

# 山口大学教育学部附属光小学校における 持続可能な海洋環境問題に取り組む拠点形成

赤星 冨<sup>\*1</sup>・野村 厚志<sup>\*1, 2</sup>・磯村 知輝<sup>\*3</sup>・北沢 千里<sup>\*4</sup>

Sustainable platform for ocean environmental issues in Hikari elementary school attached to  
Faculty of Education, Yamaguchi University

AKAHOSHI Sae<sup>\*1</sup>, NOMURA Atsushi<sup>\*1, 2</sup>, ISOMURA Tomoki<sup>\*3</sup>, KITAZAWA Chisato<sup>\*4</sup>

(Received August 3, 2020)

キーワード：海洋環境教育、クラブ活動、プログラミング的思考

## はじめに

小学校におけるクラブ活動は、「学年や学級の所属を離れ、主として第4学年以上の同好の児童をもって組織するクラブにおいて、異年齢集団の交流を深め、共通の興味・関心を追求する活動を行うこと」と示されている（文部科学省，2017a）。教師の適切な指導のもと、児童がクラブの活動内容を計画し運営していく過程で、児童が自発的に活動に取り組み、その中で対人関係をも築きながら活動し、最終的に活動成果を個人あるいは集団としてまとめ上げ、発表できる段階にまで到達することが理想的である。しかしながら、児童の学習意欲は、自分自身で課題の解決法を見出せないと、次第に低下していつてしまう。また、児童がクラブ内の活動課題を発展させて自主的に正課外で探究し続ける姿勢はなかなかみられない。

これまで、山口大学教育学部附属光小学校では、隣接する海洋環境を活かしたクラブ活動や学級活動を継続的に行ってきた。海岸の清掃活動や生物調査および生物飼育を通して、児童の海洋環境に対する意識や海洋生物への関心は非常に高まってきた（北沢ら，2020）。近年、プラスチックゴミによる海洋汚染は様々なメディアで頻繁に取り上げられており、令和元年度のクラブ活動では、海洋環境問題を意識した活動を児童が自発的に計画した。本稿では、クラブ活動や学級活動を通して、児童自身が海洋環境問題を科学的に捉え、持続的に取り組むことができる場の拠点形成を目指し、自ら探究し続ける児童の育成法を模索し、理科をはじめとする他の教科への活用についても検討を行った。

## 1. クラブ活動

令和元年度の「サイエンスクラブ」の構成員は、4年生3名、5年生5名および6年生12名の合計20名で、海洋環境に関する内容を中心とした活動を行った（表1）。

### 1-1 活動内容

児童は班単位で、山口県光市にある御手洗湾沿岸の海洋生物を採集し（図1A）、それらの種の同定を行った（図1B）。翌月、児童は海岸に打ちあげられたゴミの回収作業ならびにゴミの分別作業を行った（図1C, D）。これら2回の活動で得られた結果や気づきを基に活動内容を検討し、児童は海洋環境の実情を把握するための実験計画の立案をした。例えば、海岸の砂中に含まれるプラスチックの顕微鏡観察調査（図1E）、地元で水揚げされた魚類の解剖実験による胃内の異物含有物の確認調査など（図1F）。

\*1 山口大学教育学部附属光小学校 \*2 山口大学教育学部情報教育コース \*3 山陽小野田市立小野田中学校  
\*4 山口大学教育学部理科教育選修

表 1 令和元年度におけるサイエンスクラブの実施計画

回	活動内容 (実施状況)
第 1 回	御手洗湾における海洋生物調査 (5月13日)
第 2 回	御手洗湾における海洋ゴミ調査 (6月3日)
第 3 回	(科学実験) (7月8日)
第 4 回	児童の中間発表および学部教員による講義 (9月30日)
第 5 回	クラブ会議 (10月21日)
第 6 回	御手洗湾における海洋生物調査 (11月18日)
第 7 回	(科学実験) (12月9日)
第 8 回	室積産魚類の解剖による生物体内調査 (1月27日)
第 9 回	漁協への訪問および光市近海の海底ゴミの分別 (2月17日)
第 10 回	学習発表会 (新型コロナ感染予防のため休講)



図 1 サイエンスクラブにおける活動

(A) 御手洗湾沿岸での生物採集および観察。(B) 採集した生物。(C) 海岸で発見された外国語が記載されていたゴミ。(D) 生物が付着していたゴミ。(E) 虫眼鏡や顕微鏡を用いて砂中のプラスチックを探している児童。(F) 魚類の解剖。(G) 底曳き網で引きあげられた海底ゴミを観察している児童。



