

観察，実験講座「科学への誘い」の検証

—「探究的な活動」と「主体的・対話的で深い学び」を取り入れた科学技術人材の育成—

学校経営支援課 平田 義明 秋山 治彦 谷 啓二
元山 茂樹 森 誠一
教職員研修課 住友 咲子

要 旨

「とくしま科学技術アカデミー」事業における理科の観察，実験講座「科学への誘い」において、「探究的な活動」と「主体的・対話的で深い学び」を取り入れ，本センターが保有する理科関係設備を活用した結果，参加した生徒の興味・関心，意欲を高めることができた。ただし，科学技術人材の育成という点においては，事後調査の結果からは直接的な成果がみられず，今後に向けた課題を残した。一方で，本講座実施を通して得られた知見は，今後の本センター理科関係事業に生かすことができると考えられる。

キーワード：とくしま科学技術アカデミー，「理科の観察，実験講座」，探究的な活動，
主体的・対話的で深い学び，科学技術人材の育成，教育センター理科関係事業

I はじめに

平成26年10月，「徳島県科学技術憲章」の制定に伴い，「とくしま科学技術アカデミー」が設立された。本センターはその一翼を担い，小中学生対象の出前講座「わくわく理科実験教室」，中高生対象の観察，実験講座「科学への誘い」の2つの事業を実施している。本稿で述べる「科学への誘い」は，「わくわく理科実験教室」が，理科好きの子どもを増やすなど裾野の拡大に重点を置いたものであるのに対して，未来の科学技術人材を育成するものとして位置付けられている。具体的には，生徒が理系分野への進路選択をすることや，科学の甲子園ジュニア，科学の甲子園や科学オリンピックなどの大会にチャレンジすることを目標としており，その名称のとおり，生徒を未来の科学技術人材へと「誘う」ことをねらったものとなっている。

本研究では，まず，本県の科学技術振興施策の中で，「科学への誘い」が開講に至った背景について明らかにする。さらに，「探究的な活動」と「主体的・対話的で深い学び」を取り入れた観察，実験講座としての本講座の内容等に触れつつ，そのねらいを明らかにした上で，本講座が科学技術人材の育成に関して，そのねらいをどの程度達成したのかを検証する。また，本センターが実施する理科関係事業の在り方についても考察を行うものとする。

II 研究の仮説

中学校・高等学校の生徒を対象とした理科の観察，実験講座において，日常生活や社会との関連を重視した内容を扱い，本センターが保有する理科関係設備を活用した体験的活動を行うとともに，「探究的な活動」と「主体的・対話的で深い学び」による授業改善の考え方を取り入れることで，参加した生徒の科学技術に対する興味・関心や意欲，意義・有用感を高めることができ，未来の科学技術人材の育成にも寄与することができるであろう。

Ⅲ 研究の実際

1 「とくしま科学技術アカデミー」について

(1) 「徳島県科学技術憲章」の制定

平成26年10月7日、「徳島県科学技術憲章」が制定された。この憲章は、同年3月に設置された「科学技術県民会議」により検討が重ねられたものであり、科学技術を本県の強みとして捉え、今後より一層の振興を図ることをねらいとしたものである。本憲章では、本県科学技術振興において「人材の育成」を重要なものと捉えており、「基本理念」には、「未来を切り拓く役割を担う『次代の科学技術者』の育成に取り組むこと」が明記され、「教育・研究機関」の役割として、「子どもたちの理系への興味・関心を高める機会や環境の確保」、「創造性に溢れ、世界に羽ばたく科学技術分野の人材の育成」が挙げられている。

(2) 「とくしま科学技術アカデミー」の設立

「科学技術県民会議」には、下部組織として、実務担当者を中心とした「専門部会」が設置され、本憲章制定後の具体的な取組について検討を行うこととなっている。この専門部会の1つ「未来創造部会」において、「徳島県科学技術振興アクションプラン」の具体的な取組項目として、「総合教育センターにおける科学に関する学習機会の提供」と「大学生・大学院生が、小・中学生、高校生に科学技術の魅力を伝え、未来の科学技術人材を育成するための機会を積極的に提供」することが明記され、成果目標として「大学生による科学技術指導講座『科学技術アカデミー』の開講」と「小中学生を対象とした『科学技術に関する体験型講座』の開設」が挙げられた。このアクションプランを根拠として、県立総合大学校が運営主体である「まなびーあ徳島」の一部として、平成28年に「とくしま科学技術アカデミー」が設立され、6月5日に、あすたむらんど徳島において、「とくしま科学技術アカデミー開講記念イベント」が行われた(図1)。



図1 開講記念イベントの様子

(3) 「とくしま科学技術アカデミー」に係る本センターの取組

本センターでは、これまでも、幼稚園児・小学校児童等を対象に「星空探偵団観測会」、「まなびの丘フェスティバル」や「ファミリー体験推進プロジェクト」、遠足への対応等、科学に対する興味・関心を高める取組を行い、中高生対象に「科学の甲子園」及び「科学の甲子園ジュニア」の県大会や、国際科学オリンピック予選に向けた講習会等の開催・運営等、科学技術に対して高い意欲と強い興味・関心をもつ生徒の更なる研鑽の場を提供する取組を行ってきた。また、平成27年度からは、本センターの充実した理科関係設備を有効活用するための取組として、中高生対象の「科学への誘い」を実施していた。

「徳島県科学技術憲章」の制定及び「とくしま科学技術アカデミー」の設立を機に、本センターにおいては、これまでの取組を一層強化し、本県科学技術の振興に寄与することが求められるようになった。そこで、これまで本センターで行ってきた、幼稚園児・小学校児童等を対象とした取組と、中高生を対象とした取組の間をつなぎ、切れ目のない人材育成プログラムを提供するという方針のもと、新たな講座を企画することとなった。新たな講座として、小中学

