

第11節 理 数

第1 理数科の基本的事項

1 理数科新設の経緯

(1) 新設の趣旨

平成28年12月の中央教育審議会答申において、我が国の生徒はPISA、TIMSS等の国際調査から、諸外国に比べて数学及び理科の学習に対する興味・関心・意欲について課題があることが示されている。また、現在、我が国は様々な課題に直面しており、これらの解決手段としてイノベーションに大きな期待が寄せられている。革新的な価値は、多様な学問分野の知の統合により生まれることが多く、従来の慣習や常識に捉われない柔軟な思考と斬新な発想によってもたらされるものである。したがって、強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などが求められている。国が指定しているスーパーサイエンスハイスクール（SSH）では、それぞれの生徒が自らの興味や関心などに基づいて様々な課題を設定して課題研究を行っており、相応の成果も上げている。また、理数に関する学科においても課題研究が行われており、その教育的な有効性についても広く認められている。

知の創出をもたらすことができる人材の育成を目指すには、そのための基礎的な資質・能力を身に付けるとともに、数学や理科に関する横断的なテーマに徹底的に向き合い考え抜く力を身に付ける必要があると考えられる。

以上のことから、各学科に共通する教科として数学と理科にわたる探究的科目「理数」（以下、「理数科」とする）を新設し、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こととした。

(2) 新教科・科目の基本原則

新教科・科目の基本原則については、アイディアの創発、挑戦性、総合性や融合性等の視点を重視している。特に、「数学的な見方・考え方や「理科の見方・考え方を豊かな発想で働かせたり、両者の「見方・考え方を組み合わせるなどして働かせたりすることが特徴である。

例えば、ある事象に対して、数量や形などに着目した数学的なアプローチと物質的な変化に着目した科学的なアプローチが考えられる場合、それぞれのアプローチで探究している生徒同士が緊密に意見交換を行い、これまでにないアイディアを生み出したり、これまで

あまり重要視されていなかった手法に光を当てたりすることも考えられる。いずれにしても、知的好奇心を活性化し、事象の本質を求めて粘り強く挑戦することが重要である。

2 理数科の要点

理数科において新設する科目を「理数探究基礎」及び「理数探究」の2科目で編成し、それぞれ選択履修とする。

「理数探究基礎」では、生徒の個性や実態に応じて実験や調査などの手法や統計処理の方法などを含んだ探究を遂行する上で必要な知識及び技能を身に付けさせる。また、実際に探究を遂行することなどを通して、各教科で学習した知識及び技能、見方・考え方の意味を再確認したり新たな意味を見いだしたり、他の生徒と共に探究の方針を考えたり議論したりして粘り強く探究に取り組む態度を身に付けさせる。

「理数探究」では、個人又はグループで課題を設定して主体的に探究を行い、結果をまとめて発表させる。課題は数学や理科などに関するものを中心に設定させ、探究の手法としては数学又は理科に基づくことが必要である。また、中間発表を行うなど、途中段階での進捗を確認しながら粘り強く取り組ませることが重要である。さらに、探究した結果やその過程を報告書等にまとめさせることが求められる。

3 理数科の目標及び科目編成

(1) 理数科の目標

様々な事象に関わり、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。

- (1) 対象とする事象について探究するために必要な知識及び技能を身に付けるようにする。
- (2) 多角的、複合的に事象を捉え、数学や理科などに関する課題を設定して探究し、課題を解決する力を養うとともに創造的な力を高める。
- (3) 様々な事象や課題に向き合い、粘り強く考え行動し、課題の解決や新たな価値の創造に向けて積極的に挑戦しようとする態度、探究の過程を振り返って評価・改善しようとする態度及び倫理的な態度を養う。

この目標は、理数科において、どのような資質・能力の育成を目指しているのかを簡潔に示したものである。

なお、課題を解決するために必要な基本的な資質・

能力については、相互に関連し合うものであり、目標(1)から(3)は育成する順を示したものではないことに留意することが必要である。

「様々な事象に関わり」とあるのは、「理数探究基礎」又は「理数探究」の対象となる事象は自然科学だけではなく、社会科学や人文科学に関するもの、芸術やスポーツ、生活に関するものなどあらゆるものが含まれ、自ら課題を設定しようとする動機付けとすることを示している。

「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」のうち「数学的な見方・考え方」とは、事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統一的・発展的、体系的に考えることである。また、「理科の見方・考え方」とは、自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの探究する方法を用いて考えることである。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、探究を進めることにより、更に広範かつ深い結果や創造的な結果が得られる可能性もある。

目標(1)は、育成を目指す資質・能力のうち、知識及び技能を示したものである。知識及び技能を育成するに当たっては、探究の意義やその過程、研究倫理などの探究するために必要な知識の理解を図るとともに、観察、実験、調査等についての基本的な技能や、事象を分析するための基本的な技能など探究するために必要な基本的な技能を身に付けることが重要である。

目標(2)は、育成を目指す資質・能力のうち、思考力、判断力、表現力等を示したものである。思考力、判断力、表現力等を育成するに当たっては、多角的、複合的に事象を捉え、数学や理科などに関する課題を設定し、数学的な手法や科学的な手法などを用いて、探究の過程を遂行するとともに、探究の過程を取りまとめ、成果などを適切に表現する力を養い、創造的な力を高めることが重要である。特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。

また、「創造的な力」とは、それまでなかった新たなものなどを生み出す力である。生徒の自由な発想で課題を設定させたり、新たな方法で挑戦させたり、探究の過程の途中であっても成果をまとめて発表させ生徒同士で意見交換させたりするなど、生徒の実態等を踏まえて創造的な力を養うことが大切である。

目標(3)は、育成を目指す資質・能力のうち、学びに向かう力、人間性等を示したものである。学びに向かう力、人間性等を育成するに当たっては、様々な事象

や課題に対して主体的に関わり、それらの事物・現象に対する気付きから課題を設定し解決しようとする態度や新たな価値の創造に向けて積極的に挑戦しようとする態度など、積極的に探究しようとする態度を養うことが重要である。また、探究の過程を振り返って評価・改善しようとする態度及び倫理的な態度を身に付けることも大切である。

(2) 科目の編成と履修

ア 科目編成及び標準単位数

理数科は、「理数探究基礎」及び「理数探究」で編成する。

これらの科目の標準単位数は次の表のとおりである。

科目	標準単位数
理数探究基礎	1
理数探究	2～5

理数科の「理数探究基礎」又は「理数探究」の履修をもって総合的な探究の時間の履修の一部又は全部に替えることができる。(※(4)参照)

なお、「理数探究基礎」及び「理数探究」の履修における順序はないが、目標や内容を段階的に構成しており、「理数探究基礎」を履修した上で「理数探究」を履修することが望ましい。ただし、「理数探究基礎」で育成を目指す資質・能力を、「総合的な探究の時間」などで養うことができていると判断される場合には、「理数探究基礎」を履修せずに「理数探究」を履修することも考えられる。

(3) 各科目の性格

「理数探究基礎」及び「理数探究」は「探究するために必要な基本的な知識及び技能」、「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」、「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」を育成することを目指している。いずれの科目も様々な事象に対して興味や関心をもつとともに、教科・科目の枠に捉われない多角的、複合的な視点で事象を捉え、数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を豊かな発想で活用したり、組み合わせたりしながら探究する科目である。その際、探究の成果としての新たな知見の有無や価値よりもむしろ、探究の過程における生徒の思考や態度を重視し、主体的に探究の過程全体をやり遂げることに指導の重点を置くこととしている。

