

高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)解説

理数編

平成 30 年 7 月



文部科学省

まえがき

文部科学省では、平成30年3月30日に学校教育法施行規則の一部改正と高等学校学習指導要領の改訂を行った。新高等学校学習指導要領等は平成34年度から年次進行で実施することとし、平成31年度から一部を移行措置として先行して実施することとしている。

今回の改訂は、平成28年12月の中央教育審議会答申を踏まえ、

- ① 教育基本法、学校教育法などを踏まえ、これまでの我が国の学校教育の実践や蓄積を生かし、生徒が未来社会を切り拓くための資質・能力を一層確実に育成することを目指す。その際、求められる資質・能力とは何かを社会と共有し、連携する「社会に開かれた教育課程」を重視すること。
- ② 知識及び技能の習得と思考力、判断力、表現力等の育成とのバランスを重視する平成21年改訂の学習指導要領の枠組みや教育内容を維持した上で、知識の理解の質を更に高め、確かな学力を育成すること。
- ③ 道徳教育の充実や体験活動の重視、体育・健康に関する指導の充実により、豊かな心や健やかな体を育成すること。

を基本的なねらいとして行った。

本書は、大綱的な基準である学習指導要領の記述の意味や解釈などの詳細について説明するために、文部科学省が作成するものであり、高等学校学習指導要領第2章第11節「理数」について、その改善の趣旨や内容を解説している。

各学校においては、本書を御活用いただき、学習指導要領等についての理解を深め、創意工夫を生かした特色ある教育課程を編成・実施されるようお願いしたい。

むすびに、本書「高等学校学習指導要領解説理数編」の作成に御協力くださった各位に対し、心から感謝の意を表する次第である。

平成30年7月

文部科学省初等中等教育局長

高橋道和

目次

- 第1章 総説 1
 - 第1節 改訂の経緯及び基本方針 1
 - 1 改訂の経緯 1
 - 2 改訂の基本方針 3
 - 第2節 理数科新設の経緯及び要点 6
 - 1 理数科新設の経緯 6
 - 2 理数科の要点 9
 - 第3節 理数科の目標 10
 - 第4節 理数科の科目編成 15
 - 1 理数科の科目編成 15
 - 2 各科目の性格 16
- 第2章 理数科の各科目 17
 - 第1節 理数探究基礎 17
 - 1 性格 17
 - 2 目標 18
 - 3 内容と範囲, 程度 20
 - 4 内容の取扱い 24
 - 第2節 理数探究 28
 - 1 性格 28
 - 2 目標 29
 - 3 内容と範囲, 程度 31
 - 4 内容の取扱い 35
 - 第3節 理数科における探究的な学習の指導のポイント 39
 - 1 探究の過程で留意すべき点 39
 - 2 観察, 実験, 調査等の結果の捉え方 42
 - 3 挑戦しようとする態度 43

4 探究の過程を振り返って評価・改善しようとする態度	44
● 第3章 各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い	45
1 指導計画作成上の配慮事項	45
(1) 主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善	45
(2) 結果や成果などの発表の機会の設定	46
(3) 指導を行う教師と指導体制	47
(4) 障害のある生徒などへの指導	47
(5) 理数に関する学科における履修	48
2 内容の取扱いに当たっての配慮事項	49
(1) 探究の過程における記録	49
(2) 「数学的な手法」を用いる探究の過程	49
(3) 生命の尊重と自然環境の保全	50
(4) 研究倫理	50
(5) コンピュータなどの活用	50
(6) 体験的な学習活動の充実	51
(7) 博物館や科学学習センターなどとの連携	51
(8) 事故防止, 薬品などの管理及び廃棄物の処理	52
(9) 理数に関する学科における探究の質の向上	53
3 総則に関する事項	55
(1) 道徳教育との関連	55
(2) 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	55

● 付録	57
● 付録1：理数探究の事例イメージ	59
● 付録2：学校教育法施行規則（抄）	84
● 付録3：高等学校学習指導要領 第1章 総則	89
● 付録4：高等学校学習指導要領 第2章 第11節 理数	107
● 付録5：高等学校学習指導要領 第2章 第4節 数学	111
● 付録6：高等学校学習指導要領 第2章 第5節 理科	126
● 付録7：高等学校学習指導要領 第3章 第9節 理数	160
● 付録8：高等学校学習指導要領解説 数学編 理数編（抄）理科編 理数編（抄）	169
● 付録9：高等学校学習指導要領 第4章 総合的な探究の時間	173
● 付録10：小・中学校における「道德の内容」の 学年段階・学校段階の一覧表	176

第1節 改訂の経緯及び基本方針

1 改訂の経緯

今の子供たちやこれから誕生する子供たちが、成人して社会で活躍する頃には、我が国は厳しい挑戦の時代を迎えていると予想される。生産年齢人口の減少、グローバル化の進展や絶え間ない技術革新等により、社会構造や雇用環境は大きく、また急速に変化しており、予測が困難な時代となっている。また、急激な少子高齢化が進む中で成熟社会を迎えた我が国にあっては、一人一人が持続可能な社会の担い手として、その多様性を原動力とし、質的な豊かさを伴った個人と社会の成長につながる新たな価値を生み出していくことが期待される。

こうした変化の一つとして、進化した人工知能（AI）が様々な判断を行ったり、身近な物の働きがインターネット経由で最適化されるIoTが広がったりするなど、Society5.0とも呼ばれる新たな時代の到来が、社会や生活を大きく変えていくとの予測もなされている。また、情報化やグローバル化が進展する社会においては、多様な事象が複雑さを増し、変化の先行きを見通すことが一層難しくなっている。そうした予測困難な時代を迎える中で、選挙権年齢が引き下げられ、更に平成34（2022）年度からは成年年齢が18歳へと引き下げられることに伴い、高校生にとって政治や社会は一層身近なものとなるとともに、自ら考え、積極的に国家や社会の形成に参画する環境が整いつつある。

このような時代にあって、学校教育には、子供たちが様々な変化に積極的に向き合い、他者と協働して課題を解決していくことや、様々な情報を見極め、知識の概念的な理解を実現し、情報を再構成するなどして新たな価値につなげていくこと、複雑な状況変化の中で目的を再構築することができるようにすることが求められている。

このことは、本来我が国の学校教育が大切にしてきたことであるものの、教師の世代交代が進むと同時に、学校内における教師の世代間のバランスが変化し、教育に関わる様々な経験や知見をどのように継承していくかが課題となり、子供たちを取り巻く環境の変化により学校が抱える課題も複雑化・困難化する中で、これまでどおり学校の工夫だけにその実現を委ねることは困難になってきている。

こうした状況の下で、平成26年11月には、文部科学大臣から、新しい時代にふさわしい学習指導要領等の在り方について中央教育審議会に諮問を行った。中央教育審議会においては、2年1か月にわたる審議の末、平成28年12月21日に「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「平成28年12月の中央教育審議会答申」という。）を示した。

平成28年12月の中央教育審議会答申においては、“よりよい学校教育を通じてよりよい社会を創る”という目標を学校と社会が共有し、連携・協働しながら、新しい時代に求められる資質・能力を子供たちに育む「社会に開かれた教育課程」の実現を目指し、学習

指導要領等が、学校、家庭、地域の関係者が幅広く共有し活用できる「学びの地図」としての役割を果たすことができるよう、次の6点にわたってその枠組みを改善するとともに、各学校において教育課程を軸に学校教育の改善・充実の好循環を生み出す「カリキュラム・マネジメント」の実現を目指すことなどが求められた。

- ① 「何ができるようになるか」(育成を目指す資質・能力)
- ② 「何を学ぶか」(教科等を学ぶ意義と、教科等間・学校段階間のつながりを踏まえた教育課程の編成)
- ③ 「どのように学ぶか」(各教科等の指導計画の作成と実施、学習・指導の改善・充実)
- ④ 「子供一人一人の発達をどのように支援するか」(子供の発達を踏まえた指導)
- ⑤ 「何が身に付いたか」(学習評価の充実)
- ⑥ 「実施するために何が必要か」(学習指導要領等の理念を実現するために必要な方策)

これを踏まえ、文部科学省においては、平成29年3月31日に幼稚園教育要領、小学校学習指導要領及び中学校学習指導要領を、また、同年4月28日に特別支援学校幼稚部教育要領及び小学部・中学部学習指導要領を公示した。

