

# 高等学校学習指導要領解説

## 数学編 理数編

平成30年7月

文 部 科 学 省

第1部 数学編 .....	1
第1章 総説 .....	2
第1節 改訂の経緯及び基本方針 .....	2
1 改訂の経緯 .....	2
2 改訂の基本方針 .....	3
第2節 数学科改訂の趣旨及び要点 .....	7
1 数学科改訂の趣旨 .....	7
2 数学科改訂の要点 .....	10
第3節 数学科の目標 .....	24
第4節 数学科の科目編成 .....	32
1 科目の編成 .....	32
2 科目の履修 .....	32
第2章 各科目 .....	33
第1節 数学Ⅰ .....	33
1 性格 .....	33
2 目標 .....	33
3 内容と内容の取扱い .....	35
(1) 数と式 .....	35
(2) 図形と計量 .....	38
(3) 二次関数 .....	42
(4) データの分析 .....	44
(5) 課題学習 .....	49
第2節 数学Ⅱ .....	53
1 性格 .....	53
2 目標 .....	53
3 内容と内容の取扱い .....	55
(1) いろいろな式 .....	55
(2) 図形と方程式 .....	58
(3) 指数関数・対数関数 .....	61
(4) 三角関数 .....	63
(5) 微分・積分の考え .....	65
(6) 課題学習 .....	68
第3節 数学Ⅲ .....	72
1 性格 .....	72
2 目標 .....	72
3 内容と内容の取扱い .....	74
(1) 極限 .....	74

(2) 微分法 .....	77
(3) 積分法 .....	81
(4) 課題学習 .....	84
第4節 数学A .....	87
1 性格 .....	87
2 目標 .....	87
3 内容と内容の取扱い .....	89
(1) 図形の性質 .....	89
(2) 場合の数と確率 .....	93
(3) 数学と人間の活動 .....	97
(4) 履修上の注意事項 .....	101
第5節 数学B .....	102
1 性格 .....	102
2 目標 .....	102
3 内容と内容の取扱い .....	104
(1) 数列 .....	104
(2) 統計的な推測 .....	107
(3) 数学と社会生活 .....	112
(4) 履修上の注意事項 .....	116
第6節 数学C .....	117
1 性格 .....	117
2 目標 .....	117
3 内容と内容の取扱い .....	119
(1) ベクトル .....	119
(2) 平面上の曲線と複素数平面 .....	123
(3) 数学的な表現の工夫 .....	128
(4) 履修上の注意事項 .....	131
第3章 各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い .....	132
第1節 指導計画作成上の配慮事項 .....	132
1 主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善 .....	132
2 各科目の履修に関する配慮事項（順序，系統性への配慮） .....	133
3 教科内の科目相互・他教科等との関連 .....	134
4 障害のある生徒などへの指導 .....	134
第2節 内容の取扱いに当たっての配慮事項 .....	136
1 言語活動 .....	136
2 情報機器の活用等に関する配慮事項 .....	136
3 用語・記号 .....	137
4 数学的活動の取組に関わる配慮事項 .....	137

第3節 総則に関連する事項 .....	139
1 道徳教育との関連（第1章総則第1款2(2)の2段目） .....	139
2 学校設定科目（第1章総則第2款3(1)エ） .....	139
3 必履修教科・科目の減単位（第1章総則第2款3(2)ア(ア)） .....	140
4 学習指導要領で示されている内容を適切に選択して指導する場合の配慮事項（第1章総則第2款3(5)エ） .....	140
5 義務教育段階での学習内容の確実な定着（総則第2款の4の(2)） .....	141

第2部 主として専門学科において開設される教科「理数」編	143
第1章 総説	144
第1節 改訂の経緯及び基本方針	144
1 改訂の経緯	144
2 改訂の基本方針	146
第2節 理数科改訂の趣旨及び要点	149
1 理数科改訂の趣旨	149
2 理数科改訂の要点	154
第3節 理数科の目標	155
第4節 理数科の科目編成	156
1 科目の編成	156
2 科目の履修	157
第2章 理数科の各科目	161
第1節 理数数学Ⅰ	161
1 性格	161
2 目標	162
3 内容とその取扱い	163
第2節 理数数学Ⅱ	166
1 性格	166
2 目標	167
3 内容とその取扱い	168
第3節 理数数学特論	172
1 性格	172
2 目標	173
3 内容とその取扱い	174
第4節 理数物理	178
1 性格	178
2 目標	179
3 内容とその取扱い	181
第5節 理数化学	183
1 性格	183
2 目標	184
3 内容とその取扱い	186
第6節 理数生物	188
1 性格	188
2 目標	189
3 内容とその取扱い	191