図 2 海洋プラスチックの調査方法

(A) 砂中の微小粒子 (5mm 以下) の選別作業。(B) (A) で選別した微小粒子に含まれるプラスチックの密度の違いによる分別作業。(C) 紫外線照射によるプラスチックの劣化度の調査。(D, E) プランクトンネットによるプラスチック破片の採集。

## 1-2 児童による海洋プラスチックの調査

一連の活動から、児童は海岸のプラスチックゴミに着目していった。特に、砂浜の微小プラスチック含有量や海岸に打ちあがったゴミの種類について関心が高まり、①一定区画内の砂浜に存在するゴミの分類や微小プラスチックの探索 (図 2A, B)、②砂中に含まれる微小プラスチックの顕微鏡観察、③紫外線照射によるプラスチックの劣化度の調査 (図 2C)、④プランクトンネットを用いた海中微小プラスチックの調査 (図 2D, E) などの実験を、班単位で計画し実施した。更に、室積港で回収された海底ゴミの分別を行う機会も得て (図 1G)、海洋汚染の現状を学習した。児童は、これらの実験をクラブ活動内で行うだけでなく、正課内の休み時間を用いて自主的に結果をまとめ、再実験を行っていった。また、実験結果や各自が家庭内で調べた内容をクラブ内で共有するための「サイエンスクラブノート」を1冊作り、交換日記形式により児童間で随時回覧・意見交換を行った (図 3A-C)。その結果、学年を越えた児童間でもクラブ活動の時間以外に容易に意見交換ができるようになった。

