

“兵庫版” 地学教育研修プログラムの作成

ー県内施設との連携を通して深い学びへー

高校教育研修課	主任指導主事兼班長	荒木 和仁
	指導主事	奥田 健二
企画調査課	指導主事	京極 潤
義務教育研修課	指導主事	遠山八千代
情報教育研修課	主任指導主事	古林 達也

はじめに

平成28年度に行った本研究においては、県内の県立高等学校理科教員を対象として実施した地学分野の指導に関する実態調査の結果から、科目「地学基礎」等を指導する理科教員を対象とした研修を実施する必要性を明らかにし、県内施設等との連携を図りつつ、探究活動に発展できる研修プログラムを提案した（研究紀要第127集）。平成29年度においては、提案した研修プログラムに基づき「専門性を高める地学講座」を北淡震災記念公園で実施し、研修の成果と課題の分析を踏まえ、県内施設と連携した教員自身のフィールドワーク体験の促進と、その体験を通して地学分野の指導に直接生かせる資質・能力を身につけることをねらいとした、教員研修の在り方について提案した（研究紀要第128集）。

3年目となる平成30年度の本研究では、「専門性を高める地学講座」を県立人と自然の博物館で実施するとともに、研修内容を生かした受講者の授業実践の分析を行った。講座と授業実践の分析から県内施設との連携の効果を示すとともに、連携をさらに充実させるための当教育研修所の支援の在り方について検討する。

1 平成28年度研究について

(1) 調査の概要と結果

近畿圏及びその周辺の教育センターに対して地学分野における教員対象研修の実施状況の調査を行ったところ、大阪府教育センター、和歌山県教育センター学びの丘、奈良県立教育研究所、滋賀県総合教育センター、三重県総合教育センターの5機関において、地学分野に特化した研修を実施していた。対して、当教育研修所では地学に特化した研修を、この時点では実施していなかった。

また、兵庫県内の県立高等学校137校を対象に、地学分野の指導に関する実態を調査することを目的として、「授業等の実施状況」、「地学分野の指導の自信度」「指導（授業）を行うに当たって障害となっていること」等の項目において、質問紙によるアンケート調査を実施した。図1・2は103校からの回答結果である。

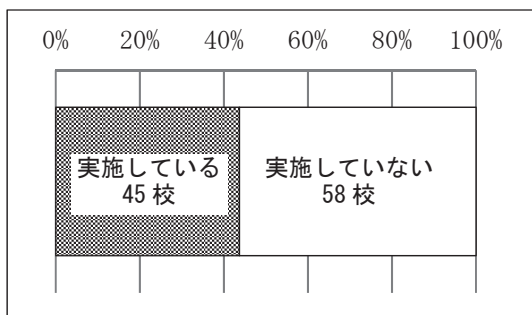


図1 地学分野（科目「科学と人間生活」を除く）の指導実施状況

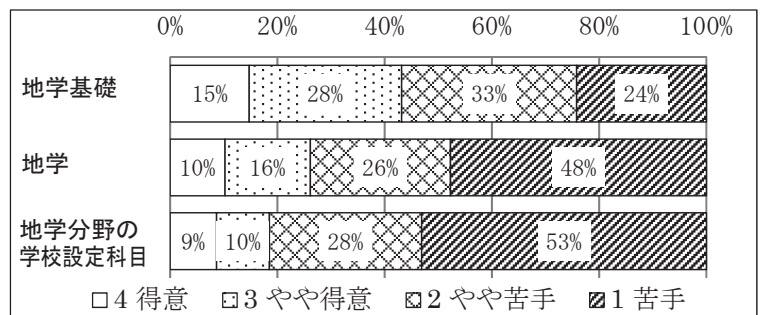


図2 地学分野の指導について

実際に授業を担当する教員においても、地学分野の指導がやや苦手・苦手と回答する教員が多く、特に「科学と人間生活」という基礎的な科目においても、自身の専門が地学でないことが指導の障害となっていると回答する割合が8割を超えた。

(2) 当教育研修所の支援

アンケート調査から、科目「地学基礎」等を指導する教員を対象とした観察・実習や野外活動に関する研修のニーズが高いことがわかったため、県内にある北淡震災記念公園、兵庫県立大学西はりま天文台、兵庫県立人と自然の博物館など、地学分野について学ぶことができる施設や専門家と連携した研修を実施することとした。これらを活用することで、生徒の実感を伴った理解や生徒の探究活動の充実を図るため、外部施設を積極的に活用する視点を教員に与えることができると考えた。