生対象には、退職教員を徳島県理科専門員として委嘱し、県内小中学校に派遣して出前授業を行う「わくわく理科実験教室」を、中高生対象には、「科学への誘い」に、大学生とともにより専門的な内容について学ぶ「科学への誘いAdvanced」を加え、実施することとなった。なお、本稿では、「科学への誘いAdvanced」を除く「科学への誘い」について述べるものとする。

2 「科学への誘い」開講に至る背景と内容の改善

(1) 学ぶことの意義・有用性に対する認識について

「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」（以下、中教審答申とする）では、「子どもたちの現状と課題」の中で、「学ぶことの楽しさや意義が実感できているかどうか、自分の判断や行動がよりよい社会づくりにつながるという意識を持てているかどうかという点では、肯定的な回答が国際的に見て相対的に低いことなども指摘されている。」と述べられている。理科についても、「理科を学ぶことに対する関心・意欲や意義・有用性に対する認識については改善が見られる一方で、諸外国と比べると肯定的な回答の割合が低い状況にある」と述べられている。本センターの理科関係事業においても、このような課題への対応が必要とされていた。

(2) 「探究的な活動」について

高等学校新学習指導要領では、新たに「理数探究基礎」及び「理数探究」が新設された。スーパーサイエンスハイスクールにおける課題研究等の成果を踏まえ、理数教育での「探究的な活動」の重視を具現化する科目ともいえる。「科学への誘い」が企画されていた当時も、「教育課程企画特別部会論点整理」で示されたように、このような方向性が明らかとなっていた。本センター理科関係事業においても、単に観察、実験を体験させるだけでなく、科学的に探究するプロセスにより課題を解決する「探究的な活動」を取り入れることが検討されていた。

(3) 総合教育センター理科関係設備の活用について

現在の科学技術研究では、科学機器の利用が必須である。将来、研究者を志す生徒がこれらに触れることは、将来への意欲の向上に効果的であると考えられる。本センターは、大型天体望遠鏡や電子顕微鏡、化学分析装置等の充実した理科関係設備を保有しており、これらの有効活用を図り、県内理科教育の振興及び科学技術人材の育成に寄与することが望まれていた。

(4) 「科学への誘い」の企画方針

上記のような経緯を踏まえ、「科学への誘い」を企画するにあたり、以下の5点の方針に基づき講座内容を検討することとした。表1にこの方針を示す。

表1 「科学への誘い」の企画方針

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">① 日常生活や社会との関連を重視し、科学技術の有用感を高める。② 観察、実験等の体験的活動を通じて、科学の面白さを実感できるようにする。③ 科学的に探究するプロセスにより課題を解決する「探究的な活動」を行う。④ センターの大型天体望遠鏡や電子顕微鏡、化学分析装置等の理科関係設備を活用する。⑤ 上記①～④を通して科学技術人材を育成する。 |
|--|

(5) 「主体的・対話的で深い学び」を取り入れた内容の改善

新学習指導要領では「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善が求められ、取

組方法についても具体的な指針が示されている。「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善では、学習過程を重視し、知識及び技能を学習過程を通じて学ぶようにすることが重要とされている。これは、授業での学習を、ともすれば知識及び技能をインプットするものとして捉えがちであった部分を改め、思考の結果などをアウトプットすることにより学習をすすめながら、資質・能力を育むものへと変革することを目指すものである。このような学習過程をどのようにデザインするかということは、授業改善の中心的課題となっている。

学習過程をデザインする際には、「見方・考え方」を働かせるようにすることが重要である。「理科の見方・考え方」については、「考え方」は、「比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること」とされ、「見方（様々な事象等を捉える各教科等ならではの視点）」は、各領域（分野）ごとに表2のように示されている。

また、学習過程の中には、「対話的な学び」を設定することも重要である。他者との対話や自らの考えを表現する活動により、自己の考えを広げ深める効果が期待できる。

「科学への誘い」において、講座全体の内容はもちろん、特に、「探究的な活動」において、このような点を踏まえた学習過程としてデザインすることとし、内容の改善を進めた。

表2 領域ごとの理科の見方

領域	分野	見方
エネルギー	物理	量的・関係的
粒子	化学	質的・実体的
生命	生物	共通性・多様性
地球	地学	時間的・空間的

3 各分野の講座内容

(1) 物理分野「光の性質を体験してみよう！」

① 講座の概要

生活の中で身近な「光」をテーマとして、プリズムによる分光、吸水性ポリマーやポリ袋で起こる屈折・全反射等、様々な光の現象について観察、実験を行った。身近な現象を科学的に見ていくことを通じて、驚きや感動を体験してもらうことが主なねらいである。また、簡易分光器の製作とそれを用いた観測を行い、機器による観測を身近に感じられる活動も組み込んだ。なお、物理分野については、徳島大学理工学部 久田旭彦 氏に講師として企画及び当日の指導を依頼し、平成29年度より開講した。

② 観察、実験

- ア プリズムによる分光，レーザー光による反射の観察
- イ 簡易分光器の製作と様々な光源のスペクトルの観察
- ウ 吸水性ポリマーによる屈折の観察
- エ チャック付きポリ袋を用いた全反射の観察
- オ 偏光板による偏光の観察

③ 探究的な活動

上記ウとエのそれぞれにおいて、光がどのような経路で進むのかについて、作図して考察する活動を行った。ウについては、容器内の食塩水の濃度を変え、光が進む経路との関係を考察した。光は身近な物理現象であり、実験を通して規則性を見いだすことができる。「理科の見方」との関連では、反射・屈折といった現象の観察で、「関係的」な視点により考察する活動が行いやすく、また作図によって思考を可視化することも容易である。

