

理 数

1 学習指導及び学習評価の改善・充実

(1) 生徒の主体的な学びを実現する学習指導の工夫

社会や経済の先行きに対する不確実性がこれまでになく高まっている中、これからの学校には、生涯にわたって主体的に学び続け、異なる価値観をもつ多様な他者と当事者意識をもって対話を行い、問題を発見・解決できる「持続可能な社会の創り手」となる子どもたちを育てていくことが求められている。

そのため、教師は、教職生涯を通じて探究心をもちつつ自律的かつ継続的に新しい知識・技能を学び続け、子ども一人一人の学びを最大限に引き出すとともに、子どもの主体的な学びを支援する伴走者としての役割を果たす必要がある。

数学と理科にわたる探究的な教科である「理数」では、数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を組み合わせるなどして働かせ、探究の過程を通して、課題を解決する力などを育成する。また、共通教科「理数」における科目については、「基礎を学ぶ（習得する）段階の『理数探究基礎』」と「探究を進める（深める）段階の『理数探究』」の2段階で構成されているが、図1にあるとおり、どちらの科目も探究の過程を通して、主体的に探究の過程全体をやり遂げるための資質・能力の育成を重視している。

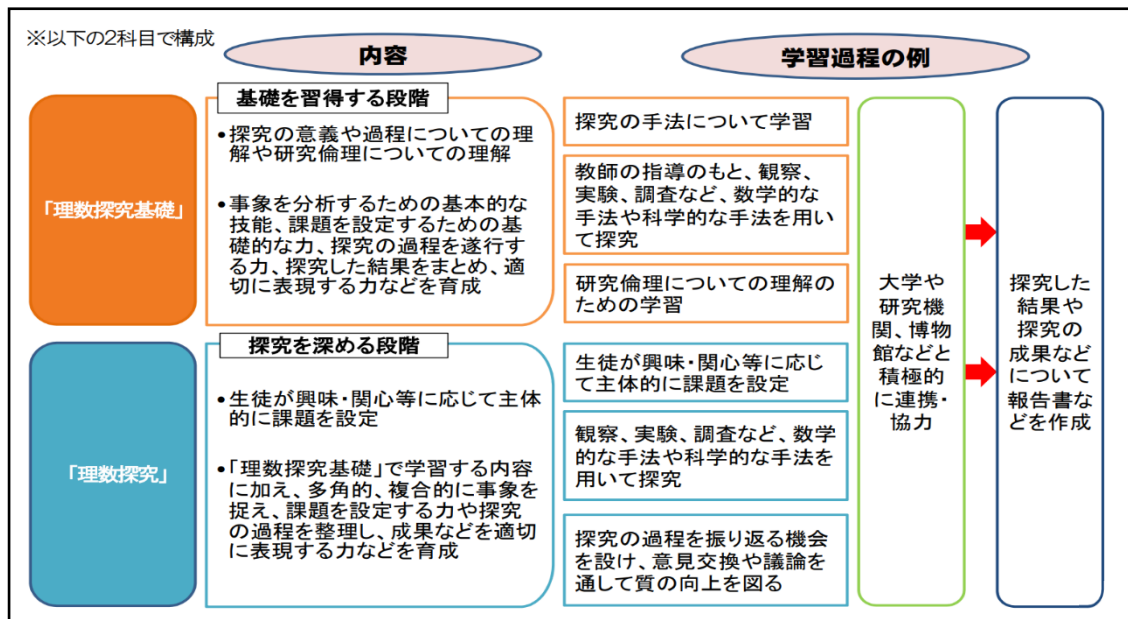


図1 共通教科「理数」のイメージ（令和元年9月4日中央教育審議会教育課程部会資料「『理数探究』の充実とSTEAM教育について」）

ア 生徒が興味・関心をもつ学習課題の工夫

生徒が主体的に探究に取り組むためには、生徒自身が問題意識や興味・関心から課題を設定することが大切であり、その結果、数学や理科に加えて社会科学や人文科学、学際的領域を含めた様々な分野の課題が設定されることが考えられる。その際、探究の質を高めるため、多様な視点で外部人材等からの助言を得ることも大切である。