高等学校については、平成30年3月30日に、高等学校学習指導要領を公示するとともに、学校教育法施行規則の関係規定について改正を行ったところであり、今後、平成34(2022)年4月1日以降に高等学校の第1学年に入学した生徒(単位制による課程にあっては、同日以降入学した生徒(学校教育法施行規則第91条の規定により入学した生徒で同日前に入学した生徒に係る教育課程により履修するものを除く。))から年次進行により段階的に適用することとしている。また、それに先立って、新学習指導要領に円滑に移行するための措置(移行措置)を実施することとしている。

● 2 改訂の基本方針

今回の改訂は平成28年12月の中央教育審議会答申を踏まえ、次の基本方針に基づき行った。

(1) 今回の改訂の基本的な考え方

- ① 教育基本法，学校教育法などを踏まえ，これまでの我が国の学校教育の実践や蓄積を生かし，生徒が未来社会を切り拓くための資質・能力を一層確実に育成することを旨とする。その際，求められる資質・能力とは何かを社会と共有し，連携する「社会に開かれた教育課程」を重視すること。
- ② 知識及び技能の習得と思考力，判断力，表現力等の育成とのバランスを重視する平成21年改訂の学習指導要領の枠組みや教育内容を維持した上で，知識の理解の質を更に高め，確かな学力を育成すること。
- ③ 道徳教育の充実や体験活動の重視，体育・健康に関する指導の充実により，豊かな心や健やかな体を育成すること。

(2) 育成を目指す資質・能力の明確化

平成28年12月の中央教育審議会答申においては，予測困難な社会の変化に主体的に関わり，感性を豊かに働かせながら，どのような未来を創っていくのか，どのように社会や人生をよりよいものにしていくのかという目的を自ら考え，自らの可能性を発揮し，よりよい社会と幸福な人生の創り手となる力を身に付けられるようにすることが重要であること，こうした力は全く新しい力ということではなく学校教育が長年その育成を目指してきた「生きる力」であることを改めて捉え直し，学校教育がしっかりとその強みを発揮できるようにしていくことが必要とされた。また，汎用的な能力の育成を重視する世界的な潮流を踏まえつつ，知識及び技能と思考力，判断力，表現力等とをバランスよく育成してきた我が国の学校教育の蓄積を生かしていくことが重要とされた。

このため「生きる力」をより具体化し，教育課程全体を通して育成を目指す資質・能力を，ア「何を理解しているか，何ができるか（生きて働く「知識・技能」の習得）」，イ「理解していること・できることをどう使うか（未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」の育成）」，ウ「どのように社会・世界と関わり，よりよい人生を送るか（学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の涵養）」の三つの柱に整理するとともに，各教科等の目標や内容についても，この三つの柱に基づく再整理を図るよう提言がなされた。

今回の改訂では，知・徳・体にわたる「生きる力」を生徒に育むために「何のために学ぶのか」という各教科等を学ぶ意義を共有しながら，授業の創意工夫や教科書等の教材の改善を引き出していくことができるようにするため，全ての教科等の目標や内容を「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」の三つの柱で再整理した。

(3) 「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の推進

子供たちが、学習内容を人生や社会の在り方と結び付けて深く理解し、これからの時代に求められる資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けることができるようにするためには、これまでの学校教育の蓄積も生かしながら、学習の質を一層高める授業改善の取組を活性化していくことが必要である。

特に、高等学校教育については、大学入学者選抜や資格の在り方等の外部要因によって、その教育の在り方が規定されてしまい、目指すべき教育改革が進めにくいと指摘されてきたところであるが、今回の改訂は、高大接続改革という、高等学校教育を含む初等中等教育改革と、大学教育の改革、そして両者をつなぐ大学入学者選抜改革という一体的な改革や、更に、キャリア教育の視点で学校と社会の接続を目指す中で実施されるものである。改めて、高等学校学習指導要領の定めるところに従い、各高等学校において生徒が卒業までに身に付けるべきものとされる資質・能力を育成していくために、どのようにしてこれまでの授業の在り方を改善していくべきかを、各学校や教師が考える必要がある。

また、選挙権年齢及び成年年齢が18歳に引き下げられ、生徒にとって政治や社会が一層身近なものとなる中、高等学校においては、生徒一人一人に社会で求められる資質・能力を育み、生涯にわたって探究を深める未来の創り手として送り出していくことが、これまで以上に重要となっている。「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善（アクティブ・ラーニングの視点に立った授業改善）とは、我が国の優れた教育実践に見られる普遍的な視点を学習指導要領に明確な形で規定したものである。

今回の改訂では、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を進める際の指導上の配慮事項を総則に記載するとともに、各教科等の「第3款 各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い」等において、単元や題材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、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を進めることを示した。

その際、以下の点に留意して取り組むことが重要である。

- ① 授業の方法や技術の改善のみを意図するものではなく、生徒に目指す資質・能力を育むために「主体的な学び」、「対話的な学び」、「深い学び」の視点で、授業改善を進めるものであること。
- ② 各教科等において通常行われている学習活動（言語活動、観察・実験、問題解決的な学習など）の質を向上させることを主眼とするものであること。
- ③ 1回1回の授業で全ての学びが実現されるものではなく、単元や題材など内容や時間のまとまりの中で、学習を見通し振り返る場面をどこに設定するか、グループなどで対話する場面をどこに設定するか、生徒が考える場面と教師が教える場面とをどのように組み立てるかを考え、実現を図っていくものであること。
- ④ 深い学びの鍵として「見方・考え方」を働かせることが重要になること。各教科等の「見方・考え方」は、「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」というその教科等ならではの物事を捉える視点や考え方である。各教科

等を学ぶ本質的な意義の中核をなすものであり、教科等の学習と社会をつなぐものであることから、生徒が学習や人生において「見方・考え方」を自在に働かせることができるようにすることにこそ、教師の専門性が発揮されることが求められること。

- ⑤ 基礎的・基本的な知識及び技能の習得に課題がある場合には、それを身に付けさせるために、生徒の学びを深めたり主体性を引き出したりといった工夫を重ねながら、確実な習得を図ることを重視すること。

(4) 各学校におけるカリキュラム・マネジメントの推進

各学校においては、教科等の目標や内容を見通し、特に学習の基盤となる資質・能力（言語能力、情報活用能力（情報モラルを含む。以下同じ。）、問題発見・解決能力等）や現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力の育成のために教科等横断的な学習を充実することや、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を単元や題材など内容や時間のまとまりを見通して行うことが求められる。これらの取組の実現のためには、学校全体として、生徒や学校、地域の実態を適切に把握し、教育内容や時間の配分、必要な人的・物的体制の確保、教育課程の実施状況に基づく改善などを通して、教育活動の質を向上させ、学習の効果の最大化を図るカリキュラム・マネジメントに努めることが求められる。

このため、総則において、「生徒や学校、地域の実態を適切に把握し、教育の目的や目標の実現に必要な教育の内容等を教科等横断的な視点で組み立てていくこと、教育課程の実施状況を評価してその改善を図っていくこと、教育課程の実施に必要な人的又は物的な体制を確保するとともにその改善を図っていくことなどを通して、教育課程に基づき組織的かつ計画的に各学校の教育活動の質の向上を図っていくこと（以下「カリキュラム・マネジメント」という。）に努める」ことについて新たに示した。

(5) 教育内容の主な改善事項

このほか、言語能力の確実な育成、理数教育の充実、伝統や文化に関する教育の充実、道徳教育の充実、外国語教育の充実、職業教育の充実などについて、総則や各教科・科目等（各教科・科目、総合的な探究の時間及び特別活動をいう。以下同じ。）において、その特質に応じて内容やその取扱いの充実を図った。

第2節 理数科新設の経緯及び要点

1 理数科新設の経緯

(1) 理数科新設の経緯

平成28年12月の中央教育審議会答申では、新教科・科目の設置の背景について、次のように述べられており、このたびの各学科に共通する教科「理数」（以下、「理数科」という）の新設は、これらを踏まえて行ったものである。