「理数探究基礎」及び「理数探究」の2科目は次のような性格の違いをもつ。

「理数探究基礎」は、探究の過程全体を自ら遂行するための進め方等に関する基本的な知識・技能を身に

付け、新たな価値の創造に向けて挑戦する意義の理解、主体的に探究に取り組む態度等を育成する科目である。

「理数探究」は、「理数探究基礎」などで身に付けた資質・能力を活用して、自ら設定した課題について主体的に探究することを通じて、これらの資質・能力をより高めていく科目である。特に「理数探究」においては、

- ・ 生徒が自身の知的好奇心や興味・関心に基づき主体的に課題を設定する。
- ・ 探究を進める中でのアイデアの創発、挑戦性をより重視する。

など、生徒がより主体的、挑戦的に探究することを目指している。

(4) 科目の履修及び総合的な探究の時間の代替についての配慮事項（第1章総則第2款3(3)コ）

コ 理数の「理数探究基礎」又は「理数探究」の履修により、総合的な探究の時間の履修と同様の成果が期待できる場合においては、「理数探究基礎」又は「理数探究」の履修をもって総合的な探究の時間の履修の一部又は全部に替えることができる。

理数科は、「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、課題を解決するために必要な資質・能力」を育成することを目指すものであり、総合的な探究の時間は「探究の見方・考え方を働かせ、横断的・総合的な学習を行うこと」を通じて、自己の在り方生き方を考えながら、よりよく課題を発見し解決していくための資質・能力」を育成することを目指すものである。いずれも、複数の教科・科目等の見方・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資質・能力を育成するものであることから方向性は同じであると言える。そのため、理数科に属する科目である「理数探究基礎」又は「理数探究」の履修により、総合的な探究の時間の履修と同様の成果が期待できる場合においては、「理数探究基礎」又は「理数探究」の履修をもって総合的な探究の時間の履修の一部又は全部に替えることができるとしている。

なお、代替が可能とされるのは、「同様の成果が期待できる場合」とされており、「理数探究基礎」又は「理数探究」の履修によって総合的な探究の時間の履修に代替するためには、「理数探究基礎」又は「理数探究」を履修した成果が、総合的な探究の時間の目標等からみても満足できる成果が期待できることが必要であり、「理数探究基礎」又は「理数探究」の履修をもって、自動的に代替が認められるものではない。

総合的な探究の時間では、「自己の在り方生き方」を考えながら、よりよく課題を発見し解決していくための資質・能力を育成することを目指しており、総合的な探究の時間において生徒が設定する課題は、自己の在り方生き方を考えながら、自分にとって関わりが深いものであることが求められる。そのため、「理数探究基礎」又は「理数探究」の履修により、総合的な探究の時間の履修と同様の成果が期待できる」ためには、例えば、生徒が興味・関心、進路希望等自己の在り方生き方に応じて課題を設定するなどして、観察、実験、調査等や事象の分析等を行い、その過程を振り返ったり、結果や成果をまとめたりするなど、総合的な探究の時間の目標である「自己の在り方生き方を考えながら、よりよく課題を発見し解決していくための資質・能力」の育成に資する学習活動を通じた探究の過程を通して行うことが求められる。

第2 各科目の概要

1 各科目の目標と内容

(1) 「理数探究基礎」(1単位)

ア 性格

「理数探究基礎」は、様々な事象に関わり、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、課題を解決するために必要な基本的な資質・能力を育成する科目である。

「理数探究基礎」の特徴は、探究の過程全体を自ら遂行するための基本的な知識及び技能を身に付け、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など、課題を解決するために必要な資質・能力を育成することである。

イ 目標

様々な事象に関わり、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、課題を解決するために必要な基本的な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 探究するために必要な基本的な知識及び技能を身に付けるようにする。
- (2) 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。
- (3) 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。

ウ 内容と範囲，程度

様々な事象についての探究の過程を通して，次の事項を身に付けることができるよう指導する。

- ① 次のような知識及び技能を身に付けること。
 - (ア) 探究の意義についての理解
 - (イ) 探究の過程についての理解
 - (ウ) 研究倫理についての理解
 - (エ) 観察，実験，調査等についての基本的な技能
 - (オ) 事象を分析するための基本的な技能
 - (カ) 探究した結果をまとめ，発表するための基本的な技能
- ② 次のような思考力，判断力，表現力等を身に付けること。
 - (ア) 課題を設定するための基礎的な力
 - (イ) 数学的な手法や科学的な手法などを用いて，探究の過程を遂行する力
 - (ウ) 探究した結果をまとめ，適切に表現する力

内容は，①として知識及び技能，②として思考力，判断力，表現力等を身に付けるよう指導することを示している。なお，学びに向かう力，人間性等については，「理数探究基礎」の目標(3)を適用する。

- ① 次のような知識及び技能を身に付けることについて
- (ア) 探究の意義についての理解について

探究は，自分自身の「知りたいことを知る」という知的好奇心に根差したものであるとともに，その過程で様々な事象に対する興味や関心をより高めるものである。また，探究を行うことにより新たな知識及び技能を獲得したり，課題を発見し解決する力や，新たな課題の解決に挑戦しようとする態度などを身に付けたりすることができる。

また，多くの科学者や技術者の探究の積み重ねが科学技術の進歩や新たな価値の創造につながっているという意義を理解させることが重要である。その際，科学や技術の進歩は一朝一夕で得られるものではなく，多くは失敗を含む試行錯誤等の積み重ねの上に構築されるものであり，新たな価値の創造に向けて挑戦することによって得られるものであることを理解させることも重要である。

- (イ) 探究の過程についての理解について

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。その際，先行研究を調べることの必要性についても理解させるとともに，演繹的な方法や帰納的な方法等を用いることの重要性を理解させる。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ことも理解させる。

- (ウ) 研究倫理についての理解について

探究では，多くの研究者が積み重ねてきた研究結果を踏まえながら，新たな知見を得ることが求められる。その際，先人たちの研究結果を尊重するとともに，自らの探究も独善に陥らず信頼されるものにするのが重要となる。

探究の信頼性を確かなものにするため，参照した情報の信頼性に注意を払うことや，既存の情報については出典を明らかにすることが必要であることを理解させる。また，データのねつ造や論文の盗用などの不適切な行為は，科学の信頼を損ねるだけでなく，科学の健全な発展を脅かすことにつながることも理解させる。

なお，生物を対象とする探究では配慮すべき生命倫理があること，また，人を対象とする研究では人権等への配慮が求められることも理解させる。

- (エ) 観察，実験，調査等についての基本的な技能について

観察，実験，調査等に関しては，安全かつ正確に使用できるよう観察，実験器具の基本的な操作や，データを収集する方法，サンプルの抽出方法などを身に付けさせる。また，観察，実験，調査等の目的を明確にして適切に条件制御等を行い，見通しをもった計画を立てさせる。その際，データの質を高め，データの量を集めて観察，実験，調査等の信頼性を高めさせるようにする。

得られたデータについては，事後の再現性を意識させ，適宜写真や動画なども用いつつ，活動の日時，内容も含め，後で確認ができるよう結果等を全て記録に残すよう指導することが大切である。

- (オ) 事象を分析するための基本的な技能について

数学科や情報科で学習する統計的な内容と関連させながら，得られたデータから実験結果を予測して実験を行ったり，実験値と，理論値や数値シミュレーションから得られた結果とを比較したりして分析の質を高めることも重要である。

- (カ) 探究した結果をまとめ，発表するための基本的な技能について

報告書の作成に当たっては，設定した課題に対して探究の目的，仮説，方法，結果，分析，考察，結論，参考文献等をまとめ，論理的に記述する技能を身に付けさせる。特に，考察や結論においては，先行研究等から得られた情報と，自分の観察，実験等によって得られた知見などを区別して記述することの重要性を理解させる。