第7節 理数地学 .....	193
1 性格 .....	193
2 目標 .....	194
3 内容とその取扱い .....	196
第3章 各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い .....	198
1 指導計画作成上の配慮事項 .....	198
(1) 主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善 .....	198
(2) 数学的分野における科目の原則履修 .....	199
(3) 理学的分野における科目の原則履修 .....	199
(4) 数学的分野における科目の履修順序 .....	200
(5) 教科内の科目相互・他教科等との関連 .....	200
(6) 障害のある生徒などへの指導 .....	200
2 内容の取扱いに当たっての配慮事項 .....	202
(1) 数学的分野における科目の配慮事項 .....	202
(2) 理学的分野における科目の配慮事項 .....	202
(3) 生命の尊重と自然環境の保全 .....	203
(4) コンピュータなどの活用 .....	203
(5) 体験的な学習活動の充実 .....	204
(6) 博物館や科学学習センターなどとの連携 .....	204
(7) 科学技術と日常生活や社会との関連 .....	204
(8) 事故防止，薬品などの管理及び廃棄物の処理 .....	205

# 第 1 部 数学編

# 第 1 章 総説

## 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たりする IoT が広がるなど、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よる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

で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つては、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。

### (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、自らの可能性を發揮し、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發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<sup>かん</sup>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、学習を見直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 数学科改訂の趣旨及び要点

### 1 数学科改訂の趣旨

平成28年12月の中央教育審議会答申では、各教科の目標や内容等に関する主な改善事項が示されており、このたびの高等学校数学科の改訂は、これを踏まえて行われたものである。

高等学校数学科においては、数学的に考える資質・能力を育成する観点から、現実の世界と数学の世界における問題発見・解決の過程を学習過程に反映させることを意図して数学的活動の一層の充実を図った。また、社会生活などの様々な場面において、必要なデータを収集して分析し、その傾向を踏まえて課題を解決したり意思決定をしたりすることが求められており、そのような資質・能力を育成するため、統計的な内容等の改善・充実を図った。このような改訂の方向は、現在、米国等で推進が図られているSTEM教育の動きと同一の方向であると考えられる。

#### (1) 現行学習指導要領の成果と課題

平成28年12月の中央教育審議会答申では、算数科・数学科における平成20・21年改訂の学習指導要領の成果と課題について、次のように示されている。

- 現行の学習指導要領により、PISA2015では、数学的リテラシーの平均得点は国際的に見ると高く、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が、学力の上位層の割合はトップレベルの国・地域よりも低い結果となっている。また、TIMSS2015では、小・中学生の算数・数学の平均得点は平成7年（1995年）以降の調査において最も良好な結果になっているとともに、中学生は数学を学ぶ楽しさや、実社会との関連に対して肯定的な回答をする割合も改善が見られる一方で、いまだ諸外国と比べると低い状況にあるなど学習意欲面で課題がある。さらに、小学校と中学校の間で算数・数学の勉強に対する意識に差があり、小学校から中学校に移行すると、数学の学習に対し肯定的な回答をする生徒の割合が低下する傾向にある。
- さらに、全国学力・学習状況調査等の結果からは、小学校では、「基準量，比較量，割合の関係を正しく捉えること」や「事柄が成り立つことを図形の性質に関連付けること」、中学校では、「数学的な表現を用いた理由の説明」に課題が見られた。また、高等学校では、「数学の学習に対する意欲が高くないこと」や「事象を式で数学的に表現したり論理的に説明したりすること」が課題として指摘されている。

今回の改訂では、これらの課題に適切に対応できるよう改善を図った。

#### (2) 高等学校における数学教育の意義

数学教育において、小学校、中学校及び高等学校を通じて、心身の発達に応じ、社会生活を営む上で必要な一般的な教養としての数学的資質・能力などを育て、将来、どの

ような進路に進んでも必要に応じ積極的に数学に関わる態度を身に付けさせることは重要である。ここでは3つの観点から高等学校における数学教育の意義について述べる。  
**(実用的な意義)**

数学は科学の言葉と言われる。それは、自然科学の様々な分野で事象が数学的に表現し処理されて研究されることを表している。しかし、現在、数学は、自然科学のみならず、社会科学や人文科学でも積極的に活用されている。これは、数学が抽象的で体系的であることによる。抽象的であるがゆえにある条件を満たすあらゆる事柄に条件に基づいて得られた結果を適用することができ、体系的であるがゆえにその前提となる条件が明確でそれを満たすか否かの判断がしやすいのである。このような特長により、数学は社会や生活の中で重要な役割を果たしている。例えば、数学で用いられる論理的な表現を身に付けておくことが法律の解釈では役に立つ。また、等比数列や指数関数についての知識等があれば預貯金やローンなどの仕組みは理解しやすい。さらに、保険や金融の仕組みを正確に理解したり、危険性の評価などを的確に行ったりするためには、確率や統計についての数学的な考え方や知識等が必要になる。このように、高等学校で数学を学ぶことは、数学を活用して社会をよりよく生きる知恵を得ることにつながるのである。  
**(陶冶的な意義)**

数学は人間の思惟により創り出されるものであり、数学的な事実に関しては誰もが対等な立場で議論をすることができる。そのような議論により、客観的かつ論理的に自分の考えなどを説明する力は育成される。このようにして育成される力は、他教科などの学習や社会生活などでも大いに役立つ。特に、グローバル化や情報化が進展する今日のような時代において、異なった文化的背景や価値観をもった人たちと共に生きていく必要性の高まりを考慮すると、数学の学習を通して育成される、自らの考えや判断の前提を明確にし、根拠を示しながら考えや判断についての的確な説明をして他に理解を得る力はとりわけ重要な力であると言える。