④ 講座のようす

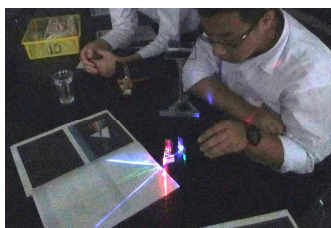


図2 分光の観察



図3 簡易分光器の製作



図4 全反射の観察

(2) 化学分野「青のりに含まれる鉄分を調査してみよう！」

① 講座の概要

吉野川河口で養殖されている徳島県の特産物である「すじ青のり」に含まれる鉄分の量を調査した。市販されているすじ青のりから、粉体処理、灰化处理、抽出・ろ過により鉄分を取り出し、試薬による発色、分光光度計による測定を行った。「化学的に物質を探究する体験」を通じ、その面白さを実感してもらうことをねらいとした。

② 観察、実験

ア すじ青のりの粉体処理、灰化处理、抽出・ろ過

イ 試薬による発色

ウ 分光光度計による測定

エ 鉄イオンの反応

③ 探究的な活動

エにおいて、様々な試薬と鉄イオンとの反応から、すじ青のりから取り出した鉄のイオンについて考察する活動を行った。鉄イオンの反応については、多彩な色の変化が見られるため、生徒の意欲を高めることができる。鉄を成分として捉えさせていくことで、物質の成分について考えることをねらった。「理科の見方」との関連では、物質の成分を考えることは「質的・実体的」な視点で捉えることにつながる。

④ 講座のようす



図5 鉄分の抽出



図6 試薬による発色



図7 分光光度計の利用

(3) 生物分野「植物の成長について探究してみよう！」

① 講座の概要

顕微鏡を用いてコルク栓の観察を行い、植物細胞の成長の方向について、仮説を立てて検証を行った。仮説を検証する過程を体験することで科学の面白さを学ぶことをねらいとした。また、電子顕微鏡による観察を行い、最新の技術を実際に体験し、微細な世界についての興味・関心を喚起することもねらいとした。

② 観察、実験

ア 顕微鏡を用いたコルク栓の観察

イ 電子顕微鏡による様々な試料の観察

ウ カタラーゼのはたらき（平成29年度までは水中の微生物の観察）

③ 探究的な活動

アでは、顕微鏡で観察したコルク栓の構造をもとに、植物細胞の成長の方向について、考察する活動を行った。仮説を立てて、観察した結果をもとに、考察・検証するという活動は探究的な活動そのものである。また、「理科の見方」との関連では、すべての生物が細胞を単位としていることは、生物の「多様性・共通性」についての最も基本となる部分であり、また、生物の成長について、細胞という視点で考えることができる題材である。

④ 講座のようす



図8 コルク栓の観察

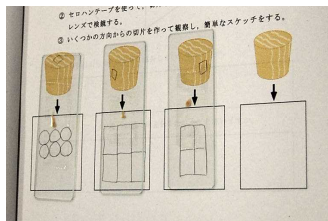


図9 ワークシート



図10 電子顕微鏡の利用

（4）地学分野「宇宙の広がりを経験してみよう！」

① 講座の概要

大型天体望遠鏡（20cm屈折望遠鏡）や天体望遠鏡（10cm屈折望遠鏡）で様々な天体を実際に観測しながら、宇宙の広がりや人の生活と星や宇宙との繋がり、科学・技術の進歩による人類の宇宙観の変遷について学んだ。実際に自分で望遠鏡を組み立て、操作する体験や、宇宙を考えるときの時間や空間のスケールについて、実感を伴った理解を目指す活動も行った。

② 観察、実験

ア 天体望遠鏡の組み立て・操作実習

イ 地球と太陽・惑星・星座の位置関係を調べる活動

ウ 惑星、星雲・星団の観測

③ 探究的な活動

イでは、様々な天体間の距離を、2億分の1や7百億分の1など、様々なスケールで計算させ、計算した距離に基づいて、月、太陽、太陽系の惑星、天の川銀河などの天体モデルを実験室や廊下に配置し、宇宙の広がりモデル化する活動を行った。時間的・空間的な宇宙の広がりを実感しにくいものだが、自分で天体を配置したモデルの宇宙空間を、各スケールに対応した光速を基準にした速度で歩いて確かめることで、宇宙の広がりについてより深く理解できるようになることをねらった。「理科の見方」との関連では、「時間的・空間的」な視点は、地学領域において働かせるべき見方そのものとなっている。また、この探究的な活動の後に実際に天体を観測することで、生徒の意欲を高める効果も期待できる。

④ 講座のようす



図11 探究的な活動



図12 天体望遠鏡の操作

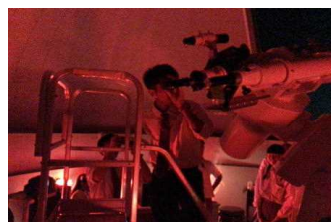


図13 大型天体望遠鏡

4 実施状況

(1) 日程及び定員

日程については、7月中旬から下旬の実施とし、各分野それぞれ3時間の講座とした。募集案内は5月中旬に発送し、6月中旬を締切とした。また、定員については、センターの実験室の収容人数を考慮し、各講座30名程度とした。

(2) 参加者数の推移

図14は、過去4年間の年度・分野別参加者数（延べ人数）をまとめたものである。なお、物理分野については平成29年度より開講したため、それ以前の参加者はいない。参加者数の合計は、平成28年度に一度減少しているものの、年々増加していることが分かる。これは、実施を重ねるにつれて「科学への誘い」の趣旨や意義が理解されたためであると考えられる。また、一度参加した引率教員は継続して参加していることが多く、本講座のようなイベントは、これらの教員の交流の機会にもなっている。各種事業において、参加者への直接的な教育効果だけでなく、人材交流と人的ネットワーク形成という効果も視野に入れる必要があると考えられる。