実際に、科目「理数探究基礎」や「理数探究」を実施している学校からは、大学教

員などとの対話を通して、専門分野に関する興味・関心が一層高まり、生徒が新たに学習課題を設定するきっかけとなった事例が報告されている。

また、生徒に課題を設定させる際、生徒が自ら課題をもつことが大切だからといって、教師は何もしないでじっと待つのではなく、教師が生徒に対して意図的な働きかけをし、支援することが重要である。例えば、人、社会、自然に直接関わる体験活動においても、学習対象との関わり方や出合わせ方などを、教師が工夫する必要がある。

イ 生徒が学びを振り返り、次の学習に生かす学習過程の工夫

探究の過程として、自然や社会の様々な事象に関わり、そこから数学や理科などに関する課題を見いだして設定し、見通しをもって観察、実験、調査等を行い、その結果を分析し解釈することなどが挙げられる。また、探究のための具体的な方法を固定して考えず、探究の過程を適宜振り返りながら改善していくことが重要である。

なお、本手引における「問題」、「仮説」及び「課題」の用語については、主に次の意味を意図して使用している。

- ・「問題」…研究などの対象となる事柄や解決すべき事柄のこと
- ・「課題」…探究全体を通して明らかにすることを目指す問いのこと
- ・「仮説」…課題とした事象を説明する理論や関係の予想のこと

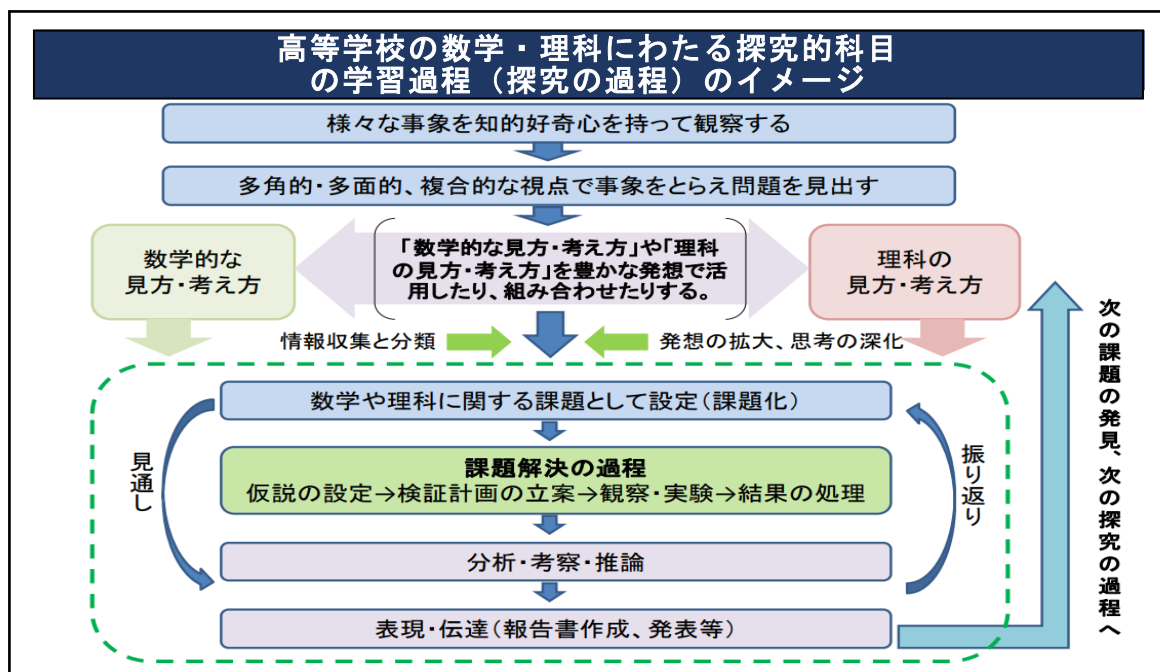


図2 資質・能力を育むために重視する数学・理科にわたる学習過程のイメージ（高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 理数編）

探究活動では、課題を解決する方法が初めから明確になっているわけではないことから、生徒は試行錯誤しながら進めていくことになる。そのため、課題の解決や新たな価値の創造に向けて挑戦しようとする態度が必要である。このような挑戦しようとする態度を養うためには、生徒が自らの探究を振り返り、その価値を確認するとともに、自らの探究の取組に対して自信をもたせるよう指導することが重要である。生徒が自らの探究に対して見通しをもつことができず迷いが生じるなどした場合は、例えば、