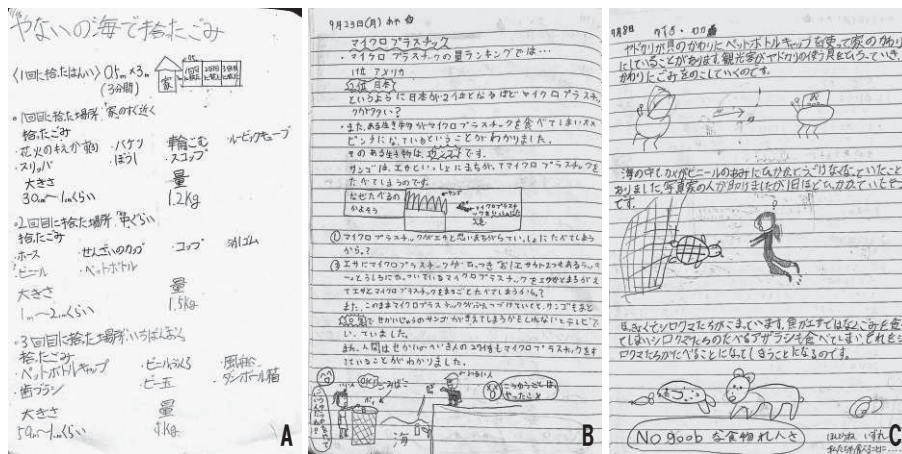


図3 「サイエンスクラブノート」の一部

(A) ある児童が休日に取り組んだ活動内容。(B, C) インターネットの情報や文献をまとめた内容。

## 1-3 海洋環境問題に対する全校児童への意識調査

クラブ活動内で海洋環境問題への意識が高まる一方で、児童は、自身の学級内では海洋環境についてあまり話題とならないことに疑問を感じ、全校児童の海洋環境に対する意識について関心をもちはじめた。そこで、アンケート調査を全校児童 (365名) に実施した (1週間の調査期間、無記名で実施。山口大学「人を対象とする一般的な研究に関する審査委員会」の承認済み)。アンケート調査の内容は、以下のとおりである。①御手洗湾が好きですか? (好き・どちらでもない・嫌い/その理由)、②御手洗湾は綺麗と思いますか? (綺麗・どちらでもない・汚い/その理由)、③ゴミをきちんと捨てていますか? (捨てている・ポイ捨てしたことがある)、④ゴミをできるだけ出さないようにしていますか? (している・少しは気にしている・まったく気にしていない)、⑤海のゴミが世界中の生き物を苦しめていることを知っていますか? (知っている・少しは知っている・まったく知らない)、⑥自分たちの力で海がきれいになると感じますか? (思う・あまり思わない・まったく思わない)。クラブ内では、誰もが身近な御手洗湾には愛着をもっているものと予想していたが、“好き”と回答した児童の各学年別の割合 (2学級の平均値) は第1、2、3、4、5および6学年でそれぞれ約75%、80%、90%、65%、70%および70%であった (全校では約75%) (図4A)。第3学年の愛着度が高かった理由として、従前から教師が意識的に御手洗湾での学習機会を設け、休み時間にも児童と共にゴミ拾い等を行ってきたことから、海に親しんだ機会が他の学年の児童より多かったためと考えられる。このように、自然環境への関心を高めるには、実際の環境に慣れ親しませることが必要であることが示唆された。御手洗湾が好きであると回答した児童の多くは、多くの生き物と触れ合え、自然の素晴らしさを感じられる場であるから、という内容の理由を書いていた。一方で、嫌いである理由として、クラゲなどの危険な生物の存在やゴミがあるから、という児童もいた。次に、御手洗湾を綺麗な湾であると感じている児童の割合は、低学年では約70—75%であったのが、学年が上がるに従いその割合は低下していった (中学年、約30—50%; 高学年、約10—20%) (図4B)。全校児童の多くは、正しくゴミを捨てる習慣はもちろんのこと (図4C)、日常生活から排出されるゴミが海洋生物にも影響を与えることを知っていたが (図4D)、普

段から実際にゴミの廃棄法に配慮している児童は30－40%程度であった(図4E)。海を保全していきたい気持ちはあるものの(図4F)、多くの児童が現実社会で生じている環境汚染と実生活とを結びつけて考えてはいるようである。このアンケート結果から、クラブの児童は、現在の御手洗湾内の自然環境中にゴミが多く存在している状況にあることを再認識するに至った。この海洋ゴミの現状を変えていくことにより、本校児童の誰もがこの湾に愛着を持ってくれるのではないかとのがえが児童に芽生えていった。更に、湾沿岸の環境保全を考えていく中、児童1人1人の普段の行動が環境問題という地球規模の問題につながっていくことに気が付いたようであった。