- PISA2015では、数学的リテラシー、科学的リテラシー共に、平均得点が高く、引き続き上位グループに位置しているなどの成果が見られるとともに、同年に実施されたTIMSS2015では、小・中学生ともこれまでの調査において最も良好な結果であり、また、数学及び理科を学ぶ楽しさやこれらの学習する意義等に対する意識についても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少なく、更に学校段階が上がるごとに低下していく傾向にあり、憂慮される状況にある。
- また、探究的な学習は、学習に対する興味・関心・意欲の向上をはじめ、知識・技能の着実な習得や思考力・判断力・表現力等の育成に有効であると考えられ、高等学校の数学及び理科の分野における探究的な学習を中核に据えた科目として、「数学活用」及び「理科課題研究」が設定されているが、大学入学者選抜における評価がほとんど行われないことや、指導のノウハウが教員間に共有されていないことなどもあって、高等学校における科目の開設率が極めて低くなっている。
- このような背景から、数理横断的なテーマに徹底的に向き合い考え抜く力を育成するため、大学入学者選抜の改革や「大学入学希望者学力評価テスト（仮称）」に向けた動きも踏まえつつ、数学と理科の知識や技能を総合的に活用して主体的な探究活動を行う新たな選択科目の設置を検討した。
- 数学・理科にわたる探究的科目については、スーパーサイエンスハイスクール（SSH）で行われている「課題研究」等と同様、将来、学術研究を通じた知の創出をもたらすことができる人材の育成を目指し、そのための基礎的な資質・能力を身に付けることができる科目となることが期待されている。このため、今後の学術研究に求められる方向性を十分に踏まえたものとするのが重要である。
- 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が、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ている。また、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とら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。

PISA等の国際調査から、我が国の生徒は、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とら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。実際に、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。この教科の考え方は、現在米国などで推進されているSTEM（Science, Technology, Engineering and Mathematics）教育の考え方と同じ方向を向いているとも考えられる。

(2) 新教科・科目の基本原則

平成28年12月の中央教育審議会答申では、新教科・科目の基本原則について、次のように述べられている。

- このような方向性を踏まえつつ、アイデアの創発、挑戦性、総合性や融合性等の視点を重視しつつ新科目の基本原則については、以下のとおり整理することができる。
 - ・ 様々な事象に対して知的好奇心を持つとともに、教科・科目の枠にとらわれない多角的、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、
 - ・ 探究的な学習を行うことを通じて、
 - ・ 新たな価値の創造に向けて粘り強く挑戦する力の基礎を培う。

新教科・科目の基本原則については、アイデアの創発、挑戦性、総合性や融合性等の視点を重視し、従前の教科・科目の枠にとらわれない形で整理されている。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」を組み合わせる働きを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。

(3) 新教科・科目の基本的な構成

平成28年12月の中央教育審議会答申では、新教科・科目の基本的な構成について、次のように述べられている。

- SSHにおける実践の状況等も踏まえ、新科目においては、生徒が探究の過程全体を自ら遂行できるようになることを目指し、その基礎を学ぶ段階（「理数探究基礎」）と、それを活用しつつ実際に探究を進める段階（「理数探究」）の2段階で構成することが適当である。
- 「基礎を学ぶ段階」では、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礎的な知識・技能、新たな価値の創造に向けて挑戦することについての意義の理解、主体的に探究に取り組む態度等を育成することが重要である。
- 「探究を進める段階」においては、基礎で身に付けた資質・能力を活用して探究の過程全体を自ら遂行し、結果を取りまとめ、発表するものとする。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べきである。
- また、「理数探究」及び「理数探究基礎」は、現行の数学科における「数学活用」、理科における「理科課題研究」及び専門教科「理数」における「課題研究」の内容を踏まえ、発展的に新設されるものであることから、専門教科「理数」における「課題研究」については廃止するものとする。

ここでは、理数科において新設する科目を、「基礎を学ぶ段階」と「探究を進める段階」の2段階で構成することが示されている。2段階で構成するのは、現在取り組まれているスーパーサイエンスハイスクールの課題研究などで成果を上げている取組などを踏まえたものである。また、それぞれの段階における主な内容についても示されている。注意すべきは、探究の成果を上げることも大切であるが、それ以上に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ことである。

● 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、生徒の特性や実態に応じて観察、実験、調査等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、各教科等で学習した知識及び技能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、その成果など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、探究した成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。

第3節 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。初めに、どのような学習の過程を通してねらいを達成するかを示し、(1)では育成を目指す資質・能力のうち「知識及び技能」を、(2)では「思考力、判断力、表現力等」を、(3)では「学びに向かう力、人間性等」をそれぞれ示し、三つの柱に沿って明確化した。

なお、課題を解決するために必要な資質・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、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、統合的・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科学的な視点で捉え、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、更に広範で深い結果や成果、創造的な結果や成果などが得られる可能性もある。

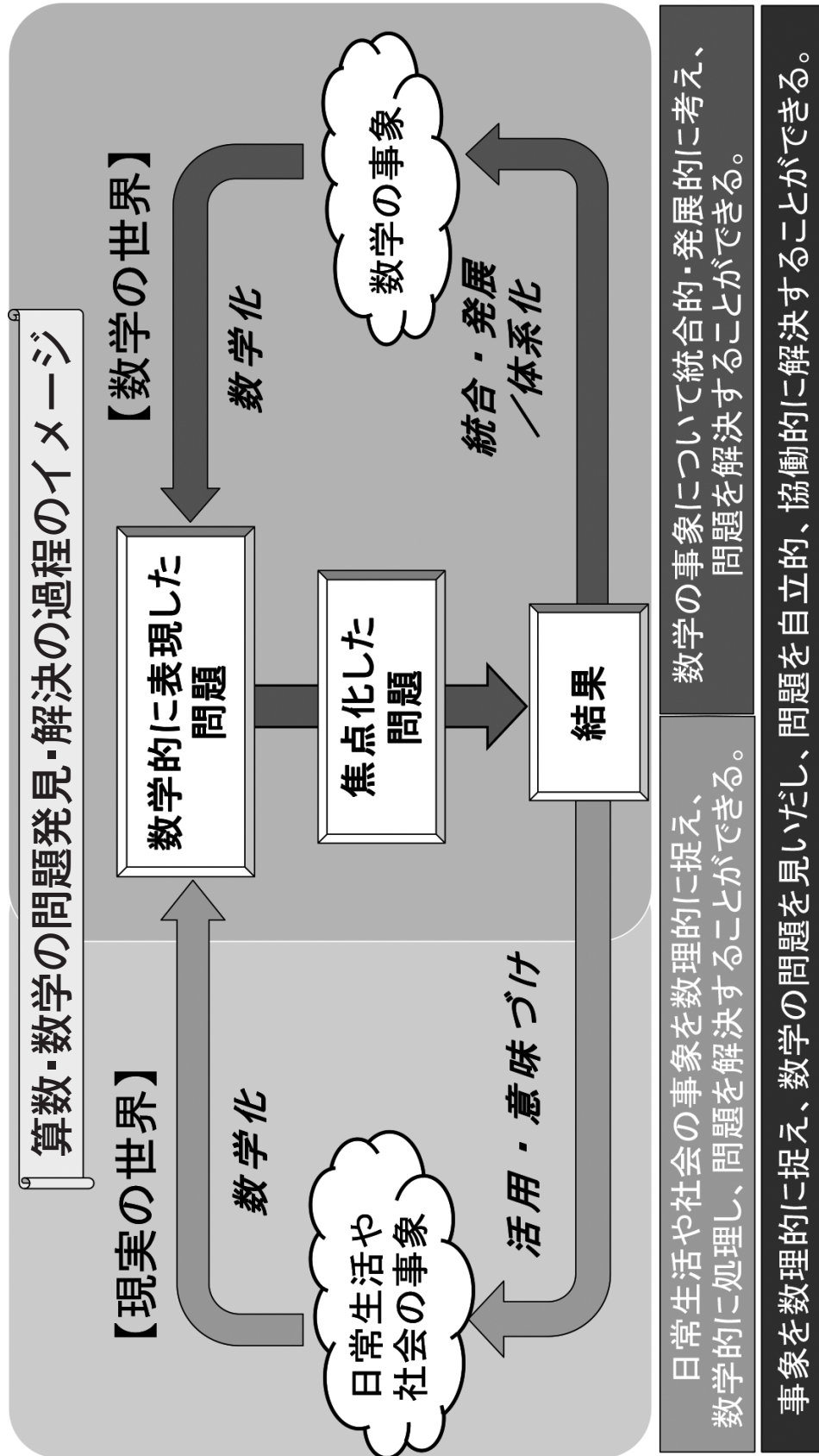
目標(1)は、育成を目指す資質・能力のうち、知識及び技能を示したものである。知識及び技能を育成するに当たっては、探究の意義やその過程、研究倫理などの探究するために必要な知識を身に付けさせるとともに、観察、実験、調査等についての技能や、事象を分析するための技能など探究するために必要な技能を身に付けさせることが重要である。