発表においては，論点を明確にして分かりやすく

伝えることが重要である。そのため、効果的な発表資料の作成や話し方の技能を身に付けさせるようにする。また、意見交換をすることで探究が深まることを理解させ、質問やそれに対する応答の技能も身に付けさせるようにする。

② 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けることについて

(ア) 課題を設定するための基礎的な力について

課題の設定に当たっては、生徒の興味・関心を尊重し、生徒自身が課題を設定できるようにすることが大切である。この際、以下のような工夫が考えられる。

- ・ 先行研究や具体的な事例を複数検討すること
- ・ 教師や他の生徒との意見交換などを通して課題を明確化すること

また、学校の実態や生徒の特性に応じて、小学校や中学校で学習した内容などを参考に課題を設定させ、探究させることも考えられる。

(イ) 数学的な手法や科学的な手法などを用いて、探究の過程を遂行する力について

解決のための手法は教科・科目の枠を超えた様々な組合せがあることに留意し、指導することが必要である。

数学的な手法や科学的な手法の例として、次のことが考えられる。

- ・ 検証可能な仮説を立てること
 - ・ 事象を数理的に捉え、構想や見通しを立てること
 - ・ 仮説を検証するために適切な観察、実験、調査等を行うこと
 - ・ モデルをつくりシミュレーションを行うこと
 - ・ 観察、実験、調査等の方法や結果を記録し、整理すること
 - ・ 観察、実験、調査等の結果に基づき考察すること
- 探究の過程を通して、生徒が新たな疑問や課題を見いだしたり、試行錯誤したり、振り返ったりするための時間や場を十分に確保することが重要である。

(ロ) 探究した結果をまとめ、適切に表現する力について

探究した結果をまとめるに当たっては、探究の過程で記録した内容を基に他者に伝えるべき内容を論理的に整理し、発表形式や対象者等に応じて適切な表現方法でまとめさせることが重要である。

なお、探究のまとめとして、探究の過程における教師や他の生徒との意見交換や議論、観察、実験、調査等の内容や方法、それらを行う中で生じた疑問、自らの思考の過程などを記録してそれを基に、自己の成長の過程を認識し、探究全体を自己評価できるようにすることは自らの進路を考える上でも重要で

ある。

エ 内容の取扱い

内容の取扱いに当たっては、次の事項に配慮するものとする。

- (1) 実施に当たっては、次のような事象等の探究の過程を通して、内容に示す基本的な知識及び技能や思考力、判断力、表現力等を身に付けるようにするものとする。
 - (ア) 自然事象や社会的事象に関すること
 - (イ) 先端科学や学際的領域に関すること
 - (ウ) 自然環境に関すること
 - (エ) 科学技術に関すること
 - (オ) 数学的事象に関すること
- (2) 実施に当たっては、探究の成果などについて、報告書を作成させるものとする。

ここでは、「(ア) 自然事象や社会的事象に関すること」、「(イ) 先端科学や学際的領域に関すること」、「(ウ) 自然環境に関すること」、「(エ) 科学技術に関すること」及び「(オ) 数学的事象に関すること」の中から一つ以上の課題を設定して探究を行わせ、報告書を作成して発表させる。

なお、以下の課題の例はあくまでも参考であり、実際の指導に当たっては、実施予定時間、地域や学校の実態及び生徒の個性等を踏まえつつ、生徒が主体的に課題の設定を行えるよう指導する必要がある。その際、教師が課題を幾つか例示し、生徒の興味・関心などに応じて課題を選択させることも考えられる。

(1)については、次のような事象等の探究の過程を通して、「ウ 内容」に示す知識及び技能や思考力、判断力、表現力等を身に付けるようにするものとする。

(ア) 自然事象や社会的事象に関することについて

・ 火山灰に関する探究

火山灰の椀がけを行い、鉱物の種類、状態、含まれる割合について調べる。同時に国土地理院の地質データ等からその地域の地質や過去の火山噴火等の資料を用いて、地域の火山の特徴を調べる。さらにその他の地域の火山灰など、資料を増やし比較することで、違いを探究する。

・ 中和反応における pH の変化に関する探究

中和滴定を行いながら、pH の変化を測定してグラフを作成し、なぜそのような変化をするのかについて探究する。

・ 合金の性質と組成の関係についての探究

比較的融点の低い 2 種類以上の金属を用いて合金を作り、その性質と組成の関係を探究する。

- **種子の発芽率に関する探究**
様々な種子を用いて、光、温度、水分量等の環境条件による発芽率の違いについて探究する。
- (イ) 先端科学や学際的領域に関することについて
 - **天体望遠鏡の制作**
レンズや反射鏡を用いた簡易な天体望遠鏡を作り、その仕組みと原理について探究する。
 - **防災に関する探究**
高等学校の周辺の地域で過去に生じた様々な災害の資料や、自治体の発行するハザードマップなどを参考に、その災害が生じる要因などを踏まえ、数学的モデルをつくりシミュレーションを行い、今後の防災・減災の方法について探究する。
 - **下水処理の仕組みに関する探究**
食品などを水に溶かして有機物による汚染水を作り、エアレーションなどの方法を用いて効果的な水の浄化方法を探究する。
 - **運動と体の生理的変化に関する探究**
簡易血圧計などを用いて、運動の量や強度と呼吸速度、心拍数との関係について探究する。また、運動の量や強度等に関わる様々な指標について、データに基づいて検証する。
- (ウ) 自然環境に関することについて
 - **河原の礫に関する探究**
河原の礫の種類と上流の地質図などから河川の運搬作用について探究する。
 - **気象に関する探究**
気象庁のウェブサイトから入手できる気象データとともに、それらの経年変化をもたらす要因となりそうな情報、例えば土地利用の変化や人口の増減などについて表計算ソフトを用いて統計的に解析する。
 - **地域の自然環境と人間生活の影響についての探究**
水道水、河川・湖沼水の硬度、pH、化学的酸素供給量(COD)や、大気中の二酸化窒素濃度等を測定し、人間生活と自然環境との完成を探究する。
 - **葉の単位面積当たりの質量と生育環境の関係に関する探究**
照葉樹の葉と夏緑樹の葉や、広葉樹の葉と針葉樹の葉の単位面積当たりの質量などを比較して、それぞれの葉の生育環境の違い等との関連性について探究する。
- (エ) 科学技術に関することについて
 - **市販の薬品の種類や構造と特性についての探究**
何か一つの症状を取り上げ（頭痛、風邪など）、様々な種類の市販の薬品の違いを一般の人々がどう理解して使い分けているかを調査し、消費行動との関係を探究する。
- (オ) 数学的事象に関することについて
 - **単位分数の循環桁数に関する探究**
単位分数（特に分母が素数の場合）の循環桁数について実際に計算して調べ、規則性や、その証明について探究する。
 - **三角関数や対数の値の計算方法に関する探究**
三角関数（有名角でないもの）や対数の値の計算方法について探究する。
 - **図形の性質に関する探究**
平面図形（三角形や円）、空間図形などの性質を調べ、幾何的な証明について考える。また、代数的な証明について探究する。
 - **数学のパズルや算数のゲームに関する探究**
パズルやゲーム（ハノイの塔、三山くずし、魔方陣、虫食い算など）の中にある規則性について探究する。
 - **統計に関する探究**
身の回りにあるデータを集めて分析し、問題点や改善点について探究する。
 - **大学入試問題を活用した探究**
問題を題材に、新たに法則や規則性を見出したり、他の分野との関連性について探究する。
なお、(ア)～(オ)以外でも次のようなものが課題として考えられる。
社会科学や人文科学に関するもの、芸術やスポーツ、生活に関するものについて
 - **文学作品に関する探究**
文学作品（日本や外国）について、例えば、ひとつの文の文字数などから得られるデータを調べ、年代、国や地域、作者ごとに考えられる表現の特徴や規則性について探究する。また、特徴や規則性を踏まえて、文章を書いてみる。
 - **遠近法や透視図法に関する探究**
ルネサンス期の西洋の原典の挿絵や図を解釈することを通して遠近法や透視図法について探究する。また、遠近法や透視図法を用いて絵を描いてみる。
 - **スポーツで勝つための条件に関する探究**
スポーツ（個人やチーム）に関する様々なデータについて、勝敗の要因を様々な方向から分析することを通して、勝つために必要な条件について探究する。また、条件を踏まえて、実践してみる。
 - **服に関する探究**
繊維や布などの素材の特質を調べ、快適な着心地を実現する服や組み合わせの条件について探究する。また、条件を踏まえて、季節ごとの快適な着心地を実現する服や組み合わせを提案してみる。