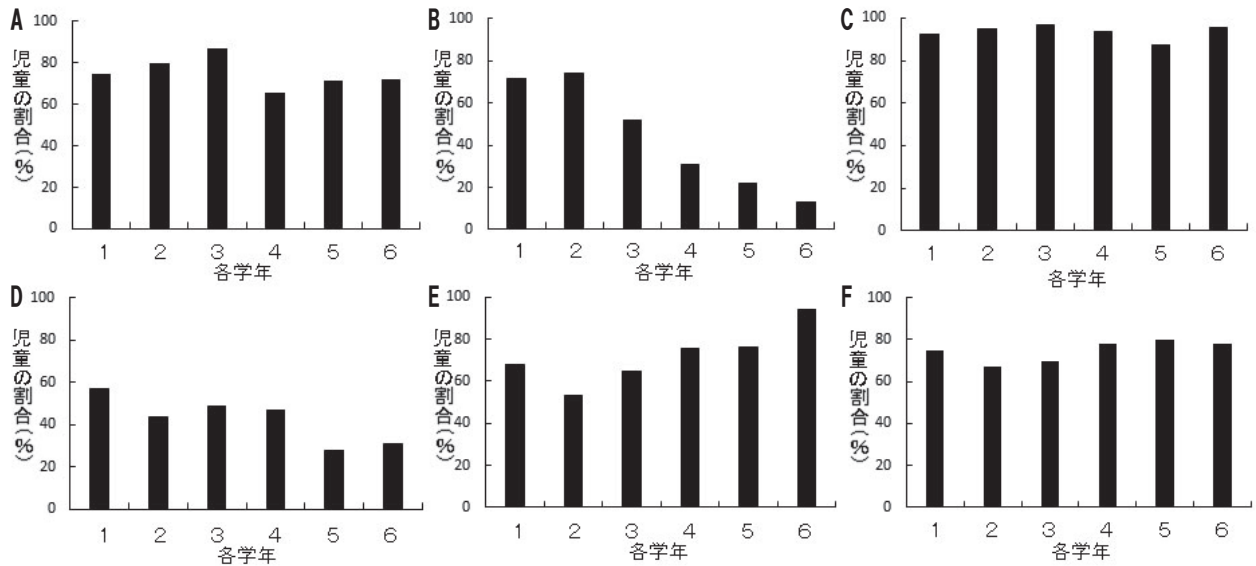


図4 サイエンスクラブから全校児童に向けて実施されたアンケート調査

各質問に対して肯定的な回答を示した児童の割合のグラフ。縦軸は児童の割合(%)を、横軸は各学年をそれぞれ示す。(A) 御手洗湾が好きですか?、(B) 御手洗湾は綺麗だと思いますか?、(C) ゴミをきちんと捨てていますか?、(D) ゴミをできるだけくさいようにしていますか?、(E) 海のゴミが世界中の生き物を苦しめているのを知っていますか?、(F) 自分たちの力で海がきれいになると思いますか?

#### 1-4 学部教員による出前授業

第4回目(令和元年9月)の活動は、これまで行ってきた海洋環境問題を意識した活動の中間報告を本学教育学部の理科教育講座教員(進化発生生物学)を加えて実施した。一部の児童による発表を聴講し、クラブ構成員との意見交換が行われた。期待される結果が得られない場合、思いつきで実験手法を変えてやみくもに実験を行うといった風潮がクラブ全体に浸透していることが判明した。自発的に楽しみながら活動するという「クラブ活動」の目的は達成されていたが、実際の活動を「科学」として捉えて課題を解決するところまでは到達できていなかった。クラブ活動を指導する教師が、児童の発案した活動の中に科学的な側面から課題解決をする必要のある事象が含まれているかを判断し、科学的思考・方法論そしてデータの解析法を児童に正しく指導することができるか否かが、その達成には必要であろう。意見交換後、学部教員による海洋環境の現状や科学的に問題を解決していく方法についての講義と、海産プランクトンの顕微鏡観察の指導が行われた。研究者も「比較」しながら実験しているのを知った児童は、その後のクラブ活動において対照群を検討しながら実験を計画するようになった。また、初めて観察したウニの幼生に、児童らは微細でありながらひとつの生命であることを認識し、ある児童はその泳ぎ方を体で表現しながら理解を深めていた。

教育学部一附属小連携事業として、学部教員は、海洋プランクトンに対するマイクロプラスチックの影響を再調査し、その実験方法を工夫することで小学校において活用できる教材開発を試みた。

児童は、海洋プランクトンがマイクロプラスチックを食べて体内に取り込んでも、最終的にそれを体外に排出することが可能である(Kaposi *et al.*, 2014)ことを、出前授業において既に学習していた。つまり、児童はマイクロプラスチックは微小なプランクトンには何ら影響を及ぼさないと考えていた。出前授業後に得られた再調査の実験結果を児童に教師経由で伝え、児童がこれまでの過程で導き出した考察について、再

度、考え直す必要があるかどうかを考えさせた。なぜなら、再調査の実験結果において、マイクロプラスチックがプランクトンの体に物理化学的な損傷を与えていることが判明したからである。

その後、児童は再び互いに意見交換をはじめ、これまでの考察とは違う考えを導き出していった。更に、これを契機に家庭内でも家族と共に海洋環境の汚染が生き物に与える影響について考え、話し合うようになっていった。児童だけでなくその家族も海洋環境に関するレポートを作成し、クラブ内で共有するまでの連携が構築されていった。

高等教育機関との連携・活用により、児童は最新の科学的情報や実験結果を知ることが可能となり、更に、児童は、「科学」が何に立脚して論じなければならない学問であるかを学んだであろうと推察された。また、学部一附属小連携事業の教育が、今後の児童の学びにどのような効果として現れていくかを追跡していく必要がある。しかしながら、どのような観点からその効果が測定可能であるかは、今後事例を増やしてから検討していく必要がある。