- ・初めから答えが分かっている実験を行うのではないことを強調するなどして励ますこと
- ・特定の条件を付け加え対象を限定するなどの助言を与えたりすること

などが考えられる。このように、生徒が粘り強く考え行動し続けられるよう支援することが大切である。

また、生徒が探究を進めるに当たっては、自分自身の探究の過程に対して批判的な考えをもって評価・改善することができるよう指導することも重要である。例えば、「課題や仮説の設定は妥当か」、「検証の方法は適切か」、「結果の信頼性は保証されているか」、「結果から仮説が支持されたかどうかの判断は適切であったか」、「異なる観点から見たときに新たな気づきを得られないか」などの視点から、探究を進める段階で必要に応じて、科学的かつ批判的に振り返らせることなどが考えられる。

(2) 「主体的に学習に取り組む態度」の評価の工夫

「主体的に学習に取り組む態度」の評価に際しては、次の二つの側面を評価することが求められる。

- ① 知識及び技能を獲得したり、思考力、判断力、表現力等を身に付けたりすることに向けた粘り強い取組を行おうとしている側面
- ② ①の粘り強い取組を行う中で、自らの学習を調整しようとする側面

例えば、科目「理数探究基礎」の小単元「探究活動」を例にして、「主体的に学習に取り組む態度」の評価に着目する。本単元では、科目「理数探究」の準備段階として、生徒が課題を設定し、観察や実験、調査、まとめ、発表、振り返りにわたる一連の探究活動を12時間で計画するものとする。その場合、12時間目に、探究活動全体を振り返るとともに、次の探究をどのように行うかを考えることをねらいとして、「主体的に学習に取り組む態度」を評価することが考えられるが、その際には、次のような評価の工夫をすることができる。

- 教師は、生徒の振り返りの記述や授業の取組の様子の見取り等によって評価する。
- 教師は、生徒の探究ノートを確認するなどして、探究の過程を振り返って改善しようとしているかを評価する。
- 日々の探究活動の様子と発表会時における教師の生徒観察等を評価に盛り込む。

2 指導と評価の計画例

ここでは、科目「理数探究基礎」において、身近な現象をモデル化して調べる探究活動を例として、「検証可能な仮説を立てること」を実現するための計画例を示す。

(1) 仮説の設定の計画例

ア 単元の目標

- (7) 探究するために必要な基本的な技能を身に付けるようにする。【知識及び技能】
- (イ) 多角的、複合的に事象を捉え、課題を解決するための基本的な力を養う。
【思考力、判断力、表現力等】
- (ウ) 様々な事象や課題に知的好奇心をもって向き合い、粘り強く考え行動し、課題の解決に向けて挑戦しようとする態度を養う。【学びに向かう力、人間性等】

イ 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
<ul style="list-style-type: none"> ・観察、実験、調査等についての基本的な技能を身に付けている。 ・事象を分析するための基本的な技能を身に付けている。 ・探究した結果をまとめ、発表するための基本的な技能を身に付けている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・課題を設定している。 ・数学的な手法や科学的な手法などを用いて、探究の過程を遂行している。 ・探究した結果をまとめ、適切に表現している。 	様々な事象や課題に知的好奇心をもって向き合い、粘り強く考え行動し、課題の解決に向けて挑戦しようとしている。

(参考)

指導に当たっては、各学校の状況を踏まえ、次の三つの視点で整理する必要がある。


教材観	生徒観	指導観
これまでの単元では、データの分析を行うためにソフトウェアについて取り上げたり、データサイエンスの基礎について学んだ。 本単元では、具体的な課題を通して実際の探究の進め方を学ぶことを目的として、活用が拡大している生成AIを取り上げ、その適切な活用方法などについて、仮説の設定などの場面を通して学ぶ。	本校には、学習に対する意欲が高い生徒が多く見られる。 また、級友と話し合う活動を通じて、自分の考えを深めたいと考えている生徒が多く、他者と協働して課題を解決しようとする姿が見られる。	指導の重点は次の2点である。 <ul style="list-style-type: none"> ○ 自ら学習に取り組むことができる生徒が多くいるため、数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を組み合わせるなどして、探究の過程を通して、課題を解決するために必要な資質・能力を育成する。 ○ 調査等を通して、他者と協働して課題の解決に向けて挑戦しようとする態度を養う。

