ルーペを配布）

セクション５

＜野外調査−チカとワカサギ大研究＞（120 分）

準備するもの

釣り竿　３０本

テグス　５０ｍ　１巻

サビキ用釣り針　４０個（予備として 10 個用意）

バケツ　5 個（各班に１個）

セクション１で使用した図鑑　各班１冊

Invitation（導入）

皆さんは，サビキ釣りをしたことがありますか？サビキ釣りは餌をつけないで釣る方法です。閉伊川の河口でサビキ釣りをしますと，アジ，カジカ，カタクチイワシ，チカ，ワカサギを釣ることが出来ます。チカとワカサギは，とてもよく似ていますので，釣り人は区別していません。今回はチカチカとワカサギに注目して釣りをしたいと思います。

Exploration（探求）

＜ステップ１　班ごとに釣る場所を決めよう＞

閉伊川河口域では，7 月下旬から１月頃まで，ワカサギとチカが生息しています。旧白浜丸発着所付近からからタラソテラピー施設「なあど」周辺で釣ることが出来ます。場所によって，チカが多く釣れる場所やワカサギ多く釣れる場所があります。班ごとに釣りをする場所を決めましょう。

＜ステップ２　釣りの仕方をマスターしよう＞

（サビキ針の付け方，テグスの付け方を説明する。）

＜ステップ３　釣ってみよう！＞

釣った魚をバケツに入れるように指示する。

サビキ釣りの際，釣り竿を上手に使って，餌を上下に動かすことの重要性を教える。

＜ステップ４　釣った魚を分類してみよう＞

１時間釣った後本部に持って行く。

班ごとに釣った魚を分類する。チカ，それともワカサギ？

ワカサギとチカの数を数えてみよう。

＜ステップ５　班で話し合い＞

（レポート用紙を用意して各班に配布する）
質問―１　どのようなことに気がつきましたか？
質問―２　どのようなことに疑問を持ちましたか？
質問―３　どのような仮説を立てましたか？

＜ステップ６　班発表＞
班ごとに，上記の内容を発表しましょう。他の班の発表を聞いてどのような事に気がついたり，疑問や仮説を持ちましたか？

Concept Invention(概念の確信)
チカとワカサギは背びれと腹びれの位置が少し異なることで区別することが出来ます。しかし，区別するためには知識が必要ですし，ある程度の慣れが必要です。そのため，多くの釣り人はその違いに気がつくことがなく，閉伊川河口にいるものは全てチカだと思っているのです。また，釣る場所や季節，時間帯によってもチカとワカサギの分布に違いが見られます。

Application(応用)
今までチカのみが分布していると言われていましたが，実際によく調べてみると，チカの他にワカサギも生息していることが明らかになったのです。それは「あれ？　このチカとこのチカは何となく違うぞ！」と気がついたところから始まりました。そうした気づきが，「もしかしたら，このチカはワカサギかもしれない」という仮説を生み出し，新しい発見に繋がっていくのです。
今回は，チカとワカサギを取り上げましたが，閉伊川にはまだまだ分かっていないことがたくさんあるはずです。みなさんで，閉伊川に出かけましょう。そして，五感を使っていろいろなことに気づき，疑問を持って下さい。気づいたり，疑問を持つことは，科学の基本です。きっとあたらしい仮説が生まれ，いろいろな発見が生まれるでしょう。