## 2. その他の海洋環境教育活動

### 2-1 親子サイエンス教室

クラブを指導する教師が、本校の海洋環境問題の取り組みの一環として児童の保護者にも本校の隣接する海洋環境がどのような現状であるかを認識してもらい、その後の各家庭における学習に何かしらの波及効果をもたらされることを期待し、親子サイエンス教室を夏季に開催した。教科「理科」の学びを開始した第3学年以上の希望者に対し、御手洗湾沿岸の海洋環境に関する体験授業が実施された。海岸および海中のゴミ回収作業により（図5A）、カキ養殖用の塩ビパイプ、食品包装、劣化した洗濯ばさみ、ペットボトルおよび流木等、様々な種類のゴミが回収された（図5B）。ゴミであると認識して回収した物が、人工物であるか生物由来の物質であるか、更に、人工物の用途が海であるか陸であるかの観点を参加者に与え、ゴミを分別させた（図5C）。その結果、沿岸の浅瀬および浜辺で回収したゴミであるにもかかわらず、我々の日常の家庭生活の中から排出される人工物が圧倒的な数・量を占めていた（図5D）。このことは頭の中で容易に推測が可能である。しかしながら、「理科」の学習は本来、予測・推察したことを観察や実験によって実証あるいは検証することが必要である。今回、海洋環境を題材としてこの検証ステップを子どもと共に保護者が体験した。今後、身の回りの“自然”と日常の“生活”のつながりの中に潜む様々な問題・課題が見出された際に、保護者が躊躇することなく家庭内の「理科」の学習内容に取り入れ、子どもと一緒に科学的に考え、論じ合えるようになることも必要であろう。

参加した保護者は、本校の立地条件を活かした海洋環境教育の実践ならびに派生した体験授業は、本校児童の学習意欲の向上に、また保護者への教育的波及効果をもたらされる取り組みである、との意見をいただいた。本校において持続可能な「海洋環境問題」に取り組む拠点形成の推進には、本校と本学教育学部との連携にとどまることなく、児童の保護者および本校を取り巻く地域との連携を充実させていくことも必要であることが示唆された。

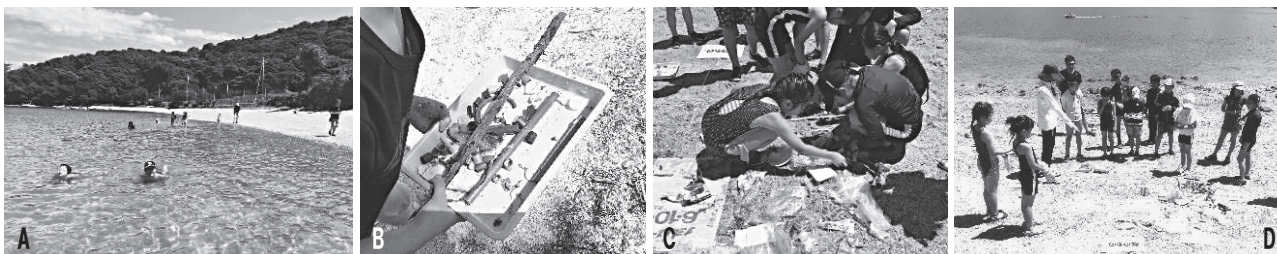


図5 光小学校近辺の御手洗湾沿岸で実施した親子サイエンス教室

(A) 浅瀬で遊泳しながらゴミを回収している児童。(B) 海浜で回収された海洋ゴミ。(C) 回収されたゴミの分別作業。(D) 分別されたゴミの検証。

### 2-2 ホームルームでの「プログラミング的思考」力の育成

第3学年の1学級の児童は、特別活動や総合的な学習の時間および理科の授業の中で、御手洗湾沿岸の一部の海浜域の清掃活動や海洋生物の分布調査を行った。日常的に海洋環境に触れることで、自然と児童の海

洋環境への関心も高まった（図4）。ある時、海岸で発見したニホンクモヒトデの生態に興味をもった2名の児童が、その食性について継続的に調査したいと要望してきた。一般に、理科の実験授業は、教科書に記載されている実験手順に従った受動的な実験となり、それまでに児童が知識として集積した情報により問題が解決されてしまうことがある。本来、実験による問題解決能力を養うステップというものは、問題解決に必要な手順を吟味し、検証しながらステップを踏んでいくことが必要不可欠である。今回、「理科」の学びの原点である“なぜ？・なに？・どうして？”という自発的な問いが、児童から出てきたことは実に興味深いことであった。

