

理科において求められる探究活動についての検討

研究開発課 指導主事 藤本 和久
 研修課 指導主事 二本松 佳樹

【要旨】 中学校学習指導要領（平成29年告示）では、理科において育成を目指す資質・能力を育成する観点から、自然の事物・現象に進んで関わる中での気付きや疑問から課題を設定し、課題解決のために検証計画を立て、見通しを持って観察・実験を行い、その結果を分析して解釈するなどの科学的に探究する活動がより一層重視されている。また、理科の面白さや有用性の実感のためにも探究活動が重視されている。本稿では、自然事象に関する知識や実験の技能を基に、自然の事物・現象を探究する学習活動について検討し、教材の活用事例を紹介する。

【キーワード】 探究の過程 資質・能力 中学校理科 教材の活用

1 はじめに

21世紀の社会は、新しい知識・情報・技術が、社会のあらゆる領域における活動の基盤として飛躍的に重要性を増していく知識基盤社会である。知識・情報・技術をめぐる変化の早さが加速的となり、情報化やグローバル化といった社会的変化が、人間の予測を超えて進展するため、先を見通すことが困難となってきた。このような複雑で予測困難な社会の未来を切り拓いていくためには、子供たち一人一人が、変化を前向きに捉えて、主体的に学び続け、自らの能力を高めていく必要がある（※1）。

今回の学習指導要領改訂では、これまでの学校教育が育成を目指してきた「生きる力」を改めて捉え直し、現代的な意義を踏まえながらその理念をより具体化して、育成を目指す資質・能力として再整理している（※2）。

2 育成を目指す資質・能力

中央教育審議会による平成28年12月21日の『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、中央教育審議会答申（2016）とする）では、「育成を目指す資質・能力の具体例については、様々な提案がなされており、社会の変化とともにその数は増えていく傾向にある。国内外の幅広い学術研究の成果や教育実践の蓄積を踏まえ、そうした数多くの資質・能力についての考え

方を分析してみると、以下のように大別できる。」（※3）とあり、次のように示されている。

- ・国語力、数学力などのように、伝統的な教科等の枠組みを踏まえながら、社会の中で活用できる力
- ・言語能力や情報活用能力などのように、教科等を越えた全ての学習の基盤として生まれ活用される力
- ・安全で安心な社会づくりのために必要な力や、自然環境の有限性の中で持続可能な社会をつくるための力などのように、今後の社会の在り方を踏まえて、子供たちが現代的な諸課題に対応できるようになるために必要な力

これらの資質・能力に共通する要素は、知識に関するもの、スキルに関するもの、情意（人間性など）に関するものの三つに分類されるとしている。今回の学習指導要領改訂では、これら三つの要素を出発点としながら、学習する子供の視点に立ち、育成を目指す資質・能力が「知識及び技能」「思考力、判断力、表現力等」「学びに向かう力、人間性等」の三つの柱に整理している（図1）。

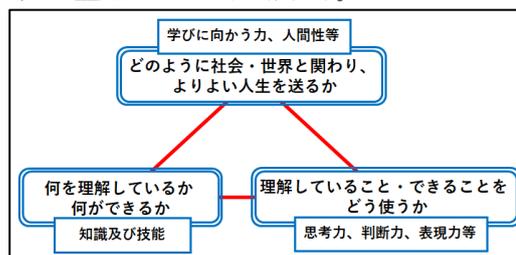


図1 育成を目指す資質・能力三つの柱（※4）
（整理して作成）

小学校、中学校、高等学校それぞれの段階で育成を目指す資質・能力には違いがあるが、ここでは中学校の理科で育成を目指す資質・能力を、三つの柱を基に、表1にまとめた。

表1 中学校の理科において育成を目指す資質・能力(※5) (一部抜粋して整理)