ウ 単元の指導と評価の計画（6時間）

時間	ねらい、学習活動等	重点	記録	備考 (評価Bの規準)
1	【生成AIの活用①】 ・生成AIとは何か。	知		・生成AIを活用するための基本的な知識及び技能がおおむね身に付いている。
2～3 ICT	【生成AIの活用②】 ・生成AIの使い方を学ぶ。 (プロンプトの作成・工夫)	知		・課題設定において生成AIを活用する際、活用のための知識及び技能が、おおむね身に付いている。
<p><生成AIを活用した課題設定の例></p> <p>【地域の課題】 ・空き家問題を解決できないか。</p> <p style="text-align: right;">【自分の興味】 ・空き家バンクを活用したい。</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>【生成AIの活用】 プロンプト：空き家問題を解決するために空き家バンクを活用したいが、メリットとデメリットは何か。 ○メリット：資材やエネルギーの節約につながり、SDGsの「つくる責任・つかう責任」に一致する。 ●デメリット：所有者と利用者間のニーズのミスマッチがよく見られる。</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>【個人の思考】 ・生成AIが基としたデータは、自分の地域に合致したデータなのか。 →自分の住む地域において、<u>ニーズのミスマッチは本当に多いのか。</u> ・<u>ミスマッチを解消する方法はないのか。</u></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>【新たな自分の興味と課題の設定】 ・希望者が現れない空き家を売り込むための方法を考えて、空き家をニーズに合う人に届けたい。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; width: fit-content;"> 生成AIと対話することで、自分の興味・関心が明確になり、課題の明確化に有効な手段になりうる。 </div>				
<p>【指導上の留意点】</p> <p>※生成AIについては、利用に当たってのガイドライン等についての事前学習を十分に行うとともに、実際に活用するかどうかは生徒に任せることとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・指導内容に担当間で差が出ないように、1名の教員が一斉授業の形式（集会）で行う。 ・学校現場における生成AIの効果的な活用を実現するためにも、教師には一定のAIリテラシーを身に付けておくことが求められる。 ・生成AIが作成した内容について常に間違いがあるかもしれないという意識をもたせるため、「共通のプロンプトを入力することで、ファクトチェックしてみよう。」という全体学習を行う。 				

4～5	<p>【仮説設定】</p> <ul style="list-style-type: none"> 自然科学に関する様々な事象や日常生活の中から、自らの興味や関心に基づいて探究する仮説を設定する。 <p>校内体制</p> <p>・探究活動では、他学年の教員も担当して、学校全体で生徒を支援する体制を整えるとともに、教員が生徒に深掘りをすることで、質の高い学びにつなげていくことができる。</p>	知		<ul style="list-style-type: none"> 自然科学に関する様々な事象や日常生活の中から、適切に仮説を設定している。
	<p>【仮説の設定】</p> <ul style="list-style-type: none"> 状況によっては課題を修正するなどして、課題を再設定する。 具体的かつ検証可能な課題について、適切な仮説を設定する。 <p>※本時について、学習指導案を参照</p>	思 態	○	<ul style="list-style-type: none"> おおむね探究の概要を表現した課題を設定している。 課題と関連した仮説を設定している。
6	<p>【相互フィードバック】</p> <ul style="list-style-type: none"> 他者の発表を聴き、相互評価する。 探究活動全体を振り返るとともに、次の探究活動をどのように行うかを考える。 <p>主体的な学び</p> <p>フィールドワークや実験等の結果を分析し解釈して仮説の妥当性を検討したり、全体を振り返って改善策を考えたりしているか、得られた知識及び技能を基に、次の課題を発見したり、新たな視点で自然の事物・現象を把握したりしているかなどの視点から指導の改善を図ることが考えられる。</p>	態	○	<ul style="list-style-type: none"> 自身の発表を振り返り、改善しようとしている。