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（図1：12ページ，図2：13ページ，図3：14ページ）を遂行させるとともに、探究の過程を振り返り、結果や成果などを適切に表現する力を身に付けさせ、創造的な力を高めさせ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、探究の過程でそれまでの結果や成果など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高めさせることが大切である。

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向き合い、それらに対する気付きから課題を設定し、粘り強く考え行動し、課題を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、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養うことも大切である。

図1 資質・能力を育むために重視する算数・数学の問題発見・解決の過程のイメージ
(中央教育審議会答申を一部修正)

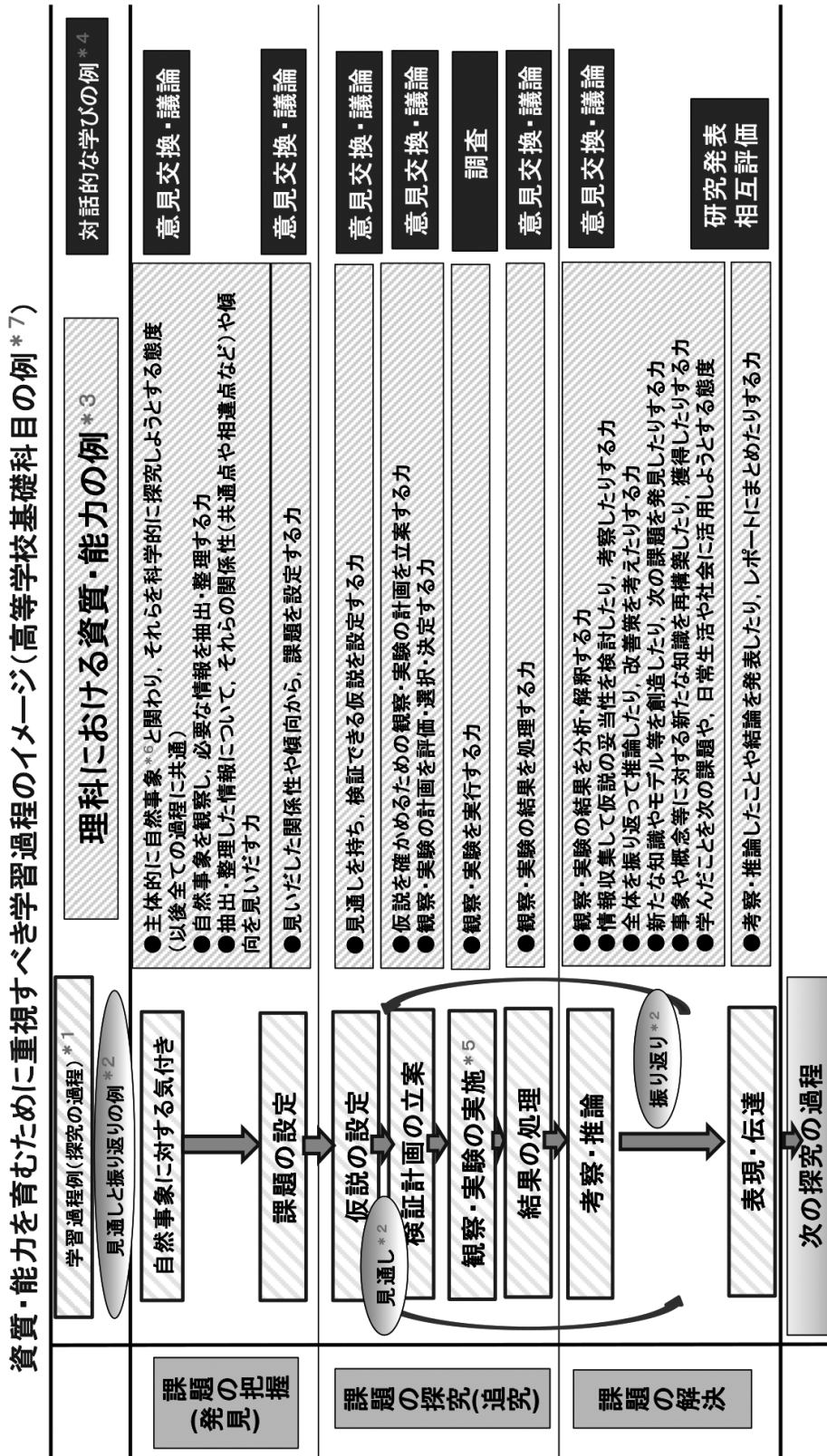


※各場面で、言語活動を充実

※これらの過程は、自立的にときに協働的に行い、それぞれに主体的に取り組めるようにする。

※それぞれの過程を振り返り、評価・改善することができるようにする。

図2 資質・能力を育むために重視する理科の探究の過程のイメージ（中央教育審議会答申を一部修正）



高等学校の数学・理科にわたる探究的科目 の学習過程(探究の過程)のイメージ

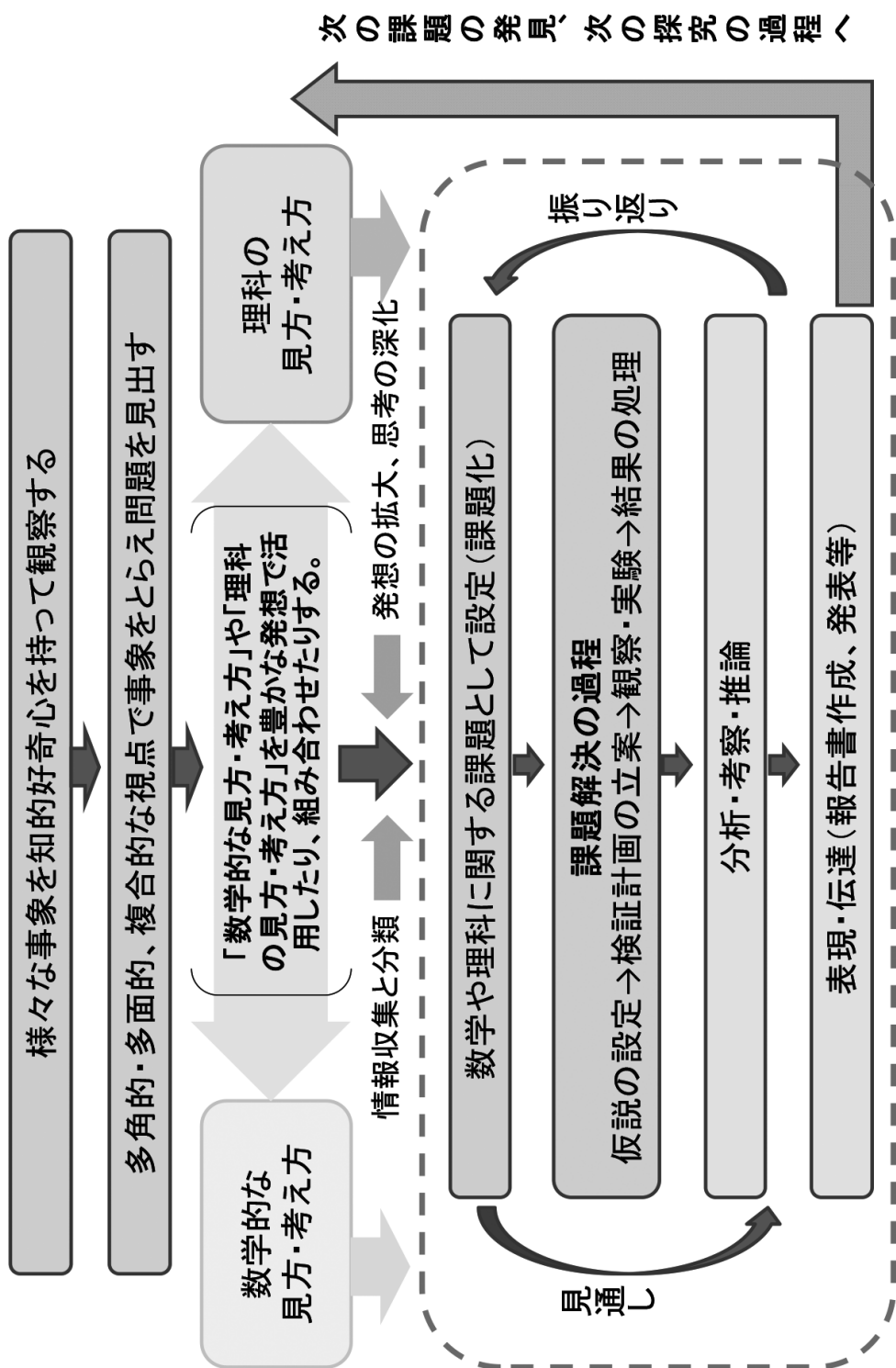


図3 資質・能力を育むために重視する数学・理科にわたる学習過程のイメージ (中央教育審議会答申を一部修正)