そこで、児童の自発的な関心をより発展させ、自身が持った疑問を論理的に解決していくことができるよう、指示の仕方を配慮しながら指導を行った（表2, 図6）。まず、児童が考えた実験方法に対し、条件設定を見直させた。特に、実験結果を比較できる実験系であるか否かを尋ねた。それを基に、児童は自主的に休み時間や夏休みに実験を繰り返したが（図7A-D）、得られた結果から結論を導き出せない状況に直面した。このとき、教師は、児童に対して、プログラミング的思考を意識させながら、実施した実験の各工程や考察を段階ごとにカードに書き出させて視覚化し、並べることで実験過程を図式化させ問題点を見出すよう指示した。その結果、児童は、実験工程や考察が記載されたカードを並べ替えながら実験過程を振り返り、問題点を見出していった（図8A-D）。その後も、適宜教師が解決法を提示することで、児童は自身の関心を更に深めながら、試行錯誤の結果、結論にたどり着いた（児童らによる実験成果と指導方法についての成果は、第16回棘皮動物研究集会で公表済み、図7E）。このような児童の姿はクラス内に波及し、他の児童を刺激していった（図8E）。学習欲求のみの向上にとどまらず、学習意欲を自身で維持できるこのような指導方法は、クラブ活動でも活用できるであろう。

表2 児童に行った教師の声かけ

声かけの種類	声かけの内容
分類1：児童が主体的に調べられるための土台をつくる声かけ	どうしたら調べられると思う？ 調べるためには何が必要と思う？必要なものは揃えるよ。
分類2：問題解決の過程を振り返らせ、流れを俯瞰させるための声かけ	何が問題だったから、困っているの？ このまま進めると、何が良くないと思うの？ この実験をしてわかることは何？
分類3：「プログラミング的思考」力が働いていることを価値づける声かけ	「プログラミング的思考」を使って考えるとよかったことは何？ 「プログラミング的思考」を使って友達に説明してみたら？ 科学的に考えることができているね。

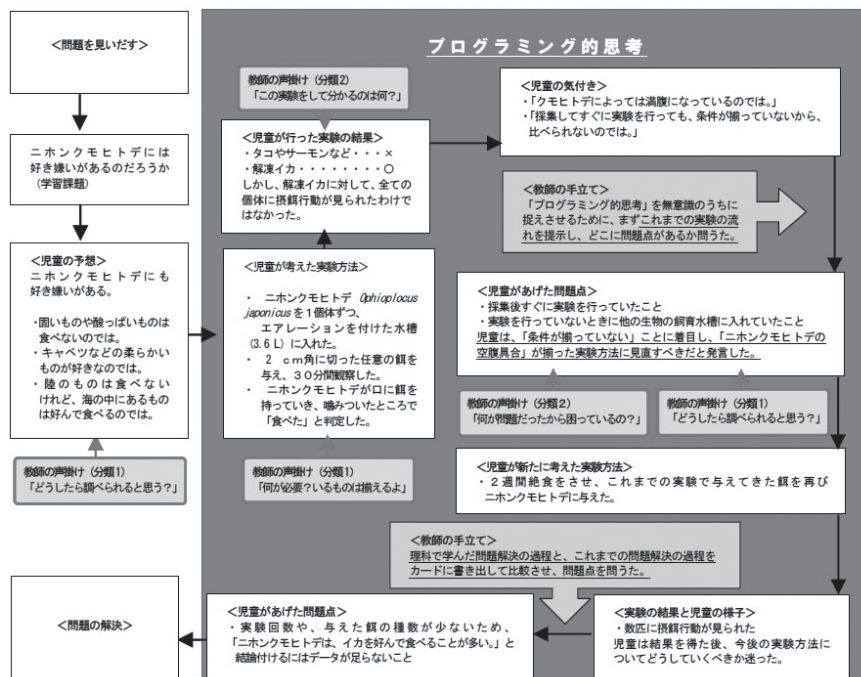


図6 ニホンクモヒトデの食性について調べる児童の実験過程と教師の働きかけの流れ



図7 児童らの自主活動

(A) ニホンクモヒトデの実体顕微鏡観察。(B) 夏休みに行った海洋生物調査。(C) ニホンクモヒトデの摂餌の観察。(D) 教室内でのニホンクモヒトデの飼育。(E) 実験結果を棘皮動物研究集会で発表している児童(右2名)。