知識・技能
○自然事象に対する概念や原理・法則の基本的な理解
○科学的探究についての基本的な理解
○探究のために必要な観察・実験等の基本的な技能(安全への配慮, 器具などの操作, 測定の方法, データの記録・処理等)
思考力・判断力・表現力等
○自然事象の中に問題を見いだして見通しをもって課題や仮説を設定する力
○計画を立て, 観察・実験する力
○得られた結果を分析して解釈するなど, 科学的に探究する力と科学的な根拠を基に表現する力
○探究の過程における妥当性を検討するなど総合的に振り返る力
学びに向かう力・人間性等
○自然を敬い, 自然事象に進んでかかわる態度
○粘り強く挑戦する態度
○日常生活との関連, 科学することの面白さや有用性の気付き
○科学的根拠に基づき判断する態度
○小学校で身に付けた問題解決の力などを活用しようとする態度

3 理科における探究の過程

中学校学習指導要領(平成29年告示)解説では、資質・能力を育成する理科の学習過程について、「課題の把握(発見)、課題の探究(追究)、課題の解決という探究の過程を通じた学習活動を行い、それぞれの過程において、資質・能力が育成されるよう指導の改善を図ることが必要である。」(※6)と述べている。理科における探究の過程のイメージを図2に示す。

探究の過程では、まず、自然の事物・現象に対する「気付き」から問題を見いだす。次に、仮説を立て、見通しをもって解決する方法を立案し、観察、実験などの結果を分析して解釈する。そして、表現・伝達等の活動を行いながら探究の過程を振り返り、考察・推論した事柄が論理的に一貫した整合性を持っているかどうか等を確認する。

探究の過程は必ずしも一方向ではなく、必要に応じて戻ったり、繰り返したりする場合がある(※7)。例えば、「振り返り」は、最終の結論が出たところだけで行うということではない。立案した実験方法が課題を解決する方法といえるのか、実験結果から実験操作の誤りや測定ミスはなかったか等、学習の各段階において「振り返り」は行われる。また、「見通し」についても同様のことが言える。

どのような実験を行うべきか、どのような結論を出そうとするのか等、「見通し」を立てるのは、学習過程の頭初のみに行うものではなく、「振り返り」を受けて、「見通し」を再考することもある。「振り返り」や「見通し」は探究の過程の中で常に行っており、特定の場面だけで行うことではない(※8)。

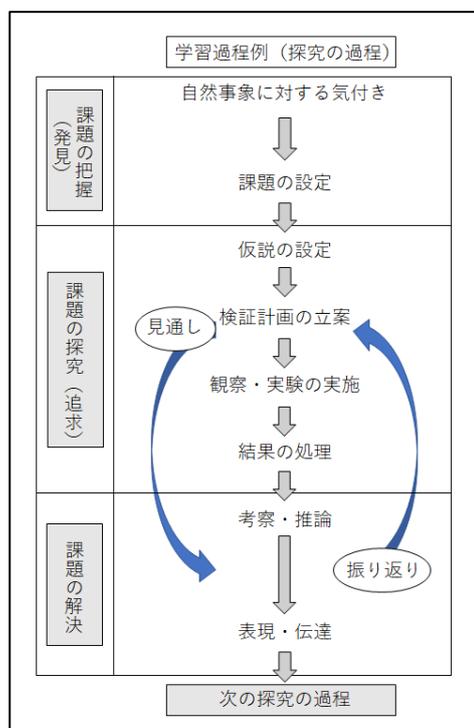


図2 資質・能力を育むために重視すべき探究の過程のイメージ(※9) (一部抜粋して作成)

このような探究の過程全体を子供たちが主体的に遂行できるようになり、常に知的好奇心を持って身の回りの自然の事物・現象に関わるようになったり、その中で得た気付きの中から疑問を形成し、課題として設定することができるようになったりすることが求められている。

4 探究の過程を通じて育成する力

(1) 理科の面白さや有用性の認識

中央教育審議会答申(2016)では、現行学習指導要領の成果や課題について、次のように述べている。

- ・PISA2015では、日本の科学的リテラシーの平均得点は国際的に見ると高く、上位グループに位置している。TIMSS2015では、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改