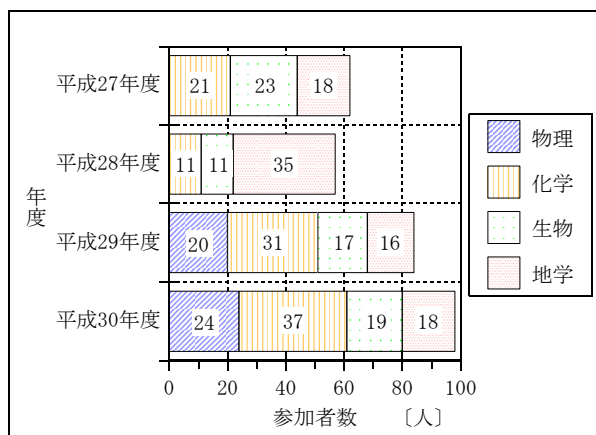


図14 年度・分野別参加者数

(3) 参加者の学年別の割合

図15は、4年間の参加者の学年別の割合をまとめたものである。高校1年生が50%と半数を占めている。企画段階で主として高校1年生の参加を想定し、今後の理系・文系の選択や理科の科目選択の参考にもできるということが考えられており、企画する側の意図が、募集対象の教員・生徒に適切に伝わっているためであると考えられる。なお、一定数の中学生の参加もあり、科学技術人材を広く誘うという意味でも成果があったと考えられる。

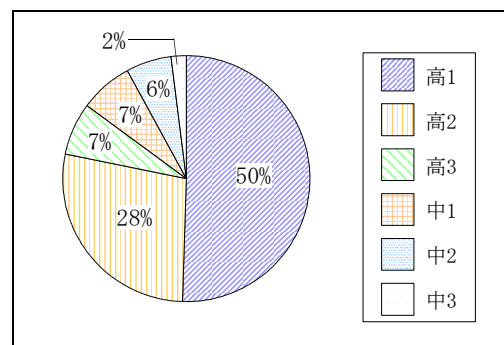


図15 参加者の学年別の割合

5 アンケート結果

「科学への誘い」参加生徒に対し、講座終了後にアンケートを実施した。表3にアンケートの質問を示す。

アンケートの質問については、平成29年度より一部変更を行った。これは、本講座の成果の検証について、そのねらいを踏まえてより具体的に明らかにするためのものである。よって、アンケートの集計及び分析については、平成27年度から平成30年度まで同じ質問であった(1)。

表3 「科学への誘い」講座終了後のアンケートの質問

- (1) 講座の内容は理解できましたか。
- (2) 今回の講座を受けて、科学に対する興味や関心はさらに高まりましたか。
- (3) 課題について、積極的に自分で考えることができましたか。
- (4) 講座の中で、課題を解決するために、話し合いや協力をすることができましたか。
- (5) 今回の講座で身に付いたことが、これからの生活に生かせると思いますか。
- (6) 今回の講座が、将来のことを考えるきっかけになったと思いますか。
- (7) 講座の中で、特に印象に残った内容は何ですか。また、それはどうして印象に残ったのですか。
- (8) 講座に対する感想を自由に書いて下さい。

(2), (7), (8) については、4年間についての集計結果を示し、平成29年度に変更のあった、(3), (4), (5), (6) については、平成29年度、平成30年度の2年間についての集計結果を示す。回答数は4年間で284、平成29年からの2年間で176である。また、回答形式については、(1)～(6)は選択、(7), (8)は自由記述となっている。

(1) 内容の理解

図16は、「講座の内容は理解できましたか。」に対する回答を分野別に示したものである。すべての分野において、「よくできた」と「まあまあできた」をあわせた肯定的回答の割合が90%を超えている。これは、講座を企画するに当たり、難易度を中学3年生から高校1年生が理解できるものとして設定するとともに、各分野とも、前提となる知識がなくても理解できるように、講座の中で説明を加えるなどの工夫を行ったためであると考えられる。

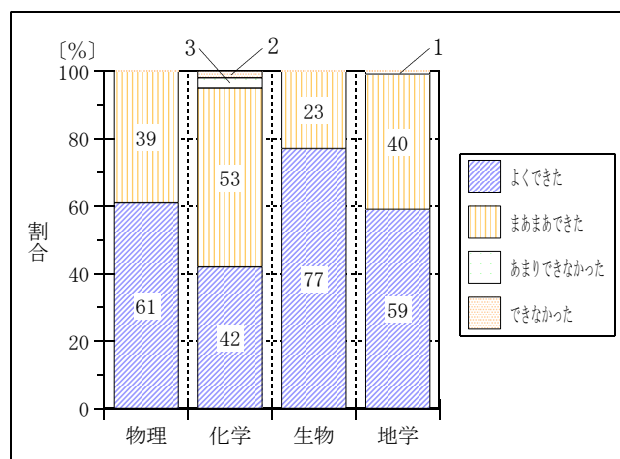


図16 「講座の内容は理解できましたか。」に対する回答

(2) 興味・関心の高まり

図17は、「今回の講座を受けて、科学に対する興味や関心はさらに高まりましたか。」に対する回答を分野別に示したものである。すべての分野において、「大変高まった」と「まあまあ高まった」をあわせた肯定的回答の割合が90%を超えており、「科学の面白さを実感できるようにする。」というねらいが達成されていることが分かる。これは、参加者の履修状況に縛られない内容とするため、教科書の範囲に限定されない、やや発展的な内容を扱っていることが参加者にとって魅力的と感じられたためであると考えられる。