2 平成 29 年度研究について

(1) 平成 29 年度実施「専門性を高める地学講座」(於 北淡震災記念公園) について

平成 28 年度の研究を経て、平成 29 年度に高校理科教員を対象とした、地学分野に特化した講座である「専門性を高める地学講座」を開講した。兵庫県では、防災教育を教育活動の大きな柱に位置づけてきたことから、科目「地学基礎」等の指導に生かせる地震や地震災害分野の指導に関する基本的な知識を習得することや、校外の施設と連携した効果的な授業づくりについて理解することをねらいとして研修講座を実施した。

ア 語りべ 藤本晃 氏による講話

研修講座は北淡震災記念公園で行い、語りべボランティアである藤本晃氏に 60 分の講話を依頼した。藤本氏は、理科や災害対策の専門家ではないが、語りべボランティアを行うために震災について学ばれており、講話の主題は、当時の記録等を中心に作成された「野島断層と阪神・淡路大震災」の資料等をもとにした、今後の地震災害時にとるべき行動についてであった(図 3)。専門的・科学的知識を生かした講話は、非常に印象的で、今後の生徒に身につけさせるべき科学リテラシーとは何かを考える上で、受講者に大きな刺激となった。



図 3 語りべ 藤本氏の講話

次に講話の項目と、その概要を紹介する。

(7) 兵庫県南部地震と野島断層

兵庫県南部地震の震源やマグニチュード、野島断層の分類など、教科書の学習項目と日常生活との関連を図る上で参考になるものであった。

(4) 北淡町の震災記録と、地震直後の支援状況

北淡町では地震発生直後に 300 人が生き埋めになったものの、自治消防団員の活躍で、地震発生から 10 時間後には行方不明者が 0 人となった。これは地域内のつながりが強かったことによる成果であり、地域活動の重要性と、「自助・共助・公助」の考え方を持っておく必要性を感じさせる講話であった。

イ 県立加古川東高等学校 猪股雅美 教諭による講義・演習

午後は、県立加古川東高等学校で地学分野の授業を担当している、猪股雅美教諭を講師として、講義・演習を行った。地学分野の指導に当たっては生徒に実感を伴わせて理解させることが必要であることが示され、演習を取り入れていることや、その演習の具体例についての紹介があった。また、普段の授業で生徒に実施している実習の体験も行った(図 4)。この実習を通して、教科書等で得た知識を活用することで理解を深めていくことができることを受講者は実感し、その後の協議を通して、実習を授業に積極的に取り入れていくことの重要性を互いに確認し合うことができた。



図 4 震源を特定する実習

(2) 講座の成果と課題について

ア 成果

平成 29 年度は、科目「地学基礎」において防災の分野となる、阪神・淡路大震災に関する県内の施設との連携を図った研修であった。防災とは命を大切にすることであり、そのために必要な地学教育の重要性と必要性を受講者全員で確認した。さらに、生徒が地学で学んだことを実生活に生かすためには、教科書に記載された知識を深める実習等が不可欠であり、そのためにも教員自身が地学分野の知識を広げ、深化させるとともに、実習指導を含めた教科指導力を高めることが必要であると感じとらせることができた。

イ 課題

この研修では、施設見学した内容をもとに科目「地学基礎」の授業プランを班で作成する予定であった。しかし、「地学基礎」の指導経験がない受講者が半数であり、指導場面の想像が難しい状態であると判断したことと、猪股教諭に

よる実習を参考にして、まずは、授業に生かせる内容を実感させ、生徒の興味・関心を引き出す授業展開を学ぶことが重要と考え、授業プランの作成を実施しなかった。また、1つの施設での実習を、授業づくりという汎用的な力の育成につなげることも難しいと感じられた。これらが要因となって、本講座後の受講者による評価は、表1のとおり②の項目の評価が低くなったと考える。ただ、研修全体の満足度は高く、今後の指導のヒントとなる情報が得られたという意見もあり、平成 30 年度はねらいの見直しを図り、教員の地学分野の知識・理解を広げ深めるとともに、これらの知見を授業に生かす視点を学んでもらえるような講座の内容を検討することとした。

表1 平成 29 年度「専門性を高める地学講座」受講者評価

内容	評価の平均
①科目「地学基礎」等の指導に生かせる地震や地震災害分野の指導に関する基本的な知識が習得できた。	3.8
②校外の施設と連携した効果的な授業づくりについて理解できた。	3.3
全体を通してこの研修に満足できた。	3.9