第4節 理数科の科目編成

1 理数科の科目編成

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。

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。

● 2 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知識及び技能」、「多角的、複合的に事象を捉え、課題を設定して探究し、課題を解決する力」、「様々な事象や課題に向き合い、粘り強く考え行動し、課題の解決に向けて挑戦しようとする態度」など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・科目の枠にとらわれない多角的、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。

「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及び技能を身に付け、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。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。

第1節 理数探究基礎

1 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に必要な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基本的な資質・能力を育成することである。

● 2 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な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。

「理数探究基礎」の目標は、理数科の目標を受けて示しているものであり、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・能力を育成することである。

「様々な事象に関わり」は、生徒が主体的に問題を見いだすために不可欠であり、学習意欲を喚起する点からも大切である。「理数探究基礎」の対象としては自然科学だけではなく、社会科学や人文科学、芸術やスポーツ、生活に関するものなどあらゆるものが考えられる。

「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」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、統合的・発展的、体系的に考えることや、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科学的な視点で捉え、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を組み合わせるなどして働かせることを示している。

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、様々な事象についての探究などを行うことを通して、探究の意義、探究の過程、研究倫理など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、事象を分析するための基本的な技能、探究した結果をまとめ、発表するための基本的な技能などを身に付けさせ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、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（図1：12ページ、図2：13ページ、図3：14ページ）を遂行させ、探究した結果などを適切に表現させることが重要である。

なお、課題を設定させる際には、生徒の興味・関心を重視しつつ、必要に応じ助言を行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知的好

奇心をもって向き合い，興味・関心に基づいて課題を設定し，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ことが重要である。

● 3 内容と範囲, 程度

以下に示す内容は、アとして知識及び技能、イとして思考力、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」の目標の(3)を適用する。

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。

ア 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

イ 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

ここでは、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、様々な事象についての探究の過程を通して、探究の意義、探究の過程、研究倫理について理解させるとともに、観察、実験、調査等についての基本的な技能、事象を分析するための基本的な技能、探究した結果をまとめて発表するための基本的な技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成することが主なねらいである。

思考力、判断力、表現力等を育成するに当たっては、課題を設定するための基礎的な力、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、探究した結果をまとめて適切に表現する力を身に付けさせることが大切である。

ア 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

ここでは、探究の意義について理解させることがねらいである。

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ざ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・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

ここでは、図1（12ページ）に示された数学の問題発見・解決の過程と図2（13ページ）に示された理科の探究の過程を踏まえ、図3（14ページ）に示された探究の過程全体を自ら遂行する方法について理解させることがねらいである。

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

ここでは、探究を行う際に必要な研究倫理について理解させることがねらいである。

探究では、多くの研究者が積み重ねてきた研究成果を踏まえながら、主体的に探究の過程全体をやり遂げることが求められる。その際、先人たちの研究成果を尊重するとともに、自らの探究を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ことが重要である。

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ことが重要である。

(I) 観察、実験、調査等についての基本的な技能について

ここでは、観察、実験、調査等についての基本的な技能を身に付けさせることがねらいである。

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、見通しをもって計画を立てさせる。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。

(イ) 事象を分析するための基本的な技能について

ここでは、事象を分析するための基本的な技能を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、分析の際には平均値や標準偏差、相関係数などの統計量や、ヒストグラムや散布図などを用いることも有効である。これらを踏まえて、それぞれの場合に適したデータの処理方法や変数の関係性を見いだすためのグラフ作成の技能を身に付けさせるようにする。

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

ここでは、探究した結果をまとめて発表するための基本的な技能を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、推論、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ようにする。特に、考察や推論においては、先行研究等から得られた情報と、自分の観察、実験、調査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。

イ 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

ここでは、様々な事象に関わり、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基礎的な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、生徒自身が課題を設定できるようにすることが大切である。その際、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

ここでは、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。ただし、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面を十分に確保することが重要である。

(ウ) 探究した結果をまとめ、適切に表現する力について

ここでは、探究した結果をまとめる力や、適切に表現する力を育成することがねらいである。

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。

● 4 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、探究した結果について、報告書などを作成させるものとする。

ここでは、「ア 自然事象や社会事象に関すること」、「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させ、報告書などを作成して発表させるようにする。

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特性等を踏まえつつ、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、第2章第11節第2款第1の2（以下、「理数探究基礎」の「2 内容」という。）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 自然事象や社会事象に関することについて

- ・ 振り子の性質に関する探究

振り子の長さ、おもりの重さ、振れ幅などと周期の関係を調べ、振り子の長さや周期の関係、振れ幅と周期の関係を探究する。

- ・ 摩擦力の大きさと面の状態に関する探究

辺の長さが異なる直方体の物体で、接する面積が異なるときの最大摩擦力の大きさの違い、おもりをのせて垂直抗力を変えたときの最大摩擦力の大きさの違い、筋を入れた面を使って、筋に沿う方向と筋に直交する方向での最大摩擦力の大きさの違いなどを探究する。

- ・ 落下運動に関する探究

落下運動における空気抵抗の大きさについて、センサや高速度カメラを利用した実験を行い、物体の大きさや速さとの関係を探究する。

- ・ 中和反応における pH の変化に関する探究
実際に中和滴定を行いながら、pH の変化を測定し、滴定曲線の変化についてグラフなどを用いて探究する。
- ・ 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。
- ・ 発酵速度に関する探究
市販のイースト菌などを用いて、アルコール発酵の反応速度を速めるための条件について探究する。
- ・ 生物現象に見られる物理的挙動の探究
様々な種類の植物の種子や果実について模型を製作して落下させ、速さや回転などの運動の様子を調べてそれぞれの形状との関係を探究する。
- ・ 断層運動の推定に関する探究
地形図から断層地形の有無とその場所を推定し、断層の両側の地質を調べることによって、どのような動きがいつから、どの程度の間隔で起きているのかを探究する。
- ・ 公的な設備等の最適な設置場所の決定方法に関する探究
AED（自動体外式除細動器）や携帯電話の基地局等の最適な設置場所を決定する方法について探究する。

イ 先端科学や学際的領域に関することについて

- ・ リニアモーターカーに関する探究
コイルと磁石でリニアモーターカーの模型を作り、コイルに供給する電流と車体が得る推進力の大きさや模型の速度などを探究する。
- ・ 太陽電池や LED など光素子に関わる技術に関する探究
太陽電池、LED、有機 EL（エレクトロルミネッセンス）などに関わる最先端技術について調査し、これらを用いた装置を製作し、その特性の生かし方について探究する。また、太陽電池や LED 電球などの社会における効用について、コストなどに関する数学的モデルをつくり探究する。
- ・ 下水処理の仕組みに関する探究
食品を水に溶かして有機物による汚染水をつくり、エアレーションなどの方法を用いて効率的な水の浄化方法を探究する。
- ・ 運動と体の生理的变化に関する探究
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。

- ・ 防災に関する探究

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、今後の防災や減災の方法について探究する。

- ・ 機械学習に関する探究

人工知能の発達に合わせ、その手法として機械学習が注目されている。機械学習の原理や機械学習と結びついたベイズ統計について探究する。

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

水道水や河川や湖沼水の硬度、pH、化学的酸素要求量や、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関係を探査する。