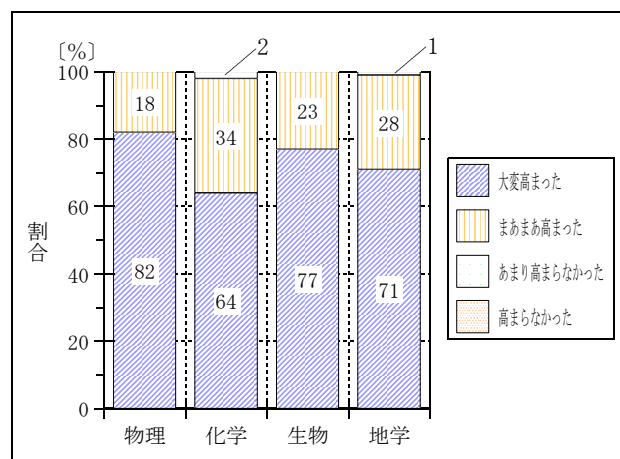


図17 「今回の講座を受けて、科学に対する興味や関心はさらに高まりましたか。」に対する回答

(3) 主体的な思考

図18は、「課題について、積極的に自分で考えることができましたか。」に対する回答を分野別に示したものである。課題とは各分野の「探究的な活動」のことである。回答結果は、すべての分野において、「よくできた」と「まあまあできた」をあわせた肯定的な回答の割合が90%を超えている。これは、各分野における課題の内容、難易度、考えるための支援などが適切であったためであると考えられる。

一方で、「あまりできなかった」、「できなかった」との否定的回答をした参加者も一定数いる。分野別に見ると、否定的回答が多く見られるのは、化学・地学分野である。その原因としては、化学分野においては全体としての作業量が多いこと、地学分野においては、活動で数値計算が必要であったことなどが考えられる。数値計算については、科学的に探究する上でやむを得な

い面があるが、作業量については、内容を精選して生徒が考える時間を十分に確保する必要があると考えられる。

なお、否定的回答が少ないのは、物理・生物分野である。課題設定までの流れが自然であったことや、観察できる現象が印象深く、意欲を高めたこと、また、作図やモデル図により、自分の考えを比較的簡単に表現できるという点などが、回答状況に反映されていると考えられる。

(4) 協働的な学び

図19は、「講座の中で、課題を解決するために、話し合いや協力をすることができましたか。」に対する回答を分野別に示したものである。すべての分野において、「よくできた」と「まあまあできた」をあわせた肯定的な回答の割合が90%を超えている。他校の参加者など、初対面の相手と「話し合いや協力」をすることは難しいことも予想されたが、概ね想定していた活動を行うことができたと考えられる。

一方で、化学・地学分野では、「あまりできなかった」との回答が存在する。これは(3)と同様の傾向であり、「探究的な活動」を行う上で、「話し合いや協力」という協働的な学びも重要な要素であることを示唆していると考えられる。

(5) 生活とのつながり

図20は、「今回の講座で身に付いたことが、これからの生活に生かせると思いますか。」の質問に対する回答を分野別に示したものである。すべての分野において、「そう思う」と「どちらかといえばそう思う」をあわせた肯定的回答の割合が90%を超えている。各分野の講座内容は、「身に付けた技能をすぐに利用する場面がある」などのように、直接生活に役立つものではないが、参加者の多くは、今後何らかの形で「生かせる」という意義を認識していると考えられる。このような、学ぶ意義が実感でき