善が見られるが、理科が「役に立つ」、「楽しい」と肯定的に回答した割合は、諸外国と比べると低い状況にある。

- ・小学校、中学校ともに、「観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明すること」などの資質・能力に課題が見られる。高等学校については、観察・実験や探究的な活動が十分に取り入れられておらず、知識・理解に偏重した指導となっているなどの指摘もある。

これまでの取組における成果を認めつつも、課題に適切に対応し、子供たちに理科の面白さを感じさせ、理科の有用性を認識させていくことが必要である。

理科では、子供たちが、観察・実験を中心とした探究の過程において、子供たち自身で課題を解決したり、新たな課題を発見したりする経験を積み重ねていく。子供たちが主体的に探究の過程を遂行できるようになれば、知的好奇心を持って身の回りの自然の事物・現象に接するようになったり、その中で得た気付きから疑問を形成し、課題として設定することができるようになったりする。そのような経験を繰り返していく中で、理科に対する興味・関心が高まり、意欲的に学習に取り組むようになることが期待される。

(2) 課題解決能力の育成や創造性の涵養

1でも述べたように、21世紀の社会は変化が激しく、複雑で予測することが困難になっていくと考えられ、これからの社会が抱える課題を解決するためには様々なイノベーションに期待が寄せられている。そのため、課題解決能力の育成とともに、将来、学術研究を通じた知の創出をもたらすことのできる人材を育成していく必要がある。例えば研究者には、深い知的好奇心や自発的な研究態度、自ら課題を発見したり、未知のものに挑戦したりする態度が求められる。加えて、革新的な価値の創出には、従来の慣習や常識にとらわれない柔軟な思考、斬新な発想が必要とされる(※10)。このような資質・能力を育成していくために、世界的にも理数教育の充実や創造性の涵養が重要視されており、問題解決型の学習やプロジェクト型の学習が注目されている。中央教育審議会答申(2016)でも、「探究的な学習は、教育課程全体を通じて充実を図るべきものではあるが、観察・実験等を重

視して学習を行う理科が中核となって探究的な学習の充実を図っていくことが重要である。」(※11)とされている。

(3) 見方・考え方の育成

子供たちは、各教科等における習得・活用・探究という学びの過程において、「どのような視点で物事を捉え、どのような考え方で思考していくのか」という、物事を捉える視点や考え方を身に付けていく。こうした視点や考え方には、教科等それぞれの学習の特質が表れる。その特質に応じた物事を捉える視点や考え方が「見方・考え方」である。表2は理科の各領域における特徴的な見方をまとめたものである。

表2 理科の各領域における特徴的な見方(※12) (一部抜粋して整理)

領域	見方
エネルギー	自然の事物・現象を主として量的・関係的な視点で捉える
粒子	自然の事物・現象を主として質的・実体的な視点で捉える
生命	生命に関する自然の事物・現象を主として多様性と共通性の視点で捉える
地球	地球や宇宙に関する自然の事物・現象を主として時間的・空間的な視点で捉える

理科においては、自然の事物・現象について、「見方・考え方」を働かせながら、探究活動に取り組むことにより、資質・能力を獲得していくとともに、「見方・考え方」をより豊かで確かなものにしていく必要がある。

学びの中で鍛えられた「見方・考え方」は、学習の中でのみ働くというものではない。世の中の様々な物事を理解し、思考する上でも働かせることができる。よりよい社会や自らの人生を創り出す上で重要な役割を果たす。

5 全国学力・学習状況調査の問題にみる探究の場面

全国学力・学習状況調査の目的の1つは「学校における児童生徒への教育指導の充実や学習状況の改善等に役立てる」(※13)ことであり、調査問題には学習指導要領で示された児童生徒に身に付けさせたい資質・能力を、調査問題やその解説等に具体的なメッセージ(※14)として示されている。理科の調査は平成24年度、平成27年度、平成30年度に実施された。

平成30年度全国学力・学習状況調査解説資

料中学校理科には「理科に関する『基礎的・基本的な知識・技能』は、単に身に付けているだけでなく、観察・実験など科学的に探究する学習活動や日常生活などにおいて課題を解決する場面で実際に活用できることで、一層意義が増す。」(※15)と示されている。そのため、調査問題では科学的に探究する場面を設定し、知識・技能に関する問いと知識・技能を活用する問いが一体的に出題されている。問題の一例として平成30年全国学力・学習状況調査問題中学校理科の問9を示す(図3)。