- ・ 葉の単位面積当たりの質量と生育環境との関係に関する探究

照葉樹の葉と夏緑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。

- ・ 河原の礫に関する探究

河原の礫がどのような岩石かを調べ、上流の地質図などから河川の運搬作用で説明がつくかどうかを探究する。

- ・ 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を基に、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。

- ・ 自然放射線に関する探究

放射線の簡易な測定器を用いて、学校周辺や異なる種類の建物の中など、場所による自然放射線の強さについての違いを探究する。

エ 科学技術に関することについて

- ・ 遊園地の遊具の運動に関する探究

遊園地の様々なタイプのジェットコースターの軌道の形状と運動の様子を調べ、模型を製作して運動についての違いを探究する。

- ・ 市販の電池の種類や構造と特性についての探究

各種電池を調べて、電極の形状や種類と電圧や電流等との関係や、自作電池との性能の違いを探究する。また、様々な種類の市販の電池の違いを一般の人々がどう理解し、使い分けているかを調査し、消費行動との関係を探査する。

- ・ 測定器に関する探究

身近にある材料を組み合わせて、既知の法則や原理などを活用しながら、表面張力など特定の物理量を測定する測定器を製作する。

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、多面的に規則性を考えたり、その証明を考えたりする。例えば $1/7$ は142857という数字が循環するが、登場する数字の間には $1 + 8 = 4 + 5 = 2 + 7 = 9$ という関係性がある。単位分数が偶数桁で循環するような循環小数の場合には、同じような法則性は成り立つかどうかを探究する。

- 三角形の中心に関する探究

三角形について、3本の中線は1点で交わりその点は重心である。3本の垂線は1点で交わりその点は垂心である。同じように「三角形の3本の○線が1点で交わる」と表現される性質は他にもあるかどうか調査し、またその証明について探究する。

(2)については、「理数探究基礎」の「2 内容」のア(か)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、「理数探究基礎」の「2 内容」のア(か)に示すような、研究倫理に関する配慮も大切にする。

第2節 理数探究

1 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。

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。

「理数探究」の目標は、理数科の目標を受けて示しているものであり、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・能力を育成することである。

「様々な事象に関わり」は、生徒が主体的に問題を見いだすために不可欠であり、学習意欲を喚起する点からも大切である。「理数探究」の対象としては自然科学だけではなく、社会科学や人文科学、芸術やスポーツ、生活に関するものなどあらゆるものが考えられる。

「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」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、統合的・発展的、体系的に考えることや、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科学的な視点で捉え、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を組み合わせるなどして働かせることを示している。

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、様々な事象についての探究などを行うことを通して、探究の意義、探究の過程、研究倫理などの理解を図るとともに、観察、実験、調査等についての技能、事象を分析するための技能、探究の成果などをまとめ、発表するための技能などを身に付けさせ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（図1：12ページ、図2：13ページ、図3：14ページ）を自ら遂行させ、探究の成果などを適切に表現させるとともに、創造的な力を高めさせることが重要である。

なお、課題を設定させる際には、生徒の興味・関心を重視しつつ、必要に応じ助言を行

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主体的に向き合い、数学や理科などに関する課題を設定し、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とが重要である。

● 3 内容と範囲, 程度

以下に示す内容は、アとして知識及び技能、イとして思考力、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。

様々な事象について、主体的に課題を設定し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。

ア 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) 探究の成果などをまとめ, 発表するための技能

イ 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

ここでは、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、様々な事象についての探究の過程を通して、探究の意義、探究の過程、研究倫理について理解させるとともに、観察、実験、調査等についての技能、事象を分析するための技能、探究した成果などをまとめて発表するための技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成することが主なねらいである。

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課題を設定する力、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、探究の過程を整理し成果などを適切に表現する力を身に付けさせることが大切である。

ア 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

探究の意義についての理解については「理数探究基礎」の「2 内容」のア(ア)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。

(イ) 探究の過程についての理解について

探究の過程についての理解については「理数探究基礎」の「2 内容」のア(イ)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。

(ウ) 研究倫理についての理解について

研究倫理についての理解については「理数探究基礎」の「2 内容」のア(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。

(I) 観察、実験、調査等についての技能について

ここでは、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ようにする。

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。

(オ) 事象を分析するための技能について

ここでは、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、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) 探究の成果などをまとめ、発表するための技能について

ここでは、探究の成果などをまとめて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、推論、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ようにする。特に、考察や推論においては、先行研究等から得られた情報と、自分

の観察、実験、調査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、探究の目的や成果など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させるようにする。

イ 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) 多角的、複合的に事象を捉え、課題を設定する力について

ここでは、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) 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

ここでは、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な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ことが必要である。

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、最適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、調査等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いだし、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면을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面を設け、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らせたり改善させたりすることも重要である。

(ウ) 探究の過程を整理し、成果などを適切に表現する力について

ここでは、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、探究の成果など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。

● 4 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、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させ、報告書を作成して発表させるようにする。

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特性等を踏まえつつ、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、第2章第11節第2款第2の2（以下、「理数探究」の「2 内容」という。）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

- ・ 振り子の運動に関する探究

剛体振り子や連成振り子を作成してそれらの運動を映像で記録して分析し、その仕組みについて探究する。

- ・ 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化したりして、天然物の成分と種かんきつの分類や個体の生育条件の違いとの関連等について探究する。

- ・ 光合成速度に関する探究

光の波長などの違いによる植物の光合成速度の違いについて探究する。

- ・ コンピュータウイルスの拡散過程に関する探究

微分・積分を利用して、コンピュータウイルスの拡散過程をモデル化し、数理的に探究する。

イ 先端科学や学際的領域に関することについて

- ・ 楽器の音の鳴り方に関する探究

楽器やグラスハープなどの構造と発する音の高さについて高速度カメラで振動を感知する実験を行い、その仕組みなどについて探究する。

- ・ 銅樹のフラクタル成長の規則性に関する探究

銅樹を一定の条件の下で同時に多数成長させたときに現れる規則性を数学的に表現し探究する。

- ・ DNAによる品種判定に関する探究

イネの各品種からDNAを抽出し、それを用いてイネの品種判別を行う方法について探究する。

ウ 自然環境に関することについて

- ・ 身近な環境を活用した発電に関する探究

学校の近隣地域の自然環境に適した小型の風力発電装置や水力発電装置を作成し、その発電効率の向上を目指して探究する。

- ・ 地域の自然環境と人間生活の影響についての探究

河川や湖沼水の硬度、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。

- ・ 水質浄化に関する探究

カーボンファイバーなどのろ過材や活性汚泥などを用いて、水質を浄化する仕組みや浄化のための条件を汚濁物質との関係も含めて探究する。

- ・ 地域気象に関する探究

気温・湿度センサなどを高密度に設置することにより、ヒートアイランド現象や山谷風など、その地域固有の気象現象を調査する。

エ 科学技術に関することについて

- ・ 空気による揚力や抵抗力に関する探究

風洞装置を作って空気の流れを制御し、飛行機の翼の模型に加わる揚力や、自動車の模型に加わる抵抗力などを測定する方法を探究する。

- ・ 高分子化合物、染料、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、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、洗剤などを合成し、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

べきについて、多面的に考察し新たな性質を考える。例えば 0^0 の値は x^x の極限として計算できるかを探究する。さらに、 a^b について、 b が複素数であるときにどのように計算できるかを探究する。

- ・ 金平糖の角の形成過程の数理モデルに関する探究

金平糖を作る過程でできる角の形成過程を数理モデルで再現し、そのメカニズムを探究する。

(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、解決の見通しをもたせるように課題を設定させ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。生徒の特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て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。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、問題点を改善するなど、探究の質を高めさせ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、「理数探究」の「2 内容」のア(か)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。また、「理数探究」の「2内容」のア(ウ)に示すような研究倫理に関する配慮も大切である。

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。

第3節 理数科における探究的な学習の指導のポイント

ここでは、理数科における探究的な学習の指導のポイントについて述べる。

1 探究の過程で留意すべき点

理数科と、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は以下のように示すことができる。

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。
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，整理したり分析したりして思考する。
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。