・ 比喩表現と人々のイメージについての探究

文学的によく使われる比喩表現（雪のように白い、燃えるように赤い、など）は、人々の中でどのようなイメージを描いているのかを調査し、表現とイメージとの関係を探査する。

(2)については、「ウ 内容」の①(カ)に示す内容を踏まえて、生徒の実態に合わせてポスターやレポートなどの形式で作成させる。その際、「ウ 内容」の①(ウ)に示すような、研究倫理に関する配慮も大切に

(2) 「理数探究」 (2～5 単位)

ア 性格

「理数探究」は、様々な事象に関わり、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、課題を解決するために必要な資質・能力を育成する科目である。

「理数探究」の特徴は、生徒自らが課題を設定した上で、主体的に探究の過程を遂行し、探究の成果などについて報告書を作成させるなど、課題を解決するために必要な資質・能力を育成することである。

イ 目標

様々な事象に関わり、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。

- (1) 対象とする事象について探究するために必要な知識及び技能を身に付けるようにする。
- (2) 多角的、複合的に事象を捉え、数学や理科などに関する課題を設定して探究し、課題を解決する力を養うとともに創造的な力を高める。
- (3) 様々な事象や課題に主体的に向き合い、粘り強く考え行動し、課題の解決や新たな価値の創造に向けて積極的に挑戦しようとする態度、探究の過程を振り返って評価・改善しようとする態度及び倫理的な態度を養う。

ウ 内容と範囲、程度

様々な事象についての探究の過程を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

- ① 次のような知識及び技能を身に付けること。
 - (ア) 探究の意義についての理解
 - (イ) 探究の過程についての理解
 - (ウ) 研究倫理についての理解
 - (エ) 観察、実験、調査等についての技能
 - (オ) 事象を分析するための技能
 - (カ) 探究した結果をまとめ、発表するための技能

② 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること

- (ア) 多角的、複合的に事象を捉え、課題を設定する力
- (イ) 数学的な手法や科学的な手法などを用いて、探究の過程を遂行する力
- (ウ) 探究の過程を整理し、成果などを適切に表現する力

内容は、①として知識及び技能、②として思考力、判断力、表現力等を身に付けるよう指導することを示している。なお、学びに向かう力、人間性等については、「理数探究」の目標の(3)を適用する。

① 次のような知識及び技能を身に付けることについて (ア)～(ウ)の理解については「理数探究基礎」のウ ①(ア)～(ウ)と同様の内容であるが、自ら課題を設定し、探究の過程を遂行することを通して、より主体的に理解させる必要がある。

(エ)については、設定した課題に応じた観察、実験、調査等についての技能を、探究の過程を遂行することを通して身に付けさせることがねらいである。

観察、実験に関しては、観察、実験器具の特徴や性質を理解して安全かつ正確に使用できる技能を身に付けさせる。調査等に関しては、調査対象の特徴や性質を考慮した上で、法則などを見いだすために必要なデータを収集する方法、サンプルの抽出方法などを身に付けさせる。

また、観察、実験、調査等の目的を明確にして適切に条件制御等を行って計画を立てさせたり、実験方法を創意工夫させたりするとともに、データの質を高め、十分な量のデータを集めて観察、実験、調査等の信頼性を高めさせるようにする。

得られたデータについては、事後の再現性を意識させ、適宜写真や動画なども用いつつ、活動の日時、内容も含め、後で確認ができるよう結果等を全て記録として残すよう指導することが大切である。

(ウ)については、事象を分析するための技能を探究の過程を遂行することを通して身に付けさせることがねらいである。

観察、実験、調査等で得られたデータには誤差やばらつきがあることを考慮して、例えば、平均値のほかに標準偏差、相関係数などの統計量を基に分析したり、推定や仮説検定、単回帰などの統計的手法を活用したりすることが考えられる。

数学科や情報科で学習する統計的な内容と関連させながら、得られたデータから実験結果を予測して実験したり、実験値と、理論値や数値シミュレーション

ョンから得られた結果とを比較したりして、分析の質を高めることも重要である。

(カ)については、探究の成果などをまとめ、発表するための技能を探究の過程を遂行することを通して身に付けさせることがねらいである。

報告書の作成に当たっては、設定した課題に対して、探究の目的、仮説、方法、結果、分析、考察、結論、参考文献等をまとめ、論理的に記述する技能を身に付けさせる。特に、考察や結論においては、先行研究等から得られた情報と、自分の観察、実験等によって得られた知見などを区別して記述することの重要性を理解させる。

発表においては、探究の目的や成果を分かりやすく伝え、議論を通して考察を深めることが重要である。そのため、発表資料などの作成や話し方及び質疑応答の技能を高めるようにする。

② 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けることについて

(ア)については、自然や社会についての観察や経験などから問題を発見したり、仮説を立てたりするといった、探究の過程における課題の設定を行うための力を育成することがねらいである。課題の設定に当たっては、生徒の興味・関心を尊重し、生徒自身が主体的に課題を設定できるようにすることが大切である。

(イ)については、課題を解決するための手法を適切に選択し、探究の過程を遂行する力を育成することがねらいである。解決のための手法は教科・科目の枠を超えた様々な組合せがあることや、既に学習した手法にとどまらず新たに手法を学びつつ進めることがあること、手法を実行するだけでなくその結果を受け、改善する場合があることなどに留意し、生徒の柔軟な発想を生かすよう指導する。

課題の解決のための数学的な手法や科学的な手法の例としては、「理数探究基礎」で示したことに加え、次のことが考えられる。

- ・ 解析すべき現象から本質を抽出した幾つかの公理や定義に基づき、そこから演繹的推論によって結論を導くこと
- ・ 可能な限り多くの試行を行うこと
- ・ データの特徴を捉え、具体的な現象を扱うのに適したモデルを構成すること
- ・ 限られた環境の中で目的を達成するために、最適な解決策を探ること
- ・ 課題に対する解決策の中で、条件を整理したり、取捨選択したりしながら、最善な解決策を見いだすこと

- ・ 先行研究や既知の知見と、自分の観察、実験の結果を比較し考察すること

- ・ 得られた結果を整理したり単純化したりするなどして、規則性や関係性を見だし、結論を導くこと

- ・ 解決の方法や内容、順序を見直したり、自らの取組を客観的に評価したりして結果の妥当性を検討すること

- ・ 前提や条件を明確にして、また、統計的手法などを活用して、数学的に得られた解を解釈したり評価したりすること

探究の過程を通して、生徒が新たな疑問や課題を見いだしたり、試行錯誤したり、振り返ったりするための時間や場を十分に確保することが重要である。また、生徒同士で互いの探究について報告したり、意見交換をしたりする場を設け、自分とは異なる発想などに触れ、自らの探究の内容や方法について振り返ったり改善したりすることも重要である。