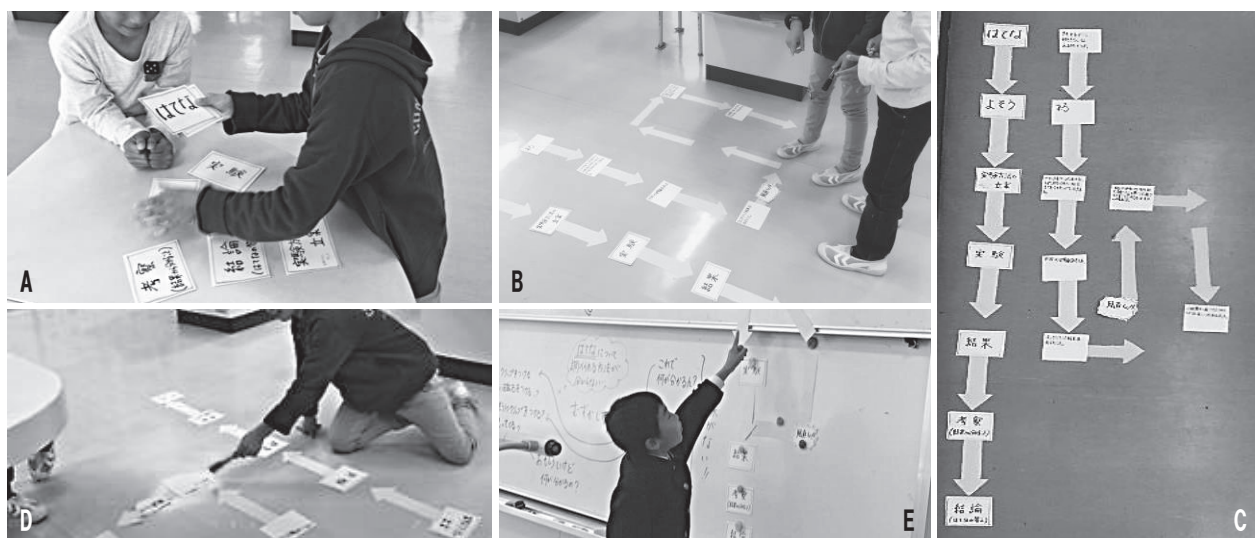


図8 自主活動における問題解決能力の育成とその波及効果

(A) 問題解決手順のおさらい。(B) 児童が実際に行った各実験工程・思考の振り返り。(C) 問題解決の基本的な流れ(左側)と児童が実際に行った問題解決の流れ(右側)。(D) 問題点の検討作業。(E) 自主活動で培ったプログラミング的思考を学級の理科の授業で活用し同級生に授業の内容を説明する児童。

### 2-3 理科以外の教科への反響

海洋環境問題を意識した様々な活動経験を踏まえ、児童は理科以外の他の教科を学習する際、その教科の学習内容に環境問題にリンクするような事象が潜んでいるかを考えていくようになった。第6学年のある学級では、社会科や家庭科の学びの中で、社会的な視点に立った海岸ゴミの存在に疑問をもち、生活の場である地域をどのようにしたらより良くしていくことができるのだろうかと考えていった。それに共感した児童は、地域のボランティア団体と共に海岸の清掃活動に参加するようになった(図9)。有志数名から始まったこの活動は(北沢ら, 2020)、現在クラブ活動へと発展し、より多くの児童による地球環境保全のための活動につながっており、今後、本校における持続可能な取り組みの一つとして推進していく必要があるだろう。なお、本活動は、地域広報誌(室積コミュニティーセンター, 2020)に取り上げられ、附属学校園が児童の教育機関であるにとどまらず、地域住民の方々と一体となった教育拠点であることを示した事例の一つである。