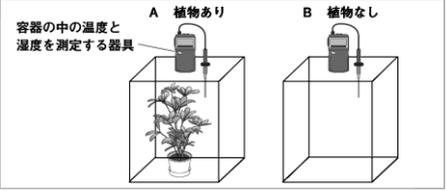
9 健一さんは、乾燥した部屋に鉢植えの植物を置くと湿度が上がって、インフルエンザの予防に効果があると知り、科学的に探究して実験ノートにまとめました。
(1)と(2)の各問いに答えなさい。

実験ノートの一部

2月11日(日) 天気 曇り 気温 22℃

課題
密閉した透明な容器の中に鉢植えの植物を置くと、湿度は上がるのだろうか。

【実験】
容器の中の温度と湿度を測定する器具



【結果】
AとBの容器の中の温度は22℃で変わらなかった。

時間(時間)	0	1	2	3	4
湿度(%)					
A 植物あり	37	67	87	88	88
B 植物なし	38	39	39	38	38

【考察】
実験の結果から、鉢植えの植物を入れた容器の中の湿度は上がるといえる。

【新たな疑問】
水蒸気が植物から出ただけで、湿度が37%から88%上がるのだろうか。

(1) 下線部の植物の働きを何といいますか。下のAからEまでの中から1つ選びなさい。
A 光合成 I 呼吸 U 気孔 E 蒸散

(2) 健一さんは【新たな疑問】をもち、下線部以外の原因を考えました。考えられる原因を1つ書きなさい。

図3 平成30年全国学力・学習状況調査問題 中学校理科 問9 (※16)

ここでは日常生活の中で得た情報をもとに問題を見出して課題を設定し、探究する学習場面が設定されている。具体的には、実験結果について蒸散と湿度に関する知識を活用して考察し、その考察から新たな問題を見出して課題を設定し、実験を計画する場面を取り上げている。

調査結果から、設問(2)の全国正答率は19.8%(※17)と平成30年度の中学校理科の調査問題中で最も低く、平成30年度全国学力・学習状況調査報告書中学校理科では、「知識を活用して湿度を変化させた要因を見出すことに課題があり、指導の充実が求められる。」

(※18)としている。また、課題の解決のための指導に当たっては、「自然の事物・事象の原因を科学的に探究する上で、『原因として考えられる要因』を全て指摘し、問題解決の知識・技能を活用して、条件を制御した実験を計画することは大切である。」(※19)とし、探究の過程に沿った学習場面を設定することが求められている。

6 身近な素材を用いた探究事例

探究の過程に沿った学習場面の例として、和歌山県教育センター学びの丘で実施した「令和2年度理科教育研修講座」において紹介した「電流とその利用の単元におけるシャープペンシルの芯を用いた探究活動」について述べる。

(1) 教材について

義務教育課程における電流の学習は小学校第3学年「電気のとおり道」から始まり、第4学年「電流の働き」、第5学年「電流がつくる磁力」、第6学年「電力の利用」、中学校第2学年「電流とその利用」と系統的に行われる。本項では中学校第2学年「電流とその利用」の単元において電気抵抗を決定する要因を、理科の見方・考え方を働かせながら行う探究活動によって見出す教材について紹介する。

同じ物質の電気抵抗は物質の長さが長くなるほど大きくなり、断面積が大きくなるほど小さくなる。このことは、中学校理科の学習では扱われないが、一部の教科書には発展的内容として掲載されている。そこで、電流に関する全ての学習が終わった後、生徒がそれまでに習得した知識・技能を活用して行う問題解決学習の課題として本教材を使った実験を設定する。教材としてシャープペンシルの芯を用いるのは、生徒にとって身近なものであること、同じ物質で作られた様々な径のものがあること、入手しやすく安価であること等の理由による。また、実験に用いる教具は、シャープペンシルの芯の交換が容易に行えるものを自作した(図4)。