エ 学習指導案（5時間目／6時間中）

理数探究基礎 学習指導案									
1	単元名	導入としての探究活動・仮説の設定							
2	本時の学習	仮説を検証するための適切な方法を立案する。							
3	本時の目標	<ul style="list-style-type: none"> 数学的な手法や科学的な手法により検証可能な仮説を立てることができる。 事象に向き合い、粘り強く考え、検証可能な仮説を立てようとしている。 							
4	本時の展開								
課程	学習活動	形態	指導上の留意点	評価の観点					
導入 10分	<p>○ 本時のねらい・評価規準について確認する</p> <ul style="list-style-type: none"> 仮説を立て、仮説を検証する方法を考えることができる。 <p>○ 本時の問いについて考察する</p> <p>毎年学校行事で行っている浜辺のゴミ拾い活動ですが、今年も来週行われます。実施に当たり、現在の浜辺の様子を写真に収めてきたので見てください。これらの浜辺のゴミは誰かが捨てたもののでしょうか。また、これらのゴミはどこから来たのでしょうか。</p> <p>・問いについての個人思考</p> <table border="1"> <tr> <td> <p><生徒の考え1></p> <p>浜辺のゴミは浜辺の利用者が置いていたり、捨てていたりしたものである。</p> </td> <td> <p><生徒の考え2></p> <p>浜辺のゴミは海から漂流・漂着してきたゴミも含まれるのではないかな。</p> </td> </tr> <tr> <td> <p><生徒の考え3></p> <p>浜辺のゴミといってもいろいろな種類のものがあるので、簡単には答えることはできない。</p> </td> <td> <p><生徒の考え4></p> <p>写真にある、青いゴミは家庭から持ち込まれたものと予想できる。</p> </td> </tr> </table> <p>・生徒の疑問</p> <table border="1"> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ● そもそも、浜辺のゴミは利用者によるものが多いのだろうか。また、ゴミにはどのようなものがあるのだろうか。 ● また、利用者によるゴミと漂流・漂着してきたゴミの量や重さの割合はどうなっているのだろうか。 </td> </tr> </table>	<p><生徒の考え1></p> <p>浜辺のゴミは浜辺の利用者が置いていたり、捨てていたりしたものである。</p>	<p><生徒の考え2></p> <p>浜辺のゴミは海から漂流・漂着してきたゴミも含まれるのではないかな。</p>	<p><生徒の考え3></p> <p>浜辺のゴミといってもいろいろな種類のものがあるので、簡単には答えることはできない。</p>	<p><生徒の考え4></p> <p>写真にある、青いゴミは家庭から持ち込まれたものと予想できる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● そもそも、浜辺のゴミは利用者によるものが多いのだろうか。また、ゴミにはどのようなものがあるのだろうか。 ● また、利用者によるゴミと漂流・漂着してきたゴミの量や重さの割合はどうなっているのだろうか。 	一斉	<ul style="list-style-type: none"> ねらいや評価規準を確認することで、本時の学習に見通しをもたせる。 	
<p><生徒の考え1></p> <p>浜辺のゴミは浜辺の利用者が置いていたり、捨てていたりしたものである。</p>	<p><生徒の考え2></p> <p>浜辺のゴミは海から漂流・漂着してきたゴミも含まれるのではないかな。</p>								
<p><生徒の考え3></p> <p>浜辺のゴミといってもいろいろな種類のものがあるので、簡単には答えることはできない。</p>	<p><生徒の考え4></p> <p>写真にある、青いゴミは家庭から持ち込まれたものと予想できる。</p>								
<ul style="list-style-type: none"> ● そもそも、浜辺のゴミは利用者によるものが多いのだろうか。また、ゴミにはどのようなものがあるのだろうか。 ● また、利用者によるゴミと漂流・漂着してきたゴミの量や重さの割合はどうなっているのだろうか。 									
		個人	<ul style="list-style-type: none"> 実際の浜辺の写真を提示して考えさせる。 						