図9 児童と地域ボランティアの方々とが共同で実施した御手洗湾沿岸での海岸清掃作業

## おわりに

中学校・高等学校の「理科」において、自然環境の保全や環境問題についての本格的な内容を学習する。中学校では、「自然環境の保全や科学技術の利用に関する問題などでは、人間が自然と調和しながら持続可能な社会をつくっていくため、身の回りの事象から地球規模の環境までを視野に入れて、科学的な根拠に基づいて賢明な意思決定ができるような態度を身に付ける必要がある」とされている（文部科学省，2017b）。また、高等学校では、「自然環境の保全や科学技術の利用に関する問題などでは、人間が自然と調和しながら持続可能な社会をつくっていくため、身の回りの事象から地球規模の環境までを視野に入れて、科学的な根拠に基づいて多面的に捉え、総合的に判断しようとする態度を養うことが大切である」とされている（文部科学省，2017c）。このような態度を育むためには、初等教育の段階から、論理的に考え、実際に観察・実験を実施することにより調査し、得られた結果を分析していくことのできる素地を訓練していく必要がある。本校の児童は、クラブ活動等をきっかけとして学級内でも継続的に探究していく姿勢を身に付け、教科を越えて海洋環境問題について主体的に捉えることができるようになった。海洋環境に対する啓蒙的な活動は学校内で活発化したが、地球規模の大きな問題を解決していくためには、各児童に科学的に物事を分析していく力を育成していくことがより重要ではないだろうか。これを実践するためには、教師が科学的な思考態度をもって、児童の興味を伸ばしていくことが重要である。高等教育機関との連携等は、児童だけでなく教師の育成に大きな役割を担うといえる。アンケート調査（図4）から、上述のクラブ活動や自主活動を普段から行っていない児童は、自身の日常生活と環境問題とが関連付けている割合が低く、自身の行動が直接地球規模の問題へ結び付いているとの認識が低いことが明らかとなった。「学習者が、環境問題に対して日頃から能動的な意識・行動をとらなければならない、という動機付けになるような授業内容に組み立てる必要がある」（北沢ら，2020）と指摘されている。従って、多くの授業において上記のように実践されればクラブ活動等に未参加の児童においても、日常生活と環境問題の接点を見出すことは可能であろう。また、児童の自主活動を指導する際、問題解決の過程を、カードを用いて可視化させて振り返らせたことで、自身の実験系における問題点を児童自らが見出すことにつながった。「論理的思考力は、子どもが課題を解決する時、どんな思考がはたらいたかを自分で意識した時に育つ。はたらいた思考を自分で意識することにより、別の場面でも意識的にその思考を使おうとすることが可能となる」（野中，2016）とされている。このような問題解決の過程を検討した経験が、様々な場面で意識的に活用できる力へと児童に定着していくことが大いに期待される。今回、海洋環境問題に触れた児童にとって、自然保護・環境保全への意識を維持し高めていく場所が存在したことが重要であったことが明らかとなった。今後、中長期的に本校に隣接する海洋環境を利用した海洋環境教育の実践ならびに地域との連携を本校の教育活動に取り入れ、地元の自然を科学的視点から捉えることのできる教育拠点の基盤を構築していくことが求められるであろう。将来、本校の小中連携を考える上で、教科「理科」の小中接続に本校で取り組みを開始した「海洋環境教育」を中学校に導入していくことも視野に入れ、検討する必要があるのかもしれない。



## 謝辞

アンケート調査に快くご協力くださいました山口大学教育学部附属光小学校のすべての児童ならびに親子サイエンス教室に参加して下さった保護者の皆様に心より感謝と御礼を申し上げます。海底ゴミ回収作業についてご教授いただきました山口県漁業協同組合光支店および清掃活動の手助けをしてくださいました地域ボランティアの方々に御礼申し上げます。また、本論文に対する貴重なご助言をいただきました山口大学理学部の山中 明教授に感謝申し上げます。なお、本プロジェクトは、本学部の令和元年度学部・附属共同プロジェクト経費の助成を受け、実施されました（プロジェクト名：附属光学園における持続可能な海洋環境問題に取り組む拠点形成）。

## 引用文献

- Kaposi, K. L., Mos, B., Kelaher, B. P. and Dworjanyn, S. A. (2014) : Ingestion of microplastic has limited impact on a marine larva. *Environmental Science & Technology*, 48, 3, 1638-1645.
- 北沢千里・山中明・赤星冨 (2020) : 第七章 原点回帰 理科、特に基礎生物教育について日本とアジアを視点に一考する, 『成長するアジアにおける教育と文化交流』, 石井由理・熊井将太編, 104-114, 溪水社.
- 文部科学省 (2017a) : 『小学校学習指導要領』.  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/toku.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/toku.htm) (2020年6月23日最終確認)
- 文部科学省 (2017b) : 『中学校指導要領 (平成29年告示) 解説 理科編』.  
[https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_\\_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018\\_005.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018_005.pdf) (6月26日最終確認)
- 文部科学省 (2017c) : 『高等学校学習指導要領 (平成30年告示) 解説 理科編 理数編』.  
[https://www.mext.go.jp/content/1407073\\_06\\_1\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/content/1407073_06_1_2.pdf) (6月26日最終確認)
- 室積コミュニティーセンター (2020) : 1/15 海岸清掃ボランティア. コミュニティ むろづみ 1, 577, 3.  
<https://www.city.hikari.lg.jp/material/files/group/43/muro577.pdf> (7月9日最終確認)
- 野中太一 (2016) : 『生きてはたらく論理的思考力』, 東洋館出版社.