リード線の終端としてよく用いられている鱈口クリップや糞虫クリップは、はさむ力が強く、シャープペンシルの芯を直接はさむと芯が

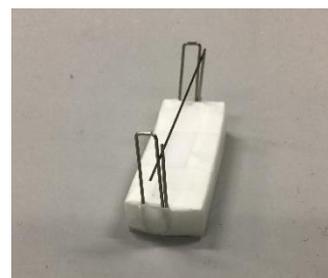


図4 作成した教具

折れてしまう。そこで、ゼムクリップを用いて芯をはさむようにした。また、電流が流れる部分の長さを一定にするために、ゼムクリップを台座（消しゴムを利用）に固定した。実験に用いる芯は径以外の条件を揃えるために同一銘柄で同じ濃さ（HB）のものを用いる。また、径は0.3mm、0.5mm、0.7mm、0.9mmの4種類とした。

（2）授業の展開例

本教材を用いた授業の展開例について、探究の過程に沿って述べる。ここでは、問題解決の知識・技能を活用して、条件を制御した実験を計画することに重点を置き、授業を展開していく。

ア 自然事象に対する気付きからの課題の設定

探究の過程で示された「自然事象」には日常生活に見られる事象も含まれるため、この例として消費電力の異なる2つの電球を点灯して生徒に提示し、明るさの違いに気付かせる（図5）。



図5 点灯させた消費電力の異なる2つの電球

この段階で生徒が考える電球の明るさを決定する要因としては、既習内容から電圧、電流、消費電力などが挙げられる。それぞれの要因について、消費電力が大きいほど電気器具のはたらきが大きいこと、消費電力は電圧と電流の積であること、一般的な家庭用電源は電圧が一定であること等を検討することにより、この電球の明るさを決める要因は電流の大きさであり、大きな電流が流れる電球ほど明るいことがわかる。しかし、大きな電流が流れる原因については不明であることから「電球に流れる電流の大きさは何で決まるのだろうか」という課題を設定する。

イ 仮説の設定

設定した課題を解決するために、消費電力の異なる2つの電球を観察する。図6のように2つの電球を点灯させずに並べると、フィラメントの径が異なることがわかる。

ラメントの径が異なることがわかる。

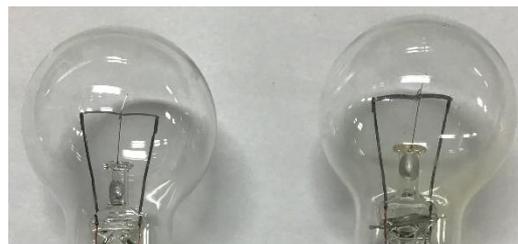


図6 点灯させていない状態の消費電力の異なる2つの電球

このことから、「流れる電流の大きさを決定するのはフィラメントの径（あるいは断面積）であり、フィラメントが〇〇〇なほど、大きな電流が流れる」という仮説を設定する。その際、仮説の根拠についても考える。生徒の仮説としては、「芯の径が大きいほど大きな電流が流れる」というものが多数を占めるが、そう考えた根拠については説明できないことが多い。そのような場合は、根拠を考える際に図7を生徒に示すことで「芯の径が大きい方が電流のとおり道が広い」という考えを引き出す補助とすることも考えられる。

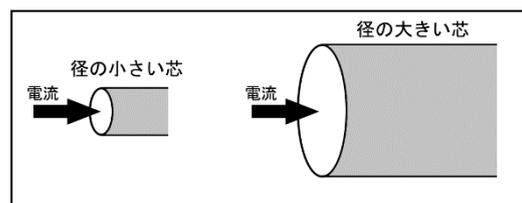


図7 芯の径の大きさと電流

ウ 検証計画の立案

この単元の学習を行う中学校第2学年においては、科学的に探究する力を育成する観点から検証計画の立案及び結果の分析・解釈の過程が重視されている（※15）。また、5で述べたように、自然の事物・事象の原因を指摘できるようになるためには、問題解決の知識・技能を活用して条件を制御した実験を計画することが大切である。これらのことから、この単元では特にこの検証計画の立案を重視することとする。