(ウ)については、探究した過程を整理する力や、探究の成果などを適切に表現する力を育成することがねらいである。

探究の過程を整理するに当たっては、探究の目的、仮説、方法、結果、分析、考察、推論、今後の課題、参考文献等の必要事項を意識させつつ、報告書やポスターなどを作成させ、探究の成果を相手にとって分かりやすく表現させる活動を通して思考力、判断力、表現力等の育成を図ることが大切である。

なお、探究のまとめとして、探究の過程における教師や他の生徒との意見交換や議論、観察、実験、調査等の内容や方法、それらを行う中で生じた疑問、自らの思考の過程などを記録してそれを基に、自己の成長の過程を認識し、探究全体を自己評価できるようにすることは自らの進路を考える上でも重要である。

エ 内容の取り扱い

内容の取扱いに当たっては、次の事項に配慮するものとする。

- | |
|--|
| <p>(1) 実施に当たっては、次のような事象等の探究の過程を通して、内容に示す知識及び技能や思考力、判断力、表現力等を身に付けるようにするものとする。</p> <ul style="list-style-type: none">(ア) 自然事象や社会的事象に関すること(イ) 先端科学や学際的領域に関すること(ウ) 自然環境に関すること(エ) 科学技術に関すること(オ) 数学的事象に関すること |
|--|

- (2) 実施に当たっては、生徒の興味・関心、進路希望等に応じて、(1)の(ア)から(オ)までの中から、個人又はグループで適切な課題を設定させるものとする。
- (3) 実施に当たっては、数学的な手法や科学的な手法などを用いるものとする。
- (4) 実施に当たっては、探究の過程を振り返る機会を設け、意見交換や議論を通して、探究の質の向上を図るものとする。
- (5) 実施に当たっては、探究の成果などについて、報告書を作成させるものとする。

ここでは、「(ア) 自然事象や社会的事象に関すること」、「(イ) 先端科学や学際的領域に関すること」、「(ウ) 自然環境に関すること」、「(エ) 科学技術に関すること」及び「(オ) 数学的事象に関すること」の中から一つ以上の課題を設定して探究を行わせ、報告書を作成して発表させる。なお、以下の課題の例はあくまでも参考であり、実際の指導に当たっては、実施予定時間、地域や学校の実態及び生徒の個性等を踏まえつつ、生徒が主体的に課題の設定を行えるよう指導する必要がある。

(1)については、次のような事象等の探究の過程を通して、「ウ 内容」に示す知識及び技能や思考力、判断力、表現力等を身に付けるようにするものとする。

なお、「理数探究基礎」で取り扱った内容をさらに発展・継続的に探究することも考えられる。

(7) 自然事象や社会的事象に関すること

・ **火成岩の観察と分類に関する探究**

火成岩を色や密度で分類したり、薄片を偏光顕微鏡で観察したり、石材として利用されている火成岩を調査したりして、その特徴について探究する。

・ **化石を用いた古環境、進化などに関する探究**

代表的な示準化石及び示相化石や、地域で採集した化石の観察を行い、古環境、進化の道筋などについて探究する。

・ **交通流（人や車の流れ）に関する探究**

学校の周辺道路において渋滞が発生しているような場所の交通量の調査をすることで、渋滞がどのように発生するのかを探究する。

・ **振り子の振動に関する探究**

長さの等しい（周期の等しい）振り子を複数用意する。全ての振り子を天井から吊しそれぞれ異なるタイミングで振動を開始させると、時間の経過と共にそれぞれの振り子の位相が変化してくると考えられる。振り子を振動させるタイミングや振り子の個数

を変化させた時、振動の位相がどのように変化していくかを探究する。

・ **成分物質の抽出・単離の手法を活用した探究**

茶からカフェインを抽出し再結晶等で精製したり、柑橘類のクエン酸やビタミンCなどを容量分析により定量したりして、天然物の成分と種の分類や固体の生育条件の違いとの関連等について探究する。

・ **学校の出欠状況に関する探究**

日々の欠席・遅刻・早退数を調べることにより、それらの数が曜日や天候、学校行事や授業内容とどのような関係にあるかを探究する。クラスごとの比較をして、特定のクラスの批判にならないように注意が必要である。

・ **待ち行列に関する探究**

校内に生じる待ち行列について（昼休みのパンの購入等）、平均的な待ち時間や生じている待ちの人数について調べ、どのような確率分布に従うかを探究する。

・ **足並みが揃う過程に関する探究**

体育の授業において集団での走り始めると、始めバラバラだった足並みが時間の経過と共に自然と揃っていくことが知られている。この現象について、足並みが揃うまでの時間や集団の人数等を調べ、どのようなメカニズムが潜んでいるかを探究する。

・ **スマートフォンのデータ使用量に関する探究**

スマートフォンのデータ使用量の日々の変化を調べることで、曜日や天候等とどのような関係にあるかを探究する。

・ **路線バスの運行に関する探究**

停留所ごとの停車時間と乗車人数及び停留所間の所要時間を調べることで、どのような確率分布に従うかを探究する。

・ **光合成速度に関する探究**

異なる色の光源を用いて、光の波長などの違いによるオオカナダモの光合成速度の違いについて探究する。

(イ) 先端科学や学際的領域に関することについて

・ **国立天文台等の撮影画像データを用いた天体についての探究**

画像解析ソフトを用いて、天体望遠鏡の撮影画像データから、星団のHR図、散開星団までの距離、セファイド、ハッブルの法則などについて探究する。

・ **生物の遺伝的多様性に関する探究**

校内の植物や身近に生息する生物種を取り上げ、DNAの塩基配列を解読し、遺伝的多様性について探究する。

(ウ) 自然環境に関することについて

- **地域の自然環境と人間生活の影響についての探究**
河川・湖沼水の硬度やプランクトン相，pH，化学的酸素要求量，陰イオン系界面活性剤濃度等や，大気中の二酸化窒素・浮遊粒子状物質濃度等を継続的に測定し，人間生活が自然環境に及ぼす影響を探究する。

(エ) 科学技術に関すること

- **高分子化合物，染料や指示薬，洗剤などの合成に関する探究**

ナイロンやポリメタクリル酸メチルなどの高分子化合物からなる合成繊維やプラスチック，アゾ染料などの合成染料，フェノールフタレインやメチルオレンジなどの酸，塩基指示薬などを合成し，それらの性質について探究する。

- **新たな DNA 抽出方法に関する探究**

純粋な DNA をより多く抽出するために有効な生物材料や抽出方法について探究する。

(オ) 数学的事象に関することについて

- **べき a^b に関する探究**

b が有理数や実数であるときに，どのように計算できるか探究する。また，複素数であるときに，どのように計算できるか探究する。

- **図形の性質に関する探究**

平面図形（三角形や円），空間図形などの性質を調べ，幾何的な証明について探究する。また，代数的な証明について探究する。さらに，複素数を利用した証明についても探究する。

- **数学のパズルや算数のゲームに関する探究**

パズルやゲーム（ハノイの塔，三山くずし，魔方陣，虫食い算など）の中にある規則性について探究する。また，オリジナルのルールを考え，その規則性について探究する。

- **江戸時代の算額に関する探究**

江戸時代の算額に関して調べ，図形の性質や数式を利用した解き方を探究する。

なお，(ア)～(オ)以外でも次のようなものが課題として考えられる。

社会科学や人文科学に関するもの，芸術やスポーツ，生活に関するものについて

- **産業や文化に関する探究**

町や地域特有の産業，あるいは文化が発展した理由について郷土史等で調べ，地形や地質との関連を探究する。

- **渋滞に関する探究**

学校生活において，体育館や校庭など一か所に生徒が集まるときに発生する渋滞について，人数や歩

く速度，時間や距離，心理などから得られるデータを分析し，渋滞が発生する条件について探究する。また，条件を踏まえて，渋滞の改善の提案をし，実践してみる。

- **音楽に関する探究**

音楽（日本や外国）について，例えば，楽譜や音の波形などから得られるデータを調べ，年代や国や地域，作者ごとに考えられる音楽の特徴や規則性について探究する。また，特徴や規則性を踏まえて，作曲や演奏をしてみる。