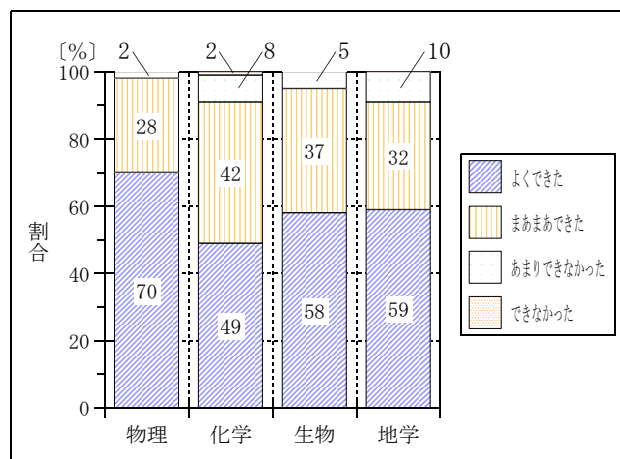


図18 「課題について、積極的に自分で考えることができましたか。」に対する回答

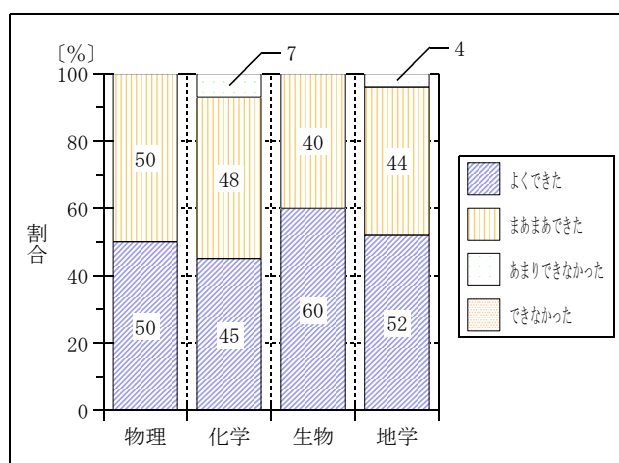


図19 「講座の中で、上記「課題」を解決するために、話し合いや協力をすることができましたか。」に対する回答

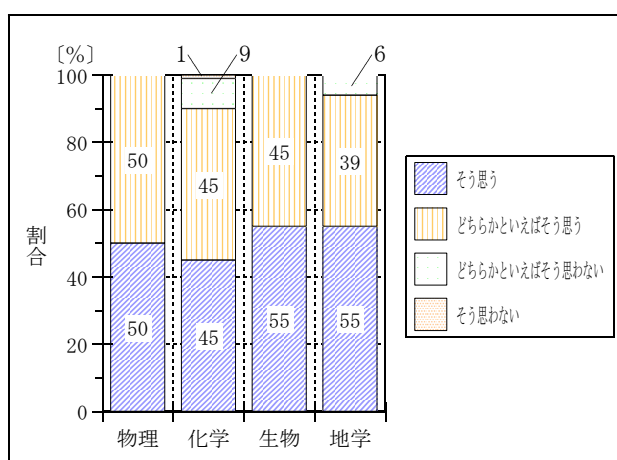


図20 「今回の講座で身に付いたことが、これからの生活に生かせると思いますか。」に対する回答

ることが、「日常生活や社会とのつながりを重視する」という方針のねらいであり、そのようなねらいが概ね達成されていることがうかがえる。

一方で、「どちらかといえばそう思わない」、「そう思わない」という否定的回答も一定数存在している。何のために学ぶのかという「学ぶことの意義」を今後とも丁寧に伝えていく必要があると考えられる。

(6) 将来へのつながり

図21は、「今回の講座が、将来のことを考えるきっかけになったと思いますか。」の質問に対する回答を分野別に示したものである。すべての分野において、「そう思う」と「どちらかといえばそう思う」を合わせた肯定的回答の割合が高い。

本講座は科学技術人材の育成を目標として企画していたものであり、全体としては肯定的な印象を受け、「将来のきっかけ」として捉えられたという結果は一定の成果と考えられる。

一方で、(1)～(3)に比べ、(6)の肯定的回答の割合が低いという結果は、今後の課題であると考えられる。

(7) 印象に残ったこと

図22は、「講座の中で、特に印象に残った内容は何ですか。また、それはどうして印象に残ったのですか。」の質問に対し、自由記述により得た回答について、企画方針①～④を観点としてどの観点到該当するかを分類し、分野別に集計したものである。なお、企画方針は、①は「有用感」、②は「興味・関心」、③は「探究活動」、④は「科学機器」と記してある。

以下各分野について、①～④のそれぞれの観点からみた記述内容を分析する。

ア 物理分野

- ① 「普段見ている光のことを知ることができた」のように、普段の生活で見られる現象についてより深く理解したことで有用であったとの記述が多く見られた。
- ② プリズムによる分光の観察、偏光板での観察での美しさが心に残ったという記述や、テレビ石などで不思議だと感じたことが印象的だったという記述が多く見られ、興味・関心が高まっているようすがうかがえた。
- ③ 「光の屈折について。友達と考えることができ、意見を述べることもでき、実験もできて一番身についたからです。」のように、光の経路を考え、話し合ったり発表したりした活

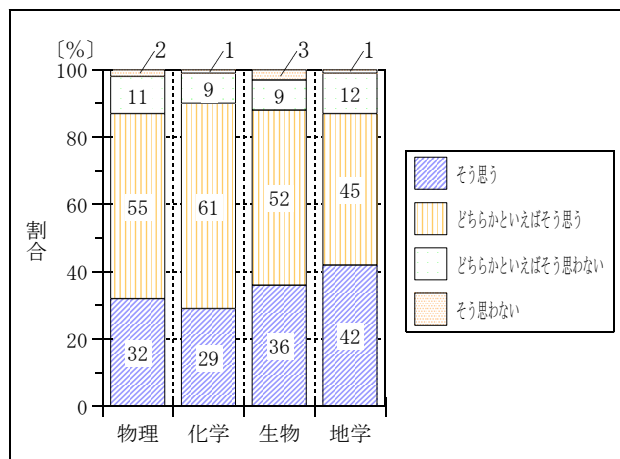


図21 「今回の講座が、将来のことを考えるきっかけになったと思いますか。」に対する回答

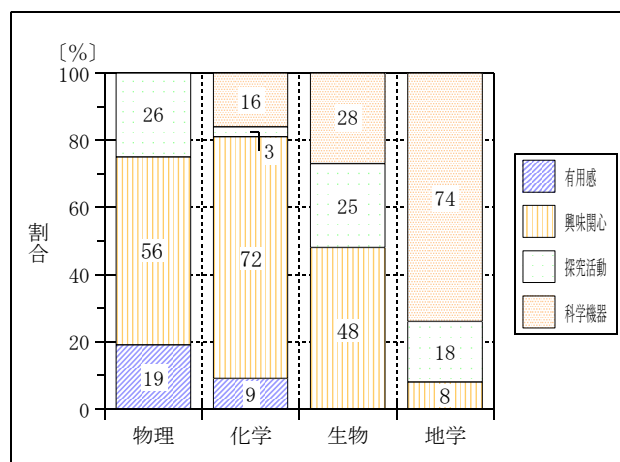


図22 「講座の中で、特に印象に残った内容は何ですか。また、それはどうして印象に残ったのですか。」に対する回答

動を肯定的に捉えている記述が多く見られた。

- ④ 科学機器については、物理分野では利用していないため記載がないが、簡易分光計を製作したことについて言及している回答は一定数見られた。

イ 化学分野

- ① 「自分で実験した結果により、青のりに鉄が含まれることを確認することができた。」のように、青のりに鉄が含まれていることが実感でき、食品の栄養素についての理解が深まったことで有用であったとの記述が見られた。
- ② 「たくさんの試薬を使って、様々な色が出て、色がはっきりと出て観察ができたこと。実験をきちんと成功できた達成感を感じたから。」のように、様々な実験器具や試薬を使いこなしたことで、化学の実験操作を十分体験できたことに満足したとの記述が多く見られた。また、呈色反応での色の変化が心に残ったという記述も多く見られた。
- ③ 他の分野と比較して探究的な活動に関する記述は少なかった。これは、分光光度計による測定や各種の実験操作の方がより印象に残ったためであると考えられる。
- ④ 「中高の実験ではあまり見られない本格的な装置を使えたから。」や「コンピュータで正確なデータが出ることに感動した。」のように、分光光度計により、溶液の濃度を定量的に測定できることが印象に残ったという記述や、コンピュータを使って検量線の作成までできたことが印象に残ったという記述が多く見られた。