本教材の場合、制御する条件の1つにフィラメントの長さがあるが、消費電力の異なる電球は、フィラメントの径だけでなく長さも異なる。そのため、電球をそのまま使っても、フィラメントの径が流れる電流を決定する要因であるとはいえなくなる。そこで、径以外の条件を揃えて検証するために、シャープペンの芯を用いた実験を計画させる。導体と不導体について学習する際に、シャープペンの芯に電流を流して発光させる演示を

行っておくことにより、フィラメントの代わりにシャープペンシルの芯を用いて実験を行うという構想が生徒から出ることも期待できる。また、大きな電圧を加えると、発熱して芯が焼き切れることも確認できるため、正しく測定するための適切な電圧についても気付くことができる。電圧は、生徒が見落としがちな条件である。電源装置を使用して、シャープペンシルの芯に加わる電圧が芯の径を変えても一定になるように調節する必要がある。このような条件制御を生徒個人で考えることは難しいが、グループで話し合いながら計画を立て、さらにグループごとに計画を発表することで、協働による計画の検討及び改善が進むものと期待できる。また、予想を確かめるための実験装置は、**図8**のように回路図で示し、実験の実施時に回路図のとおり装置を組み立てることを促す。

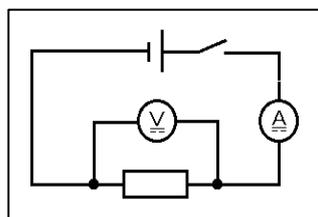


図8 回路図の例

エ 実験の実施

ここでは、検証計画の立案で描いた回路図のとおり回路をつなぎ(**図9**)、電源装置等の機器を正しく使い、安全に配慮しながら実験を行うという実験の技能を活用する。



図9 実験装置の例

このとき生徒は「径が大きいほど大きな電流が流れる」という関係的な見方に基づいた予想を確認しながら、「芯の径が0.2mmずつ大きくなると、流れる電流も同じ値ずつ大きくなる」という量的な見方で実験を進めていくことになる。しかし、実際の関係は予想どおりにならないことから、実験操作についても振り返って確認し、必要に応じて再実験を行うなど、科学的に検証を行うことになる。

オ 結果の処理

実験結果については、実験を行いながら表に記録していくことになる。実験結果の例と

して**表7**を示す。

表7 実験結果の例

芯の径 (mm)	0.3	0.5	0.7	0.9
電流 (A)	0.35	0.50	1.00	1.20

結果の処理では表だけではなく座標に値をプロットし、量的な関係を考察することが大切である。このとき、仮説の設定の際に**図7**を根拠に「電流は物質の断面積が大きいほど大きくなる」とした場合は、**図10**のような横軸を断面積、縦軸を芯に流れる電流値とする座標にプロットしなければならない。