展開 30分	○ 結果の処理について考察する			
	<p style="text-align: center;">【教師の発問】</p> <p>複数の生徒の皆さんから、「浜辺のゴミは利用者によるものか、海などから漂流・漂着してきたものか」や「それらのゴミの割合はどうなっているのか」という疑問が出てきました。それらの疑問についてどのように調べられるか、必要に応じて生成AIを活用するなどして、グループで考えてみましょう。</p>		グループ	<ul style="list-style-type: none"> 「浜辺のゴミのうち海などから漂流・漂着してきたものの割合」や「浜辺のゴミの出所を調べる方法」などで生成AIを活用することも考えられる。 必要に応じて、複数のグループの考えを取り上げ、生徒自身で比較したりまとめたりすることができるよう声かけや支援をする。 生徒の気付きや発言を適宜取り上げる。 特定の考えを取り上げる際、他のグループの考えについても取り上げ、価値付けする。
<p>・発問についてのグループの考え</p> <p><グループの考え1> 拾ったゴミ自体を一つ一つ調べれば分かる。</p> <p><グループの考え2> 波打ち際にあるのは、漂流してきたゴミではないか。</p> <p><グループの考え3> 波打ち際ではないところにあるゴミは利用者によるゴミが多そうだ。</p> <p><グループの考え4> 波打ち際にあるゴミと、波打ち際にないゴミを拾い、割合を調べればよい。</p>				
	○ 気付きについて交流する			思
	<p>・例えば「グループの考え4」を踏まえ、波打ち際にあるゴミと、波打ち際にないゴミの割合を調べることに取り組むときに気付いた点について交流する。</p>			
	○ 仮説の設定と検証方法について考察する			
	<p style="text-align: center;">【教師の発問】</p> <p>グループで仮説を立て、立てた仮説の検証方法を考えてください。</p>			
	<p>・発問についてのグループの考え</p> <p><グループの考え1> ・仮説 浜辺のゴミの多くが浜辺利用者によるものである ・検証方法 ある一定の範囲で波打ち際にあるゴミと、波打ち際にないゴミを拾い、それらの種類に着目する。</p>	<p><グループの考え2> ・仮説 浜辺のゴミの多くが海などから漂流・漂着してきたゴミである ・検証方法 ある一定の範囲で波打ち際にあるゴミと、波打ち際にないゴミを拾い、それらの体積や重さ比較する。</p>		<ul style="list-style-type: none"> 何をどのように比較するのかについて、「数学的な見方・考え方」や「理科の見方・考え方」を組み合わせて検証可能な仮説を立てさせる。 (例：ゴミのサンプル数について、信頼性のあるデータを得るために十分な量であるか。ゴミの各採集場所での測定方法の統一性が取れているか。)
整理 10分	○ 本時の学習について振り返る		個人	態
	<p>・振り返り 評価規準に基づいた自己評価の問いで振り返る。 【自己評価の問いの例】 仮説や仮説を検証する方法などを見いだすためにどのような困難が生じ、それをどのように解決しようと思いましたか。</p>		<ul style="list-style-type: none"> ICT端末の活用を促す。 評価規準：事象に向き合い、粘り強く考え、検証可能な仮説を立てようとしている。 	

オ 学習の進め方や学習評価の工夫

(ア) 生徒の主体的な学びを実現する学習指導の工夫

本事例においては、教師が生徒の居住する地域の身近な課題などから探究テーマを設定したり、体験活動（フィールドワークなど）からデータを収集させたりするなど設定の工夫を図った。また、生徒に課題を設定させる際には、生徒の興味・関心を重視しつつ、主体的に課題を設定できるように指導することが大切である。

(イ) 「主体的に学習に取り組む態度」の評価の工夫

本事例において、「主体的に学習に取り組む態度」を評価するに当たっては、単元の評価規準「様々な事象や課題に知的好奇心をもって向き合い、粘り強く考え行動し、課題の解決に向けて挑戦しようとしている」に基づき、生徒がGoogleフォームなどを活用して作成するポートフォリオの内容や、単元の終末などに行う自己評

価の記載などから評価することとしている。また、生徒の今後の探究の充実につながるよう、「粘り強い取組を行おうとしている側面」、「自らの学習を調整しようとする側面」の評価について教師が適宜フィードバックすることが重要である。

【単元の終末に位置付ける振り返りの時間に行う自己評価のための設問例】

これまでの探究を振り返り、次の①と②に答えよう。

- ①仮説や仮説を検証する方法などを見いだすために、どのような困難が生じ、それをどのように解決しようと思いましたか。これまでポートフォリオに記入した学習前後の考えの変容などを踏まえて考察、表現しましょう。
- ②探究活動を終えて、新たに生じた疑問点や、今回の探究活動を踏まえ、今後探究したい課題を記述しましょう。