ウ 生物分野

- ① 直接生活に役立つという要素が少なかったため、この観点に分類できるものが見られなかった。一方で、③の多くは、仮説を検証するという「探究的な活動」により思考した経験が今後の学習にも役立つと捉えており、①の「有用感」にも分類できると考えられる。
- ② 微生物の顕微鏡での観察や、過酸化水素と酵素に関する実験により、興味・関心が高まったとの記述が多く見られた。
- ③ 「探究的な活動」が内容の中心になっているためか、これについての記述が多くあった。「細胞の形を自分で予想してから観察したことが印象に残っている。予想したものが実際はどうなっているのかということを手で調べて確認することができたから。」や「コルクの断面の観察。自分の予想と違っていたことが悔しいけど、より観察に積極的になれて良かったから。」のように、あらかじめ予想して仮説を立てる過程を経た上で、得られた観察結果をもとにその仮説を検証することにじっくりと取り組めたようすがうかがえた。
- ④ 「生まれて初めて電子顕微鏡を使い、操作がパソコンででき、使いやすかったから。」や「電子顕微鏡を使ったこと。初めて使う道具だったので、とても興味がわいた。」など、電子顕微鏡に関しての記述が多く見られた。試料の変更、拡大・縮小、画質調整などの電子顕微鏡の操作を実際に体験した印象が強く残ったようすがうかがえた。

エ 地学分野

- ① 生物分野と同様、直接生活に役立つという要素が少なかったため、この観点に分類できるものが見られなかった。なお、回答のうち、天体に関して興味・関心が高まったと捉えられる記述がほとんどであり、天体に関して探究することの有用性は十分に感じていると考えられるが、ここでは、他の観点に分類している。
- ② ④とも関連するが、月、木星、土星などを実際に観察できたことが印象に残っているとする記述が非常に多い。また、「実際に自分で操作したのが楽しかった。」や「天体望遠鏡

の組み立て方などがよかった。」「自分で星を見つけて観測したことにとっても感動した。」のように、望遠鏡の組み立てから観察までを各自が実際に体験できたことで、満足感を得たことが回答からも読みとれる。

③ 「宇宙の広さを縮小サイズで実感したこと。数字だけ見ていたが、縮小モデルでもこんなに離れているのかと感じられたから。」「太陽と惑星の距離をより分かりやすい比率に置きかえて考えることで、身近に感じられた。」のように、単に数字を見ただけでは実感しにくい、宇宙を考えるときの時間や空間のスケールについて実感できたとする記述が多く見られた。

④ 「望遠鏡で月のクレーターがきれいに見えた。」「木星の縞模様が本当にあるのがわかって感動した。」「土星の環がくっきりと見えたことが印象に残りました。」など、大型天体望遠鏡での観察が印象に残ったという記述が非常に多く、日常生活や学校での学習にはない科学体験に感動した様子がうかがえた。「とてもくっきり見えた」、「初めて自分の目で見た」など、実体験により知識が鮮明に印象づけられた記述も多く見られた。

(8) 講座の感想

図23は、「講座に対する感想を自由に書いて下さい。」の質問に対し、自由記述により得た回答を「実験等」、「面白さ」、「感動」の3つの観点により分析したものである。記述中に含まれる特定のキーワードの出現回数について、全回答数に占める割合を分野別に集計した。「実験等」は、「実験」、「観察」、「観測」のいずれかが含まれるもの、「面白さ」は、「面白い」、「楽しい」、「良かった」のいずれかが含まれるもの、「感動」は、「感動」、「驚き」、「不思議」、「すごい」のいずれかが含まれるものについて数えている。

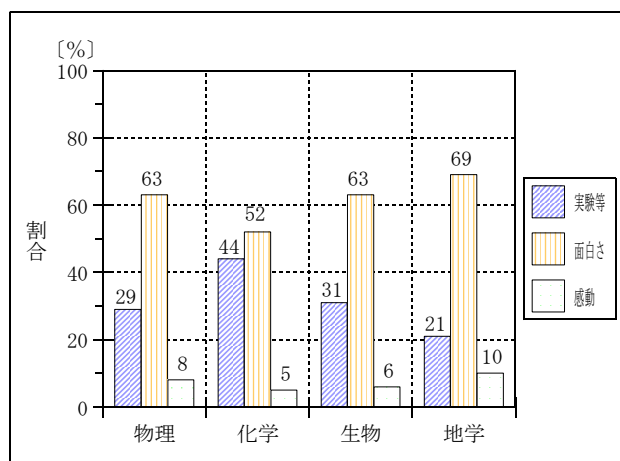


図23 講座に対する感想を自由に書いて下さい。に含まれるキーワードの出現する割合

「実験等」については、20%~40%の割合で出現している。本講座において、観察、実験にじっくりと取り組めたことを肯定的に捉えていることがうかがえ、一定の成果として評価できる。しかし、一方で、「学校であまり実験する機会がないので、楽しくできて良かったと思う。」のように、普段の実験の機会が少ないことに触れている記述が一定数見られる。科学技術人材の育成のためには、学校での実験等を充実させることが特に重要であり、この点については本県理科教育の課題であると考えられる。「面白さ」については、各分野とも出現回数が半数を超えている。本講座を楽しむことができ、興味・関心の高まりを感じることができたことは一定の成果として評価できる。ただし、それだけで満足するのではなく、「楽しかった」、「面白かった」の次に求めるべきものとして、「もっと知りたい」などの主体性をいかに引き出すかを検討する必要がある。「感動」については、各分野とも少ないが一定数の記述が出現している。これらは、「楽しさ」よりも、さらに深く心に刻まれたものがあつた記述であると捉えれば、本講座の目的がある程度達成されていることを示唆するものであると考えられる。