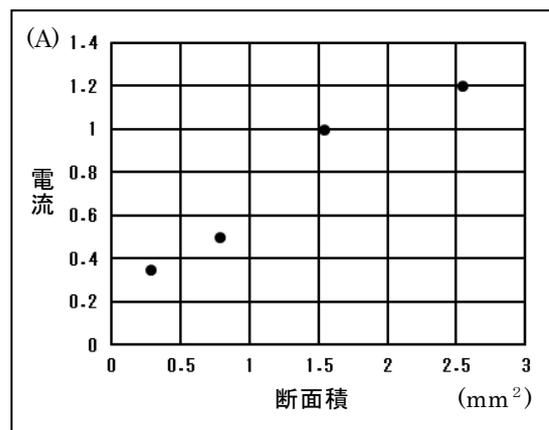


図10 横軸を芯の断面積、縦軸を電流値とする座標に結果をプロットしたもの

図10からは比例の関係を見出すことはできないが、径が大きくなれば流れる電流も大きくなることは確認できる。

カ 考察

考察に当たっては、得られた結果を分析して解釈する。**表7**や**図10**から「芯の径が大きいほど大きな電流が流れる」ことが言えることになる。しかし、生徒はシャープペンシルの芯の径が0.2mmずつ大きくなっていることから量的な関係に着目し、径が0.2mmずつ大きくなるにつれて一定の数値で電流が大きくなっていくのではないかと予想している場合が多い。また、電流の大きさは断面積に比例するという予想をする場合も多い。しかし、実際は**表7**や**図10**から定量的な関係は見出せない。電流の大きさが断面積に比例しないことは新たな疑問となり、次の探究へとつながる。その際には、先の実験結果をその方法も含めて分析して解釈し、電流の値が芯の断面積に比例しない原因として考えられる要因を全て挙げ、それらの妥当性を検討することが求められる。

キ 表現・伝達

考察したことや結論については、レポートにまとめるだけでなく、発表することも大切である。仮説から考察までの過程や実験によって得られたデータを発表のために整理することで、学びが一層深くなると考えられる。発表に当たっては、模造紙やホワイトボードなどの他、実物投影機やタブレット等のICT機器を効果的に使うことも考えられる。

(3) 授業のバリエーションについて

以上、シャープペンシルの芯を用いた探究活動の例を示してきたが、同じ教材を用いても、展開によって更に深い学びを実現できると考える。例えば、検証計画の立案の際に電源装置ではなく、1個の乾電池の電圧が1.5Vであることから電圧が一定になると考えて乾電池を使用した場合、芯に加わる電圧は芯の抵抗と導線の抵抗で分け合うことにより芯の抵抗が小さいほど芯に加わる電圧が小さくなる。この結果を分析して解釈し、検証計画を改善したり、電流の値だけではなく、抵抗値を求めたりするなどを検討することにより、更に学びが深まると考える。また、「乾電池を使うと芯の径によって加わる電圧が変わるのはなぜか」という新たな疑問へ結びつき、新たな探究活動へ向かうこともできる。このような見方・考え方を働かせて行う探究の過程を経る中で、知識・技能も生きて働くものとして定着すると考える。また、課題解決のために試行錯誤を繰り返すことにより、学びに向かう力も養われると考える。

7 今後に向けて

本稿では、学習指導要領改訂の背景を踏まえつつ、理科において求められる探究活動について検討を行った。また、全国学力・学習状況調査の理科における調査問題の設定に着目し、身に付けた知識・技能を用いて課題を解決しようとする学習場面について検討した。

以上を基に、当センターでは「電流とその利用の単元におけるシャープペンシルの芯を用いた探究活動」の事例を構成し、「令和2年度理科教育研修講座」において、模擬的な探究活動を行った。これにより、受講者は日常生活をも含んだ自然事象の中から課題を把握して仮説を設定し、その解決を図ろうとする学習活動、つまり一連の探究の過程のシミュレーションを行った。シャープペンシルの芯を用いた本教材は、生徒にとって身近な素材

であるため、生徒の興味や関心を喚起しやすい。また、解決すべき課題の設定については比較的容易であるものの、仮説の設定から考察までの過程の中で新たな気づきや疑問を見出すことのできる探究活動に適した教材といえる。

本稿を終えるに当たり、今一度、新学習指導要領における理科の目標を確認すると、「自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。(以下略)」と記されている。教科として当然のことであるが、理科においては「科学的」に探究する資質・能力の育成が不可欠であり、小学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編でも示されているように、科学がそれ以外の文化と区別される基本的な条件である実証性、再現性、客観性(注1)を十分に踏まえた探究活動の場面設定が重要である。

当センターでは、子供達が科学的な探究活動を主体的、意欲的に行うための教材の開発について、引き続き努めていく。

<注 釈>

注1 文部科学省『小学校学習指導要領解説理科編』東洋館出版社 p.16(2018)には、「科学の基本的な条件としての実証性とは、考えられた仮説が観察、実験などによって検討することができるという条件のことである。また、再現性とは、仮説を観察、実験などを通して実証するとき、時間や場所を変えて複数回行っても同一の実験条件下では同一の結果が得られるという条件のことである。さらに、客観性とは、実証性や再現性という条件を満足することにより、多くの人々によって承認され、公認されるという条件のことである。」と記されている。