評価は4(よくあてはまる)～1(あてはまらない)の4段階による

3 平成 30 年度実施「専門性を高める地学講座」(於 県立人と自然の博物館)について

本講座開講2年目となる平成 30 年度には、研修で扱う単位と会場を変え「専門性を高める地学講座一校外施設の効果的な活用一」を実施した。会場を県立施設として、所属の研究員や専門員に講師をお願いすることで、講座のねらいに沿った内容となるよう密に連絡を取り合えるようにするとともに、講義を通して校外施設における展示品等だけではなく、所属する専門家を活用する視点を持つべきことを、受講者により強調できるようにした。

(1) 講座の概要について

講座名	専門性を高める地学講座 一校外施設の効果的な活用一
ねらい	①科目「地学基礎」等の指導に生かせる観察・実験、実習に関する基本的な知識を習得する。 ②校外の施設を活用した教材研究の在り方について理解する。
対象	高等学校及び特別支援学校の教職員 受講者は高等学校教職員が12名、特別支援学校教職員が1名の合計13名であった。
期間	平成30年9月26日(水)
会場	県立人と自然の博物館(三田市)
概要	講義・実習 校外の施設を活用した地学分野の指導の在り方について ※研究員 生野賢司氏による、県立人と自然の博物館の一般セミナー「古生物を題材とした探究活動のヒント」を基にして実施

概要	演習・協議 地質分野の指導に生かせる観察・実験、実習について ※主任専門員 竹中敏浩氏による講義とともに、施設見学と関係施設の活用方法についての協議を実施
----	---

(2) 講座の内容等

ア 研究員 生野賢司 氏による講義・実習

午前の研修で講師をしていただいた県立人と自然の博物館研究員 生野賢司 氏は古生物学・地質学が専門である。講義では、アンモナイトの出現と絶滅の時期や分類学的位置、古生態といった基礎的な知識に基づき、アンモナイトの教材としての利点について解説があった（図5）。中学校理科や高等学校「地学基礎」、「生物」において、地質時代を区分する基準となる示準化石（標準化石）についての扱いがある。その中で、アンモナイトは示準化石となる①進化速度が速い、②分布域が広い、③化石が産出しやすい、④容易に識別できるといった条件に加え、硬い殻があるので化石として残りやすく、また大きさが手ごろで丈夫なため授業で生徒が扱いやすい、といった利点も兼ね備えていることを確認し、実際に博物館にあるアンモナイトの化石を手に取りながら、形態の特徴と生態との関係などを詳細に学ぶことができた。これらの分野を授業で取り扱う際の探究活動として、地質時代の区分についての理解を深めると同時に、アンモナイトの化石の実物を観察させ、殻の大きさ、形や巻き方の違いを数量化して比較したり、進化の過程や生態について考察させたりといった例が紹介された。



図5 生野賢司 氏による講義

また実習では、アンモナイトの化石の同定を通して種による特徴の違いを把握し（図6）、化石の産出データの読取（図7）を行うと共に、化石レプリカ作成の手法について学び、受講者全員がレプリカを作成した（図8）。アンモナイトの化石は貸出が可能であり、生徒全員がレプリカを作成することで、その後の探究活動の観察が容易になる。既製の石膏製雌型を用いれば、レプリカは100円ショップでも入手できる熱可塑性エラストマーを用いて、簡単かつ短時間で作成を行うことができたので、是非生徒にも実習をさせてみたいと感じた受講者が多かった。

この講義・実習を通して、専門家ならではの知識の奥深さに感銘を受け、教師として幅広い知識を持つおくことの重要性を感じるとともに、この單元における実習や探究活動の進め方についてイメージを持つことができた受講者が多数おり、有意義な講義・実習となった。



図6 アンモナイトの同定



図7 化石産出データの読取



図8 化石レプリカ作成

イ 専門員 竹中敏浩 氏による講義・協議

午後は、県立人と自然の博物館の社会教育推進専門員 竹中敏浩氏より講義・協議いただいた（図9）。竹中氏は、高等学校理科の地学分野で採用された兵庫県高等学校の元教員である。以降40年に渡って、兵庫県では高等学校理科の地学分野での採用がないこともあり、その指導実績について学ぶことは貴重な経験となる。特に阪神