3
理数科における
探究的な学習の
指導のポイント

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

理数科における課題は、書籍やWebなどの情報によって解決できるものではなく、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できるものであることが望ましい。例えば、

- ・ 自然事象や社会的事象等の中から数量として捉えられるものを見だし，それらの特徴や関係性を調べる
- ・ 自然事象や社会的事象等の中で特定の性質をもったものの中から標本を抽出して

統計的に処理をしたり、数学的モデルを作りシミュレーションを行ったりして傾向や特徴を見いだす

などが考えられる。

課題を設定させるためには、身の回りにある自然事象や社会的事象等に関心をもたせ、なぜそうなっているかという疑問や、どうやって解決すればよいかという問題意識などをもたせることが大切である。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。また、研究機関、施設などの見学や体験的活動への参加、研究者による講演会への参加などが考えられる。その際、研究内容についての話だけではなく、研究の過程で直面した問題をどのような工夫や発想によって解決したかということを聴くことも、生徒の探究への刺激になると考えられる。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、自然事象や社会的事象等に対する疑問や問題意識などをも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。生徒の疑問や問題意識などが具体性に欠けている場合には、関連する分野の書籍を紹介したり、疑問や問題意識などを言語化させてその意味を問いかけたりするなどして、具体化していくよう働きかけることが大切である。

また、生徒が設定しようとする課題が、学校の施設・設備などの条件によって探究を進めることが難しい場合は、学校内で取り組めるような課題に設定し直したり、学校外の施設・設備の活用を検討したりすることが考えられる。

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も考えられる。

課題に対する仮説を立てさせるなどして、探究の見通しをもたせる。

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などを用いて検証できるものか
- ・ 与えられた条件、例えば設定された時間や環境の中で検証できるものか

ということを意識させる必要がある。その際、既知の知識、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。

仮説が立てられたら、検証計画の立案を行う。その際、類似の先行研究などを参考にし、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、どのように分析を行うかなどの見通しをもたせることが大切である。ただし、与えられた条件、例えば設定された時間や環境の中で検証するためには、利用できる機材や材料、得られる情報、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。検証計画の立案が容易でない場合も考えられるが、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したり、方法を工夫したりすることで、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、必要とする機材

などが用意できなかった場合には、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て、操作している条件以外の条件が揃っていたかを検討させたりすることが大切である。そのため、観察、実験を行った際の環境や用いた器具等に関する情報も同時に記録を残しておき、データについて評価できるようにしておくように指導する必要がある。また、調査についても同様である。

③ 分析・考察・推論

得られたデータを分析し、傾向や法則性、特徴などを見いだして考察し推論することで、仮説を検証する。その際、科学的な根拠などを踏まえ、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。

データの分析においては、データの質と量が十分であることを評価させることが重要である。例えば、標本調査によってある集団の一般的な傾向を示したいときに、許容できる誤差か、信頼できる標本数か、標本の抽出方法が適切であったかを検討させることなどが考えられる。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、検証計画を立て直して観察、実験、調査等を再度行わせることも大切である。

④ 表現・伝達

スライドやポスターなど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させることが大切である。これらを通して探究の質の向上を図ることができる。

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、新たな課題、参考文献等の要素が適宜含まれるよう指導する。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, 調査等の結果の捉え方

理数科では、生徒が様々な事象から主体的に課題を設定し、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仮説が検証されるか、新たな知見につながるかなどを考察していく。そのためには、事実に沿って仮説を検証することが重要である。その際、観察、実験、調査等の適切な手法によってデータの信頼性が保証されることが必要になる。

一般に、観察、実験、調査等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、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ている場合でも、検証方法が妥当であったか、得られた結果が信頼できるものであったかなどを再確認させる必要がある。また、得られた結果を詳しく調べていくとより面白い着想や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も大切である。

なお、生徒が予想していた結果が得られなかったことで、探究が失敗であると結論付けたり、予想してい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ことも必要である。

● 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分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、自らの探究に対する自信をもて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、答えが分からない課題に対して挑戦していることを示唆するなどして励ましたり、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、生徒が積極的に他の生徒の探究に関わる場面を設定することも大切である。例えば、生徒同士でお互いの探究の内容を説明させた後で、積極的に質疑応答させることなどが考えられる。その際、教師なども質問に加わり、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。このことは、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、自らの探究に対する自信をもつことにもつながると考えられる。

● 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、後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は、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。

例えば、課題や仮説の設定、検証の方法が適切か、結果の信頼性が保証されているか、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付きが得られないかなど、探究を進める段階で必要に応じて、批判的に振り返らせることなどが考えられる。そのためには、生徒同士、生徒と教師の意見交換や議論が効果的である。その際、自身の手法や考え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や、建設的な態度で議論させることが重要である。

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11節理数「第1款 目標」及び「第2款 各科目」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。

この事項は、理数科の指導計画の作成に当たり、生徒の主体的・対話的で深い学びの実現を目指した授業改善を進めることとし、理数科の特質に応じて、効果的な学習が展開できるように配慮すべき内容を示したものである。

選挙権年齢や成年年齢の引き下げなど、高校生にとって政治や社会が一層身近なものとなる中、学習内容を人生や社会の在り方と結び付けて深く理解し、これからの時代に求められる資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けることができるようにするためには、これまでの優れた教育実践の蓄積も生かしながら、学習の質を一層高める授業改善の取組を推進していくことが求められている。

理数科の指導に当たっては、(1)「知識及び技能」が習得されること、(2)「思考力、判断力、表現力等」を育成すること、(3)「学びに向かう力、人間性等」を涵養^{かん}することが偏りなく実現されるよう、単元など内容や時間のまとまりを見通しながら、生徒の主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を行うことが重要である。

主体的・対話的で深い学びは、必ずしも1単位時間の授業の中で全てが実現されるものではない。単元など内容や時間のまとまりの中で、例えば、主体的に学習に取り組めるよう学習の見通しを立てたり学習したことを振り返ったりして自身の学びや変容を自覚できる場面をどこに設定するか、対話によって自分の考えなどを広げたり深めたりする場面をどこに設定するか、学びの深まりをつくりだすために、生徒が考える場面と教師が教える場面をどのように組み立てるか、といった視点で授業改善を進めることが求められる。また、生徒や学校の実態に応じ、多様な学習活動を組み合わせて授業を組み立てていくことが重要であり、単元など内容や時間のまとまりを見通した学習を行うに当たり基礎となる「知識及び技能」の習得に課題が見られる場合には、それを身に付けるために、生徒の主体性を引き出すなどの工夫を重ね、確実な習得を図ることが必要である。

主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を進めるに当たり、特に「深い学び」の視点に関して、各教科等の学びの深まりの鍵となるのが「見方・考え方」である。各教科等の特質に応じた物事を捉える視点や考え方である「見方・考え方」を、習得・活用・探究という学びの過程の中で働かせることを通じて、より質の高い深い学びにつなげることが重要である。

理数科においては、「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、「主体的・対話的で深い学び」の実現を図るようにすることが重要である。

「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、観察、実験、調査等の計画を立案したりする学習となっているか、観察、実験、調査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、新たな視点で様々な事象を把握したりし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。

「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、意見交換したり、科学的な根拠に基づいて議論したりして、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、対話的な学びには、生徒同士の対話だけではなく、生徒と教師との対話も含まれる。特に教師との対話については、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働かせながら探究の過程を通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るかなどの視点から、授業改善を図ることが考えられる。

以上のような授業改善の視点を踏まえ、理数科で育成を目指す資質・能力及びその評価の観点との関係も十分に考慮し、指導計画等を作成することが必要である。

(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により、生徒の論理的な思考力や表現力を育むことや、質疑応答を通して探究に関する理解を深めさせることが大切である。その際、大学や研究機関などの研究者による専門的な見地からの意見を加えることによって、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。

理数科の各科目の指導に当たっては、数学的な手法や科学的な手法を用いて探究を進めさせることから、数学又は理科の教師が指導を行うことを示している。

生徒が主体的に探究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を設定す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。

障害者の権利に関する条約に掲げられたインクルーシブ教育システムの構築を目指し、生徒の自立と社会参加を一層推進していくためには、通常の学級、通級による指導、特別支援学校において、生徒の十分な学びを確保し、一人一人の生徒の障害の状態や発達の段階に応じた指導や支援を一層充実させていく必要がある。