<引用文献>

- ※1 中央教育審議会『平成28年12月幼稚園、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)』 pp.9-11 (2016)
- ※2 同上資料 pp.12-16 (2016)
- ※3 同上資料 p.27 (2016)
- ※4 中央教育審議会『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)(中教審第197号)』補足資料 p.7 (2016)
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/20/1380902_4_1_1.pdf
- ※5 中央教育審議会『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)(中教審第197号)』別添資料 p.33 5-1 (2016)

- https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_3_2.pdf
- ※6 文部科学省『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』学校図書 p.7 (2017)
 - ※7 同上資料 p.7 (2017)
 - ※8 山口晃弘, 江崎士郎『中学校「理科の見方考え方を働かせる授業」』東洋館出版社 pp.17-18(2019)
 - ※9 文部科学省『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』学校図書 p.9 (2018) より抜粋改変
 - ※10 中央教育審議会『平成28年12月幼稚園, 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)』 p.151 (2016)
 - ※11 同上資料 p.148 (2018)
 - ※12 中央教育審議会『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)(中教審第197号)』別添資料 p.35 5-3 (2016)
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_3_2.pdf
 - ※13 文部科学省『平成31年度全国学力・学習状況調査に関する実施要領』 p.1 (2019)
 - ※14 中央教育審議会『初等中等教育分科会教育課程部会資料3』 p.7 (2019)
https://www.mext.go.jp/content/1422123_5.pdf
 - ※15 国立教育政策研究所『平成30年全国学力・学習状況調査解説資料中学校理科』 p.7 (2018)
 - ※16 同上資料 p.64 (2018)
 - ※17 国立教育政策研究所『平成30年全国学力・学習状況調査解報告書中学校理科』 p.87 (2018)。
 - ※18 同上資料 p.87 (2018)
 - ※19 同上資料 p.87 (2018)
 - ※20 文部科学省『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』学校図書 p.24 (2018)

<参考文献>

- ・文部科学省『小学校理科の観察, 実験の手引き』(2011)
- ・和歌山県教育センター学びの丘『理科教育用W型問題解決モデルを意識して構成する中学校理科の学習指導』(2013)
- ・溝上慎一・成田秀夫『アクティブラーニングとしてのPBLと探究的な学習』東信堂(2016)
- ・文部科学省『国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2015)のポイント』(2016)
- ・国立教育政策研究所『OECD生徒の学習到達度調査(PISA2015)のポイント』(2016)
- ・小林辰至『探究する資質能力を育む理科授業』大学教育出版(2017)
- ・小林辰至・大澤力『科学性の芽生えから問題解決能力育成へ』文化書房博文社(2017)
- ・山田貴之・浅倉健輔・小林辰至『中学校理科授業における主体的・協働的な学びを促す指導方法に関する研究ー「探究の過程の8の字型モデル」と

「探究アイテム」に着目してー』兵庫教育大学 教育実践学論集(2018)

- ・文部科学省『小学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』東洋館出版社(2018)
- ・文部科学省『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』学校図書(2018)
- ・塚田捷・大矢禎一ほか『未来へ広がるサイエンス1~3』新興出版社啓林館(2018)
- ・岡村定矩・藤嶋昭ほか『新編新しい科学1~3』東京書籍(2018)
- ・山口晃弘, 江崎士郎『中学校「理科の見方・考え方を働かせる授業」』東洋館出版社(2019)
- ・後藤頭一・寺田光宏『新学習指導要領「理科において育成を目指す資質・能力の整理等の導出と背景」』日本科学教育学会年会論文集第44巻(2020)
- ・日本理科教育学会『理科の教育 令和2年4月号』東洋館出版社(2020)
- ・日本理科教育学会『理科の教育 令和2年10月号』東洋館出版社(2020)
- ・日本理科教育学会『理科の教育 令和3年1月号』東洋館出版社(2021)
- ・日本理科教育学会『理科の教育 令和3年2月号』東洋館出版社(2020)