図9 竹中敏浩 氏による講義

淡路大震災を経験した後の授業や活動の取組については、火山活動と地震の単元との関わりだけでなく防災教育へのつながりを、再認識させるものであった。更に、生徒・教員が利用できる、県立人と自然の博物館の一般セミナーや教職員対象のセミナー、授業に活用できる展示等が紹介され、県立人と自然の博物館を活用した授業実践例と、これまでの教員経験に基づいた博物館活用による授業改善について学ぶことができた。講義後は、博物館の展示物を竹中氏の案内等で見学し（図 10）、様々な実物や資料を保存する学術的価値について学んだ。

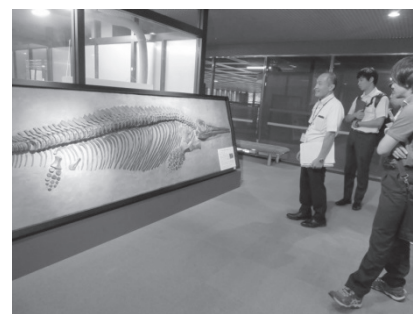


図 10 博物館内見学

続く研究協議で、見学した施設の展示物やセミナー、収蔵品等を生かして、科目「地学基礎」の古生物の変遷と地球環境の単元における授業改善の方法についてグループで協議し、全体発表を行った。博物館との連携を図る授業について具体的な指導計画を立てたり、講義で教わったアンモナイトの化石を使った古環境の推定の探究活動をヒントに、博物館で見ることができるカエルの化石を活用した探究活動を取り入れる可能性について言及したりするグループがあった。

(3) 受講者評価

表 2 は、平成 30 年度に実施した研修講座の受講者評価である。平成 29 年度の反省から、②の内容を「効果的な授業づくり」から「教材研究の在り方」へと変更し、自身の理科教員としての専門性を高めるために持つべき新たな視点を得られるように講座の内容を組み立てたこともあり、受講者に概ね満足してもらうことができた。

表 2 平成 30 年度「専門性を高める地学講座」受講者評価

内容	評価の平均
①科目「地学基礎」等の指導に生かせる観察・実験、実習に関する基本的な知識を習得できた。	3.8
②校外の施設と連携した教材研究の在り方について理解できた。	3.7
全体を通してこの研修に満足できた。	3.8

評価は 4 (よくあてはまる)～1 (あてはまらない)の 4 段階による

また受講者評価の記述からは、専門家の話を聞くことで教科書や専門書から得られる情報だけではなく、また違ったものが得られることがわかり、貴重な体験であったとの感想もあった。生徒に専門家の話を直接聞く機会を与えるためにも博学連携を図るという視点は大切であり、今後の授業や探究活動の指導に生かしていく必要性を感じ取った受講者も多かった。

4 講座の内容を生かした授業実践について

研修講座「専門性を高める地学講座」は、校外の施設を活用した教材研究の在り方をねらいのひとつにしている。講座の成果を把握するため、平成 29・30 年度ともに受講した県立阪神昆陽高等学校 香川知慶 教諭が実施した授業実践の参観を行った。今回の授業実践は、平成 30 年度の講座で自身が実習した内容をもとに組み立てられたものであった。

(1) 講座内容との関連と授業のねらい

香川教諭は、自校の生徒の実態や研修講座で学んだ内容を踏まえ、手に取って触れられる模型の製作や絵などを用いた視覚的支援によって、生徒のより一層の理解につながると考えた。地球環境と生物界の変遷について授業で扱う上で、古生物と現在の生物の姿を比較することは、地球環境の変遷を理解することにつながる。ただし、教科書等のイラストを見るだけでは、自校の生徒がその姿をイメージするには不十分と判断し、化石の実物に触れ化石レプリカを製作する実習を授業実践として実施した。この実習を実施することで、生徒の興味や関心を引き出すことができ、また、レプリカを用いて授業を行うことで、生物の変遷について生徒が想像しやすくなると考えた。