- **服に関する探究**

服の着心地や構造，機能などを調べ，発汗や体温の上下など人の生理現象から得られるデータから服の関係，身体の健康を保つための服の在り方などについて探究する。また，条件を踏まえて，服や組み合わせを提案してみる。

- **ローンに関する探究**

住宅購入等におけるローンについて，固定金利や変動金利，借り換えを行った場合などの計算を行う。また，ローンにおける最適な条件について探究する。

- **オリンピックのメダル数に関する探究**

4年に1度開かれるオリンピックにおいて，国ごとのメダル数と国力（国民総生産・人口・企業の数・年齢構成等）の関係を調べて，どのような事柄がメダル数に関係しているかを調べる。

- **各自治体の環境政策に関する探究**

それぞれの自治体が抱えている環境問題（生態系保全，衛生など）を調べ，その問題に対して現在どのような対策が行われているか，またその対策における改善点や問題点などについて探究する。

(2)については，課題の設定に関する配慮事項を示している。生徒の興味・関心や進路希望等に応じて，生徒が主体的に課題を設定することが大切である。課題については，「(ア) 自然事象や社会的事象に関すること」，「(イ) 先端科学や学際的領域に関すること」，「(ウ) 自然環境に関すること」，「(エ) 科学技術に関すること」及び「(オ) 数学的事象に関すること」の中から設定させる。ただし，これらの中から2項目以上にまたがるものでもよい。また，探究の実施に当たっては，無理のない計画を立てさせ，解決の見通しの立つ課題を設定させるようにすることが大切である。探究は個人で行ってもグループで行ってもよい。生徒の個性や学校及び地域の実態等を考慮してより効果が上がるよう配慮することが大切である。

(3)については，探究を遂行する手法について示している。課題の対象としては数学，理科に関するも

のに限定するものではないが、探究を進める上では、証明可能な命題を数学的に証明したり、検証可能な仮説を立て観察、実験、調査等でデータを収集したり、数値データを統計的に処理したりすることなど、数学的な手法や科学的な手法などを用いることの必要性を示している。

(4)については、探究の過程を振り返る機会を設け、意見交換や議論を通して、探究の質の向上を図ることの必要性を示している。自己の探究の過程を批判的に検討するための振り返りの機会は、探究の各過程、中間発表、探究のまとめの発表などの複数の場面で設定することが考えられる。例えば、探究の各過程では日々の活動の記録を利用したり、中間発表ではポスターやレポートを利用したりして、生徒と教師だけでなく、生徒同士、生徒と専門家などとの意見交換や議論によって、探究の内容や方法を検討し、問題点を見い出してそれを改善するなど、探究の質を高めることが大切である。

(5)については、探究の成果などについて、報告書を作成させることの必要性を示している。探究の成果をまとめる報告書の作成では、「ウ 内容」の①(カ)に示す内容を踏まえて、ポスターやレポート、論文などを作成させる。その際、広く成果を発信するために、英語で報告書を作成させることも考えられる。その際、「ウ 内容」の①(ウ)に示すような研究倫理に関する配慮も大切である。

探究では検証が十分に行えなかったり、期待した成果が得られなかったりする場合でも生徒が達成感を感じることができるよう指導することが大切である。その場合、探究を振り返り、探究の過程をまとめる報告書を作成させることで、探究の意義を理解させるとともに、生徒の進路や在り方生き方などに肯定的な影響を与えるよう指導することが重要である。

2 理数科における探究的な学習の指導のポイント

(1) 探究の過程で留意すべき点

初めに、理数科と、高等学校「総合的な探究の時間」の学習指導要領解説に書かれている探究の過程について以下に示す。

理数科	「総合的な探究の時間」
① 課題の設定 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出して設定する。	① 課題の設定 体験活動などを通して、課題を設定し課題意識をもつ。

理数科	「総合的な探究の時間」
② 課題解決の過程 数学的な手法や科学的な手法などを用いて、仮説の設定、検証計画の立案、観察、実験、調査等、結果の処理などを行う。	② 情報の収集 必要な情報を取り出したり収集したりする。
③ 分析・考察・推論 得られた結果を分析し、先行研究や理論なども考慮しながら考察し推論する。	③ 整理・分析 収集した情報を整理したり分析して思考する。
④ 表現・伝達 課題解決の過程と結果や成果などをまとめ、発表する。	④ まとめ・表現 気づきや発見、自分の考えなどをまとめ、判断し、表現する。
※ 指導上の配慮事項 探究の過程は①～④の必ずしも一方向の流れではない。探究のための具体的方法を固定して考えず、探究の過程を適宜振り返ながら改善させる。	※ 指導上の配慮事項 探究の過程は①～④が順序よく繰り返されるわけではなく、順番が前後することもあるし、一つの活動の中に複数のプロセスが一体化して同時に行われる場合もある。

次に、理数科の探究の過程で留意すべき点について示す。

① 課題の設定

特に、「理数探究」においては、課題を生徒に主体的に設定させることが求められるため、自然現象や社会的事象等に対する疑問や問題意識を持たせるような働きかけやその機会をつくることが重要である。例えば、数学や理科などの授業で疑問に思ったことを基に課題を設定させたり、科学史などの話題を参考に課題を設定させたりすることが考えられる。生徒が考えた疑問や問題意識などが具体性に欠けている場合、関連する分野の書籍を紹介したり、疑問や問題意識を言語化させてその意味を問いかけたりするなど、具体化できるように働きかけることが大切である。

② 課題解決の過程

理数科においては、数学的な手法や科学的な手法などを用いて課題を解決することが求められる。課題解決の過程においては、様々な手法を試したり、組み合わせたりすることなどが考えられる。

仮説を立てさせる段階では、その仮説が数学的な

手法や科学的な手法を用いて検証できるものか、与えられた条件（設定された時間や環境など）で検証できるものかを意識させる必要がある。既知の知識や経験、先行研究、予備調査の結果などに基づいて考えさせることが大切である。

検証計画の立案を行わせる段階では、類似の先行研究の実験や分析方法などを参考にさせるなどして、仮説を検証するためにどのような観察、実験、調査等を行い、どのような分析を行うかなどの見通しを持たせることが大切である。その際、設定された時間や環境の中で検証するためには、利用できる機材や用いることができる知識及び技能、検証に要する時間などを把握させることが重要である。また、検証計画の立案が容易でない場合は、粘り強く考えさせ、教師や他の生徒との議論などを通して探究の方向性を再検討させたり、実験方法を工夫させたりすることで解決の糸口を見いださせるよう指導することも大切である。なお、必要な機材が用意できない場合は、その代わりとなるものを自ら作り出させることも考えられる。

観察、実験においては、測定操作を正確かつ精密に行ったかということに加え、操作している条件以外の条件も揃っていたかを検討させることが大切である。そのため、観察や実験を行った際の環境や用いた器具等に関する情報も詳細に記録に残しておき、得られたデータについてしっかりと評価できるよう指導する必要がある。