6 参加生徒への事後調査について

本講座の企画方針⑤「科学技術人材の育成」について事後調査により検証を行った。図24は、本講座に平成27年度～平成29年度に高校1年次で参加した生徒に対し、理系分野への進路選択を行ったかどうかについて調査した結果を示したものである。対象生徒は64名、学校数は7校であり、各対象校に対して聞き取り調査を実施した。本講座に参加している生徒は、科学技術に対する意識が高く、かなりの割合で理系分野への進路選択を行うと予想していたが、実際には67%と想定よりは低い結果となった。この結果は、本講座と進路選択との間の因果関係は少なく、直接的な科学技術人材の育成という点ではそれほど大きな効果はなかったことを示していると考えられる。

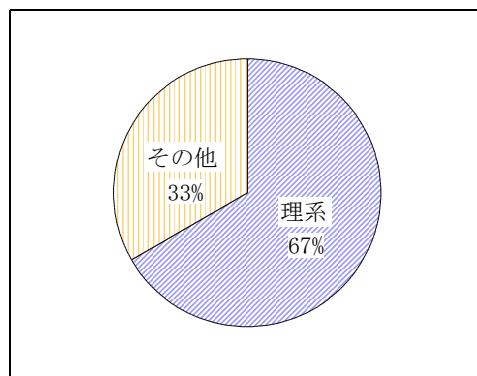


図24 「科学への誘い」参加生徒の理系分野への進路選択の状況

ただし、今回参加している生徒の多くは1回だけの参加であり、本講座のようなイベントに継続して参加することにより、理系分野を志望する意識が段階的に形成されることもあると考えられ、講座実施には一定の意義があると考えられる。また、理系分野への進路選択をしない場合においても、本講座で得たものが生かされる場面もあることは大切にすべきであると考えられる。

7 本センター理科関係事業の在り方についての考察

本センターでは、児童生徒対象の各種イベントや講習会、各種教職員研修等の様々な理科関係事業も実施しており、本講座の実施を通して得られた知見はこれらの事業にも還元されることが期待される。このことについて、以下の5点が挙げられる。

- (1) 企画段階において、事業のねらいや趣旨を明確にし、理解しやすいものにしておくことが、継続的な事業の実施において、参加者の増加や事業目標の達成につながる。
- (2) 理科関係事業においては、観察、実験の効果は大きい。有効な教材そのものの開発とともに、その教材を用いた講座の展開手法の開発も重要である。
- (3) 新学習指導要領において示された、「主体的・対話的で深い学び」の考え方は、各種事業における講座でも有効であり参考にするべきものである。
- (4) 本センターが所有する理科関係の設備を活用した体験は、参加者の興味・関心を喚起し、意欲を高めるために有効である。
- (5) 事業単体では直接的な人材育成についての効果はそれほど小さくなく、継続的な事業の実施とともに、事業を通じた情報の提供、啓発、人材交流、人的ネットワークの形成などを考慮するなど、広い視野に立ち効果的な在り方を検討すべきである。

IV 研究の成果と今後の課題

1 本研究における成果

- (1) 「とくしま科学技術アカデミー」事業及び「科学への誘い」実施に至る背景を明らかにすることができ、またそれを踏まえた上で、科学技術人材の育成というねらいをどの程度達成できたのかを検証することができた。
- (2) 「探究的な活動」と「主体的・対話的で深い学び」を取り入れた観察、実験講座の企画、実

施及び実施後のアンケートにより、今後の理科関係事業及び学校への指導助言に生かすことができる知見を得ることができた。

2 本研究における今後の課題

- (1) 「とくしま科学技術アカデミー」事業及び「科学への誘い」での科学技術人材の育成における、より直接的に効果のある方法について検討する必要がある。
- (2) 本研究で明らかとなった、本センター理科関係事業の在り方を踏まえた、今後の事業展開について具体的な計画を検討する必要がある。

V おわりに

本研究を通じて、理科の学習における観察、実験の重要性があらためて認識されるとともに、観察、実験をどのように組み込んで、学習過程をデザインしていくかという点も、非常に重要であることが明らかとなった。また、「探究的な活動」が、学習者の主体性を育み、意欲を高めることも示された。しかし、これらのことは、従来の理科学習においても重視されてきたことであり、決して目新しいものではない。新学習指導要領の実施や、本県における科学技術振興施策などを好機と捉え、今後、本県理科教育を充実させていくために、これらを理科関係事業の実施と有効に関連付け、本センターの果たすべき役割をしっかりと果たしていきたいと考えている。

最後に、本講座をはじめとした「とくしま科学技術アカデミー」事業の主管である県立総合大学校の関係者の皆様、御協力をいただいている徳島県理科専門員の皆様、物理分野の講座実施に当たり御尽力をいただいている徳島大学理工学部 久田旭彦 氏に深く感謝の意を表します。

参考文献

- ・徳島県科学技術憲章（平成26年10月 科学技術県民会議）
- ・科学技術県民会議議事録（平成26年3月～ 科学技術県民会議）
- ・徳島県科学技術振興アクションプラン（平成26年10月 科学技術県民会議）
- ・幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（平成28年12月21日 中央教育審議会）
- ・教育課程企画特別部会論点整理（中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程企画特別部会 平成27年8月26日）
- ・理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめ（中央教育審議会 初等中等教育分科会教育課程部会 平成28年8月26日）
- ・小学校学習指導要領解説 理科編（平成29年告示 文部科学省）
- ・中学校学習指導要領解説 理科編（平成29年告示 文部科学省）
- ・高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編（平成30年告示 文部科学省）