次に香川教諭の指導プランから、授業の概要と平成30年度に実施した講座との関連について記載する。

授業日時	平成30年11月13日(火)7限
科目・単元	地学基礎・古生物の変遷と地球環境
本時の位置	古生代の生物についての基礎的な知識を学んだ後、前時において各生徒が古生物の雌型レプリカの製作を行った。本時は、各自の雌型レプリカから雄型レプリカを製作する。次時以降に製作した化石レプリカの製作を活用し、古生物の形態について詳しく観察し、生態やその時代の環境について考察する。
本時の目標	石膏で三葉虫の雄型レプリカを製作し、地球環境の変遷について関心を持つ。
授業内容 ※は講座との 関連	1 実習（雄型レプリカ製作）手順の説明 各自で前時に製作した雌型レプリカの水分を取り、電子天秤とメスシリンダーを用いて必要な石膏と水を測り取って混ぜ合わせ、雌型レプリカに入れて静置し、雄型レプリカを製作する手順と具体的な操作方法を、説明・演示する。 ※ 化石からいったん雌型レプリカを製作し、それをもとに雄型レプリカを製作する手順については、講座で紹介したものである。講座では石膏製の雌型レプリカから、熱可塑性エラストマーを用いて雄型レプリカを製作する実習を行った。ただし、石膏製の雌型レプリカを製作することは、生徒の実習としては難しいことから、香川教諭は講座後に数回、県立人と自然の博物館を訪問して実習方法等について指導を受け、自校の生徒にとって適切な雌型・雄型レプリカ製作の材料や実習手順について、検討を行っている。 2 雄型レプリカ製作 前時に製作した、各自の三葉虫・アンモナイト・サメの歯の雌型レプリカをもとに、雄型レプリカを製作する。型から石膏を抜き取る際に失敗して割ってしまうこともあるので、生徒の状況に応じて、ときには前時に行った雌型レプリカから再製作させるなどの指示をする。 ※ 雌型化石レプリカを製作する際の、元の三葉虫・アンモナイト・サメの歯の化石は、香川教諭が県立人と自然の博物館から直接借り受けたものである。県立人と自然の博物館が、化石等の貸出を行っていることは講座で紹介を行った。 3 後処理、片付け等 作成した雄型レプリカを濾紙の上に置いて乾燥させる。また、使用した容器等の後片付けをさせる。

(2) 授業実践の内容分析

生徒の様子を観察すると、三葉虫やアンモナイトの化石レプリカを製作することで、ただ教科書の写真を見るだけでは注目しないような、各生物の目の位置や節があるなどの体の細かな特徴を把握できていたように見受けられた。また、柔らかい雌型レプリカから、もろい石膏製の雄型レプリカをうまく取り出すために、生物の体の特徴を捉えながら作業をしていた。全体として、化石レプリカづくりの実習に生徒達が意欲的に取り組み、実習の手法の疑問点や工夫についても、生徒どうしで活発に意見交換をするなど、主体的に学ぶ姿が見られた。

これらは三葉虫やアンモナイトの化石の実物を用いて、実習を行ったことによる効果である。化石を最初に授業に持ち込んだ際、化石を手にとって観察し、「これ本物？」と目を輝かせ、スマートフォンで写真撮影していた生徒も見られたことから、本物の化石を用いて実習を行うことで、生徒の興味関心を高めることができたといえる。また、その本物の化石を県立人と自然の博物館から数多く借り受け、生徒

にそれぞれ気に入った化石を選ばせて、その雄型レプリカを製作させたことも、より古生物の形態を理解するための効果につながった要因である。前時で製作した雌型レプリカでは、生物の特徴の詳細は読み取りづらい。また、講座で行ったような既製の雌型レプリカから雄型レプリカを製作するだけでは、生徒にとってできあがりの状態が想像しづらい。講座で扱った実習とは手順や材料を変えて、アルジネート印象材（歯科医で歯形を取るときに用いられる素材）で雌型レプリカをいったん製作し（図11）、それをもとに石膏製の雄型レプリカを製作し効果を高めたことは、香川教諭の教材研究の成果である。



図 11 アルジネート印象材で作成したアンモナイトの雌型レプリカ

また、香川教諭から聞き取りを行ったところ、実習を授業に取り入れることは自身の力量からハードルが高いと考えていたが、研修で自分自身が実習を体験したことで、積極的に指導に取り入れてみようという気になったとのことである。地学基礎の授業は前年度までも担当しており、図録やデジタル教材等を利用して実物を想像しやすいようにする工夫を日頃から取り入れているものの、この単元は座学の授業のみですませていたが、実際に実習を取り入れると実物に実際に触れる必要性等が再確認できたという感想であった。また、博物館の専門員に授業に関するアドバイスを受けることができたため、実習のポイントを理解して実習指導を行うことができたことも、講座を受講した成果であった。