通常の学級においても、発達障害を含む障害のある生徒が在籍している可能性があることを前提に、全ての教科等において、一人一人の教育的ニーズに応じたきめ細かな指導や支援ができるよう、障害種別の指導の工夫のみならず、各教科等の学びの過程において考えられる困難さに対する指導の工夫の意図、手立てを明確にすることが重要である。

これを踏まえ、今回の改訂では、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を、各教科等において示している。

その際、理数科の目標や内容の趣旨、学習活動のねらいを踏まえ、学習内容の変更や学習活動の代替を安易に行うことがないよう留意するとともに、生徒の学習負担や心理面に配慮する必要がある。

例えば、理数科における配慮として、次のようなものが考えられる。

- 文章を読み取り、数量の関係を文字式を用いて表すことが難しい場合、生徒が数量の関係をイメージできるように、生徒の経験に基づいた場面や興味のある題材を取り上げ、解決に必要な情報に注目できるよう印を付けさせたり、場面を図式化したりすることなどの工夫を行う。
- 空間図形のもつ性質を理解することが難しい場合、空間における直線や平面の位置関係をイメージできるように、立体模型で特徴のある部分を触らせるなどしながら、言葉でその特徴を説明したり、見取図や投影図と見比べて位置関係を把握したりするなどの工夫を行う。
- 実験を行う活動において、実験の手順や方法を理解することが困難である場合は、見通しがもてるよう実験の操作手順を具体的に明示したり、扱いやすい実験器具を用いたりするなどの配慮をする。
- 燃焼実験のように危険を伴う学習活動においては、教師が確実に様子を把握できる場所で活動させるなどの配慮をする。

なお、学校においては、こうした点を踏まえ、個別の指導計画を作成し、必要な配慮を記載し、他教科等の担任と共有したり、翌年度の担任等に引き継いだり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。

この規定は、理数に関する学科における履修について述べたものである。

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) 探究の過程における記録

(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。

探究の過程における観察、実験、調査等の方法や結果、探究の過程を遂行する際に工夫した点や生じた疑問などの思考の過程をノートなどに記録することを示している。これにより、方法や結果の対応などを明確にすることができ、再現性や信頼性を向上させることができる。また、思考の過程も含めて記録することで、探究の過程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探究を深めたりするときなどに役立てることができる。

観察、実験、調査等を行う際には、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。また、「理数探究基礎」や「理数探究」では、探究の過程を振り返って、自らがどの位置にいるか、どうすればより探究を深めることができるかなどを説明できるようにすることが大切である。

生徒が将来の進路や自分自身の在り方生き方を考えるためにも、このような記録を取ることが大切であると考えられる。

(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(イ)及び「理数探究」の内容のイの(イ)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。

今回、「理数探究基礎」及び「理数探究」を新たに設け、このような広範で深い結果や成果、創造的な結果や成果などが得られる探究が行われることも期待されている。

(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の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。

自然環境の保全については、生物が長い時間の中での進化を経て多様化し現在に至っていることや自然環境が生物との相互関係によって成立し維持されていることを理解させる。また、自然環境が人間の活動の影響を受けており、その影響を少なくするような努力がされているが、地球規模で解決しなければならない課題もあることを認識させ、自然環境の保全に寄与する態度の育成を図る。

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の重要性も踏まえながら、科学的な根拠に基づいて考察させるなど、科学的な見地から客観的に扱うことが求められる。

(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。例えば、情報の収集・検索については、研究機関が公開している最新のデータや専門的なデータの利用によって対象を広げ、より発展的な取組ができるようになる。計測・制御については、センサとコンピュータを用いた自動計測によって、精度の高い測定や多数のデータの取得を行うことができるようになる。結果の集計・処理については、データを数値化し、工夫したグラフの作成によって、類似性や規則性を見だし、法則の理解を容易にすることができるようになる。また、観測しにくい現象などは、シミュレーションを利用することが有効である。数学的な事象については、シミュレーションをして結果を予想し、思考を促し深めることにも活用され、取組の質を向上させるためにも有用である。

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が大切である。

このような学習を実施するためには、各学校においては、指導計画に適切に位置付けるとともに、教材、指導形態、1単位時間や授業時間の運用などに創意工夫を加えることが重要である。なお、これらの学習を展開するに当たっては、学習の内容や生徒の発達の段階に応じて安全への配慮を十分に行わなければならない。

理数科の学習を充実させるためには、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下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。これらは、科学技術の発展や地域の自然に関する豊富な情報や資料を有しており、専門的な説明を受けたり、実物に触れたりすることも可能である。これらの活用を指導計画に位置付けることは生徒が学習活動を進める上で効果的である。

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。

(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。

① 事故の防止について

観察、実験を安全で適切に実施するためには、予備実験を行うことが欠かせない。予備実験では、器具の選定や薬品の濃度と使用量などの適切な条件や方法を確認する。また、薬品使用や火気使用に伴う危険性や、同時に多数のグループが観察、実験を行う場合の換気や使用電気量などについて把握し検討しておく。さらに、マイクロスケール実験など、実験に使用する薬品の量をできるだけ少なくする工夫も考えられる。

実験室では、生徒の使い易い場所に機器を配置し、それを周知しておく。また、救急箱や消火器等を用意し事故に備えるとともに、事故が起きた場合の負傷者に対する応急処置、病院への連絡、他の生徒に対する指導等の手順を準備しておく。

観察、実験の際には、保護眼鏡と白衣等を適宜着用させるようにする。事故を防止するためには、生徒に基本操作や正しい器具の扱い方などを習熟させるとともに、誤った操作や使い方による危険性を認識させておくことが重要である。

野外観察や調査においても、事前の実地踏査は、観察場所の安全性の確認や観察場所に至るルートの確認という点で重要である。河川や海など野外の状況は、開発等の

人為的な活動や風雨などの気象現象により大きく変わることもあるので注意する。加えて、観察当日の天気や気候にも注意して不慮の事故の発生を防ぐようにする。また、緊急事態の発生に備えて避難場所、病院等の連絡先も調べておくことが必要である。

野外観察の服装は、できるだけ露出部分の少ないものが適している。また、帽子を着用し、靴は滑りにくいものがよい。岩石の採集で岩石ハンマーを扱うときには、手袋や保護眼鏡を着用させるようにする。

② 器具、薬品の管理について

実験室や保管庫は、常に整備点検を心掛ける。保管庫は、地震により転倒しないよう固定し、毒物、劇物などを保管する場合は必ず施錠する。

薬品は、強酸、強塩基、強い酸化剤、還元剤、金属、有機化合物、発火性物質などに大別して保管する。特に、強い酸化剤と有機化合物や発火性物質、酸・塩基と金属単体などは必ず別の場所で保管する。

爆発、火災、中毒などの恐れのある危険な薬品は、消防法、火薬類取締法、高压ガス保安法、毒物及び劇物取締法などの法律に従って管理する。また、薬品在庫簿を備え、在庫量を常に記録しておく。

放射性同位体については、関連法令に従い試料などを適切に保管、管理する。

③ 廃棄物の処理について

有毒な薬品やこれらを含む廃棄物の処理は、大気汚染防止法、水質汚濁防止法、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律、廃棄物の処理及び清掃に関する法律など、環境保全関係の法律に従って処理する必要がある。

実験で使用した廃棄物の処理は、生徒に環境への影響や環境保全の大切さを考えさせるよい機会となる。そのため、生徒には観察、実験による廃棄物の処理や回収の方法について常に意識させておくことが重要である。

酸やアルカリの廃液は中和してから多量の水で薄めながら処理する。重金属イオンを含む廃液は金属イオンごとに分別して容器に回収して保管し、最終処分は廃棄物処理業者に委託する。有機溶媒を含む廃液についても回収して保管し、最終処分は廃棄物処理業者に委託する。

④ その他

遺伝子組換え実験や動物を用いた実験を行う際には、遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律（いわゆるカルタヘナ法）や動物の愛護及び管理に関する法律（いわゆる動物愛護管理法）など、関連法令に従い適切に行う必要がある。

(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、調査等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。

第3章
各科目にわたる
指導計画の作成
と内容の取扱い

(2) 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して、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、探究の過程を通して行うことが求められる。