③ 分析・考察・推論

得られたデータを分析し、傾向や法則性などを見いだして考察し推論する際には、科学的な根拠を踏まえ、論理的な思考に基づいて行うように指導する必要がある。特に、データの分析においては、データの質と量が十分であるかを評価させることが重要である。また、データの質と量が仮説を検証するために十分でないと判断された場合には、検証計画を立て直させたり、観察、実験、調査等を再度行わせたりすることが大切である。

④ 表現・伝達

スライドやポスターを用いた発表の際には、他者に対して課題解決の過程と結果や成果などを分かりやすく説明し、様々な視点から探究の内容について評価や助言を受けることが大切である。また、報告書をまとめる際には、設定した課題に対して、探究の目的、仮説、方法、結果、分析、考察、推論、今後の課題、参考文献等の要素が適宜含まれるよう指導する必要がある。その際、得られた結果と考察を区別してまとめさせることに留意する。

(2) 観察、実験の結果の捉え方

理科の探究においては、事実に沿って仮説を検証することが重要である。すなわち、観察や実験によって得られたデータの信頼性が保証されることが必要になる。一般的に、観察、実験の結果から、仮説が支持された場合は、仮説を暫定的に正しいとして、更に広い対象に適用できるかを検討することなどが考えられる。一方、結果から仮説が支持されない場合は、仮説を棄却して新たな仮説による課題の解決を行うことが考えられる。ただし、仮説が支持されないと生徒が判断した場合でも、検証方法の妥当性や、得られた結果の信頼性を再確認させる必要がある。得られた結果を詳細に調べていくことで、より面白い着想や新たな発見につながることもあるため、実施した検証方法や得られた結果を振り返らせることが大切である。なお、生徒が予想していた結果が得られなかったことで、探究そのものや検証が失敗であると結論付けたり、予想した結果になるよう都合の悪いデータを除外したりすることがないように指導する必要がある。

(3) 挑戦しようとする態度

探究では、課題を解決する方法が初めからわかっているわけではないので、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、自らの探究に対して自信をもてるよう指導することが重要である。また、見通しがつかずに迷いが生じる場合などは、初めから答えの分かっている実験を行うのではないことを協調して励ましたり、特定の条件を付け加えて対象を限定するなどの助言を与えることで、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、生徒同士で探究内容を発表しあい、質疑応答の時間を設けるなど、互いに探究の質を高められるように支援することも考えられる。

(4) 探究の過程を振り返って評価・改善しようとする態度

科学では、それまで正しいと考えられていた研究成果であっても、のちに否定されることがある。これは、科学者が過去の研究成果に対して批判的な考えをもって議論したり、検証したりするからである。生徒が探究を進めるに当たっても、このような考えをもたせるとともに、自分自身の探究の過程に対しても批判的な考えをもって評価・改善するよう指導することが重要である。生徒同士や生徒と教師の意

見交換や議論により科学的かつ批判的に自身の探究を振り返らせたり、議論の際は、自身の手法や意見に必要以上にこだわらず、他者の指摘を受け入れられるように柔軟性をもった態度で臨むように指導することが大切である。

第3 各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い

1 指導計画作成上の配慮事項

指導計画の作成に当たっては、第2章第1節理数「第1 目標」及び「第2 各科目の目標及び内容」に照らして、各科目の目標や内容のねらいが十分達成できるように次の事項に配慮する。

(1) 主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善

(1) 単元など内容や時間のまとまりを見通して、その中で育む資質・能力の育成に向けて、生徒の主体的・対話的で深い学びの実現を図るようにすること。その際、生徒や学校、地域の実態等に応じて、生徒が数学的な見方・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、様々な事象や課題に向き合い、主体的に探究することができるよう創意工夫を生かした教育活動の充実を図ること。

「主体的な学び」については、例えば、様々な事象から数学や理科などに関する課題を設定したりする学習となっているか、結果を分析し解釈して仮説の妥当性を検討したりしているか、得られた知識及び技能を基に、次の課題を発見したり、新たな視点で様々な事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。

「対話的な学び」については、例えば、課題の設定や検証計画の立案、観察、実験、調査等の結果の処理、考察などの場面では、あらかじめ個人で考え、その後、意見交換や科学的な根拠に基づいて議論を行い、自分の考えをより妥当なものにする学習となっているかなどの視点から、授業改善を図ることが考えられる。なお、対話的な学びについては、生徒同士だけではなく、生徒と教師との対話、特に数学科や理科の教師だけではなく様々な教科の教師との対話などを通して、生徒の探究の質が高まることも期待できると考えられる。

「深い学び」については、例えば、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学ぶことにより、新たに獲得した資質・能力に基づいた「数学的な見方・考え方」や「理科の見方・考え方」

を、次の学習や日常生活などにおける課題の発見や解決の場面で働かせているか、さらに、課題を設定し、課題解決の過程を通して物事の本質に近づいていっているかなどの視点から、授業改善を図ることが考えられる。

(2) 結果や成果などの発表の機会の設定

(2) 探究した結果や探究の成果などを発表させる機会を設けること。

報告書を作成させるとともに発表会などを行い、探究の成果を発表させる機会を設けることにより、生徒の論理的な思考力・表現力を育むことや、互いの探究についての質疑応答を通して探究に関する理解を深めるようにする。その際、大学や研究機関などの研究者により専門的な見地からの意見によって、生徒に探究の達成感をもたせたり、奥深さを実感させたり、その後の探究を促進させたりすることも考えられる。

(3) 指導を行う教師と指導体制

(3) 各科目の指導に当たっては、数学又は理科の教師が指導を行うこと。その際、探究の質を高める観点から、数学及び理科の教師を中心に、複数の教師が協働して指導に当たるなど指導体制を整えることにも配慮すること。

生徒が主体的に取り組むためには、生徒自身の問題意識や興味・関心から課題が設定され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も考えられる。その際、探究の質を高めるため、多様な視点からの助言を得ることが大切である。したがって、数学及び理科の教師を中心に、複数の教科の教師が、それぞれの教科に関連する分野の指導に当たるなど、複数の教師が協働して指導に当たるなど指導体制を整えることにも配慮する必要がある。

(4) 障害のある生徒などへの指導

(4) 障害のある生徒などについては、学習活動を行う場合に生じる困難さに応じた指導内容や指導方法の工夫を計画的、組織的に行うこと。

障害のある生徒などの指導に当たっては、個々の生徒によって、見えにくさ、聞こえにくさ、道具の操作の困難さ、移動上の制約、健康面や安全面での制約、発音のしにくさ、心理的な不安定、人間関係形成の困難さ、読み書きや計算等の困難さ、注意の集中を持続することが苦手であることなど、学習活動を行う場合に生じる困難さが異なることに留意し、個々の生徒の困難さに応じた指導内容や指導方法を工夫することが

必要である。

(5) 理数に関する学科における履修

(5) 理数に関する学科においては、原則として「理数探究」を全ての生徒に履修させるものとする。

理数に関する学科の目標を実現するためには、理数科に属する科目のうち「理数探究」を原則履修科目とすることが適当と判断したものである。また、このことによりこれまで理数に関する学科において原則履修科目としていた、主として専門学科において開設される教科「理数」に属する科目であった「課題研究」は廃止するが、「理数探究」については、「課題研究」を更に発展させる取組としてこれまでと同等以上の取組が期待される。

2 内容の取扱いに当たっての配慮事項

内容の取扱いに当たっては、次の事項に配慮する。

(1) 探究の課程における記録

(1) 探究の過程における観察、実験などの内容やその中で生じた疑問、それに対する自らの思考の過程などを記録させること。

実験とその結果の対応などを明確にし、再現性や信頼性を向上や、思考の過程も含めて記録することで、自分自身を振り返って後の学習に生かしたり他者からの助言によってさらに探究を深めたりしようとするときなどに役立てることが可能になると考えられる。