とはいえ、生徒の中にはレプリカ製作を失敗したくないばかりに必要以上に教員が伝えたレプリカ製作の手順のみを追い、実習が単なる作業で終わった者もいたのではないかと香川教諭の反省があった。実習を通して生徒自身に興味や疑問を抱かせ、深い学びにつなげていくしかけや工夫を行うため、教員の力量を上げていく必要性があり、そのためには多くの先生方が実践した授業の事例収集が必要であると感じていた。

5 県内施設との連携の効果と必要性について

2回の研修講座を通して、主に「地学基礎」の指導に当たって、教科書の内容を指導するだけでなく、そこに身近な地域教材との関連を図る視点を持つことや、習得した知識を活用し学びを深めるような実習を行うこと、実習を通して様々な気付きを生徒に与える重要性を伝えてきた。その結果、受講者からは教員からだけではなく、専門家等から生徒に直接話を伝える機会を持つことも大切であるという感想が見られた。従って、教員は外部施設等と連携して、専門家等と生徒をつなぐ役割を担っていることを自覚させることができたと考えている。また、香川教諭の授業準備の様子から、実際に実習を体験することで授業に取り入れるハードルが下がることや実習を取り入れる効果を知ることができるとともに、自身が専門家等と接することで授業力向上のための努力の幅が広がることが明らかになった。

博学連携については、高等学校学習指導要領解説理科編(平成 30 年 7 月)では「生徒の実感を伴った理解を図るために、それぞれの地域にある大学や研究機関、博物館、科学館、植物園、動物園、水族館などの施設を活用することが考えられる。」などと記載され、現行の学習指導要領についても同様の記載がある。しかし、その必要性については、講座を受講して初めて理解したとの声があるのが現状である。平成 30 年度に実施した研修講座では、県立人と自然の博物館という、理科教員にとっては特に身近である施設を訪れたが、研修で展示品を見学して改めて、「教員も知らないような情報や知識が身近にあることを知ることができた。教科書の記述内容だけでなく、その周辺の知識や他との関連を学ぶことの重要性を感じた。」との感想があった。それは施設の見学の際に、理科教員同士でグループをつくり「授業に生かすため」等の視点を与えたり、専門家の案内をつけたというしかけを行っていたことの効果であると考えられる。今後は地学分野の指導に限らず、理科教員の教材研究の充実を目指して、理科教員自身にまず深い学びをさせることを目的に、県内の各施設と教員との連携を図る取組が必要である。

6 県内施設との連携を充実させるために

平成 30 年度の研修講座の会場は県立の施設ということもあり、研修内容について当教育研修所と連絡を取り合って組み立てることができた。県立人と自然の博物館としても教育施設としての役割を果たすため、どのようなサービスができるかを模索する姿がうかがえ、博学連携を行うために教員側から博物館に期待することについても協議を行って欲しいとの依頼があった。その協議からは、研究員の積極的な出前講義や地学分野に関する観察、実験の手法の教授、収蔵品の貸出情報の発信、古環境や地殻変動などのVR動画の作成といった教員からの希望が挙げられ、博物館側にフィードバックをすることができたと考えている。今後に向けて博学連携を充実させていくためには、教員側が何を専門施設等に期待しているのかを伝える必要があり、そのためには研修講座等を通して、当教育研修所が専門施設と教員とのつながりをつくり、お互いの要望やできることできないことを伝え合う関係をつくることが大切であると考えている。

7 おわりに

本研究は3年間にわたって行い、地学分野を専門としない高等学校理科教員を対象に、地学分野の指導の幅を広げ深めることを目的に進めてきた。研究の2年目にあたる研修講座では、まずは理科教員に観察・実験、実習の機会を授業に取り入れてもらう視点で実習体験を中心とした研修を実施したが、研究の3年目にあたる研修講座では、授業に即座に生かせる実習体験に加えて、より広く理科教員が自身の今後の授業力向上のために、積極的に校外施設の展示品や専門家等を活用する視点を強調することとした。このように研究を進めてきて、改めて博学連携について理科教員に伝える必要性などが見えてきた。本研究については平成30年度で終了となるが、同内容の研修講座を平成31年度においては兵庫県立大学西はりま天文台にて実施する予定である。当初予定のとおり数年間をかけて県内の各施設を巡り、理科教員に外部施設を活用し授業を行う視点を養っていきたい。

最後に、本研究や研修講座の趣旨を理解し、会場の提供や講師等でお世話になった各施設等の皆様に心より謝意を表す。