観察、実験などを行う際には、可能な限り記録を取り再現性や信頼性を確保することは研究倫理の面からも重要である。

(2) 「数学的な手法」を用いる探究の過程

(2) 「理数探究基礎」の内容のイの(i)及び「理数探究」の内容のイの(i)の「数学的な手法」を用いる探究の過程に関して、生徒の学習状況に応じ、様々な事象を数式などを用いて分析する数学的モデルをつくり探究することも行われるよう配慮すること。

「数学的モデルをつくり探究すること」とは、例えば、自然事象や社会的な事象の中のある数量の変化に着目してデータを取り、数量の関係や変化を数式で表すことなどをいう。通常、データには誤差が含まれているので、数式は近似式となるが、近似式を基にしてその後の変化を予測することが可能になる。また、「なぜそのような式で表現されるのか」を考えることで事象の本質に近づくことが可能になったり、それまで見いだされていなかった事実を見いだすことが可能にな

ったりすることも考えられる。

(3) 生命の尊重と自然環境の保全

(3) 生命を尊重し、自然環境の保全に寄与する態度の育成を図ること。また、環境問題や科学技術の進歩と人間生活に関わる内容等については、持続可能な社会をつくること重要性も踏まえながら、科学的な見地から取り扱うこと。

生命の尊重については、生物のつくりと働きの精妙さや生物は生物からしか生み出されないことなどを、科学的な知識に基づいて理解させ、生命を尊重する態度の育成を図る。また、生きている生物を教材とする場合には、生徒の心情に配慮するとともに、生物や自然に与える影響を必要最小限にとどめながら、真摯に多くのことを学習するよう指導するなど、適切な扱いに配慮する必要がある。

(4) 研究倫理

(4) 研究倫理などに十分配慮すること。

高校生として配慮する研究倫理として、次のようなものが考えられる。

- ・ 探究の過程における不正な行為
- ・ 探究の過程における人権侵害

一般的に、研究活動における不正行為とは、データや研究結果などの「ねつ造」、「改ざん」、「盗用」などがある。これらを防ぐため、探究の過程において適宜研究倫理について意識させる場面を設け、信頼できる探究になっているかどうかを確認させることや、探究の過程においてできる限り記録を取り再現性や信頼性を確保させることなどが重要である。また、差別的な内容や表現、個人情報への不適切な扱い等による人権侵害が起らないよう十分な配慮が必要である。

(5) コンピュータなどの活用

(5) 観察、実験などの過程での情報の収集・検索、計測・制御、結果の集計・処理などにおいて、コンピュータや情報通信ネットワークなどを積極的かつ適切に活用すること。

理数科の学習においては、様々な事象に関わり、探究の過程を通して、課題を解決するために必要な資質・能力を育成するためには、コンピュータや情報通信ネットワークなどの積極的かつ適切な活用は効果的である。なお、情報通信ネットワークを介して得られた情報は適切なものばかりでないことに留意し、情報の収集・検索を行う場合には、情報源や情報の信頼度について検討を加え、引用の際には引用部分を明確

にするよう指導することが大切である。

(6) 体験的な学習活動の充実

(6) 観察、実験、野外観察などの体験的な学習活動を充実させること。また、環境整備に十分配慮すること。

体験的な学習は、主体的に学習に取り組む態度を育成するとともに、学ぶことの楽しさや成就感を体得させる上で有用である。このような学習の意義を踏まえ、理数科において、観察、実験、野外観察などの体験的な学習に取り組めるようにすること、また、実験室や教材、器具等の物的環境の整備や人的支援などを長期的な展望のもとに計画的に環境整備していくことが大切である。

(7) 博物館や科学学習センターなどとの連携

(7) 大学や研究機関、博物館や科学学習センターなどと積極的に連携、協力を図るようにすること。

理数科の特色を生かすために、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。これらの活用については、生徒を引率して見学や体験をさせることの他に、標本や資料を借り受けたり、専門家を学校に招いたりすることなどが考えられる。その際、学校と大学及び研究機関、博物館、科学学習センターなどが十分に連絡を取り合い、ねらいを明確にして実施計画を立て、事前、事後の指導を十分に行い安全にも留意することが大切である。

また、受講者を募って公開講座や実習などを実施している大学や研究機関、企業などもあり、これらと連携、協力しながら学習活動を更に充実していくことも考えられる。

連携先として、例えば、埼玉県自然の博物館、埼玉県立川の博物館、埼玉県環境科学国際センター、埼玉県産業技術総合センター、さいたま市青少年宇宙科学館、理化学研究所、産業技術総合研究所、日本科学未来館などが考えられる。

(8) 事故防止、薬品などの管理及び廃棄物の処理

(8) 観察、実験、野外観察などの指導に当たっては、関連する法規等に従い、事故防止に十分留意するとともに、使用薬品などの管理及び廃棄についても適切な措置を講ずること。

理数科の学習における観察、実験、野外観察などの活動は、様々な事象への興味・関心を高めたり、課題を解決する力を育成したりする上で必要不可欠なものである。このような活動を安全で適切に行うためには、

事故の防止、薬品の管理や廃棄物の処理などについて、適切な措置を講ずる必要がある。

(9) 理数に関する学科における探究の質の向上

(9) 理数に関する学科においては、「理数探究基礎」及び「理数探究」の指導に当たり、観察、実験などの結果を分析し解釈して自らの考えを導き出し、それらを表現するなどの学習活動を充実すること。特に、「理数探究」の指導に当たっては、課題の設定や振り返りの機会を工夫するなどして一層の探究の質の向上を図ること。

1の(5)の規定により、理数に関する学科では「理数探究」が原則履修科目となっており、これまで理数に関する学科において原則履修科目であった「課題研究」と同等以上の取組が期待される。

理数に関する学科における「理数探究基礎」及び「理数探究」の実施に当たっては、生徒が観察、実験などの結果を分析し解釈して自らの考えを導き出し、それらを表現するなどの学習活動の時間を十分に確保したり展開を工夫したりすることが重要である。特に、「理数探究」の実施に当たっては、生徒が試行錯誤しながら探究の過程を遂行する中で、例えば、課題の設定や振り返りなどの場面において、教師が適切な示唆を与えるなど、生徒の探究の質をより高められるようにすることなどが考えられる。その際、新たな課題を見いださせることなども考えられる。

3 総則に関する事項

(1) 道徳教育との関連（総則第1款2(2)）

学校における道徳教育は、人間としての在り方生き方に関する教育を学校の教育活動全体を通じて行うことによりその充実を図るものとし、各教科に属する科目（以下「各教科・科目」という。）、総合的な探究の時間及び特別活動（以下「各教科・科目等」という。）のそれぞれの特質に応じて、適切な指導を行うこと。

高等学校における道徳教育については、各教科・科目等の特質に応じ、学校の教育活動全体を通じて生徒が人間としての在り方生き方を主体的に探究し、豊かな自己形成ができるよう、適切な指導を行うことが求められている。

このため、各教科・科目においても目標や内容、配慮事項の中に関連する記述があり、理数科との関連をみると、特に次のような点を指摘することができる。理数科においては、多角的、複合的に事象を捉え、数学や理科などに関する課題を設定して探究し、課題を解決する力を養うとともに創造的な力を高めることは、

道徳的判断力の育成にも資するものである。また、
「様々な事象や課題に向き合い、粘り強く考え行動し、
課題の解決や新たな価値の創造に向けて積極的に挑戦
しようとする態度」、「探究の過程を振り返って評価・
改善しようとする態度」、「倫理的な態度」を養うこ
とは、工夫して生活や学習をしようとする態度を養う
ことにも資するものである。