また、数学の学習を通して、将来の学習や生活に数学を積極的に活用できるようにするとともに、知的好奇心、豊かな感性、想像力、直観力、洞察力、論理的な思考力、批判的な思考力、粘り強く考え抜く力などの創造性の基礎を養うことも重要である。例えば、数学の問題を解こうとして容易に解けないとき、具体的な数値や図形を使って考えたり、いくつかの場合を書き出してみたりして根気強く考え続け、問題が解けたとき得られる喜びは大きな自信につながる。その自信が新たな問題に向かう意欲を育てることになるのである。問題がすぐには解けなくても根気強く考え続けることで、いくつかの知識の理解が深まることや新たな事実を発見することもあり得るだろう。

**(文化的な意義)**

文化に数学が果たしている役割も重要である。例えばゲームやパズルで数学的な見方・考え方が使われるものは少なくないが、そのようなゲームやパズルの構造や戦法などを考えることによって、数学的な思考を楽しみ、知的なよろこびを得ることができる。例えば、二人一組で自然数を言い合う。1から始めて連続した数を4つまで言うことができ、“26”を言った方が負けになるとすると、このゲームは後手必勝である。この理由

をゲームの構造を考えることで数学的に説明することができる。簡単な構造のゲームであるが、その構造を考えることで数学的な思考の有用さを感じ取ることができよう。世界の異なった地域で同じようなゲームやパズルが考案されていることから、このような楽しみやよろこびは人間の本性に根差したものと考えることもできる。

また、数学は、人類が生活や社会を発展させる中で継承され発展してきたものである。現在も発展を続けており、我々もその発展に寄与することも重要である。

高等学校における数学教育においては、数学的な知識や技能の「量」だけでなく、どのようにしてそれらの知識や技能を身に付けたのかなど学習の「質」を問う必要がある。それは、様々な場面で身に付けた知識や技能を活用しようとするとき、それらを身に付けたときの学習の「質」が影響するからである。高等学校数学科では、数学の学習を単に知識や技能などの内容の習得にとどめるのではなく、数学的活動を重視して創造性の基礎を養い、すべての高校生の人間形成に資する数学教育を意図している。

ところで、現代では多くの問題が数学的に整理されコンピュータの活用によって解決されており、各分野で数学の果たす役割は極めて大きくなっている。そのため、数学教育でコンピュータなどを積極的に活用することも重要である。これまで、学校数学の問題は解答の便宜のため簡単な数で解答できるように工夫されたものが多かった。しかし、コンピュータなどが活用できるようになった現在では、高等学校数学においてもより現実の世界を反映した問題を取り扱い、生活や社会との関連を重視した学習が可能となってきた。そのような学習は、数学の学習に対する関心や意欲が高くない生徒にも数学を学習する意義を認識させ、意欲を高め数学的な力を伸ばすことにもつながると考えられる。

## 2 数学科改訂の要点

### (1) 数学科の目標の改善

高等学校数学科の目標は、平成 28 年 12 月の中央教育審議会答申の内容を踏まえるとともに、高等学校における数学教育の意義を考慮し、小学校算数科及び中学校数学科の目標との一貫性を図って下のように示されている。

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 数学における基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、事象を数  
学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付け  
るようにする。
- (2) 数学を活用して事象を論理的に考察する力、事象の本質や他の事象との関係を認  
識し統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確  
に表現する力を養う。
- (3) 数学のよさを認識し積極的に数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的  
論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、  
評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う。

#### ① 目標の示し方

今回の改訂では、算数科・数学科において育成を目指す資質・能力を、「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」の三つの柱に沿って明確  
化し、各学校段階を通じて、実社会等との関わりを意識した数学的活動の充実等を図っ  
ている。高等学校数学科の目標についても、「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」の三つの柱で整理して示した。

#### ② 数学科における「数学的な見方・考え方」

「数学的な見方・考え方」については、これまでの学習指導要領の中で、「数学的な見  
方や考え方」として教科の目標に位置付けられたり、評価の観点名として用いられたり  
してきている。

今回の改訂では、「見方・考え方」を働かせた学習活動を通して、目標に示す資質・能  
力の育成を目指すこととした。これは、平成 28 年 12 月の中央教育審議会答申において、  
「見方・考え方」は、各教科等の学習の中で働き、鍛えられていくものであり、各教科  
等の特質に応じた物事を捉える視点や考え方として整理されたことを踏まえたもので  
ある。高等学校数学科では、「数学的な見方・考え方」については、「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」  
であると考えている。

数学の学習では、「数学的な見方・考え方」を働かせながら、知識及び技能を習得したり、  
習得した知識及び技能を活用して探究したりすることにより、知識は生きて働くも  
のとなり、技能の習熟・熟達につながるとともに、より広い領域や複雑な事象の問題を  
解決するための思考力、判断力、表現力等や、自らの学びを振り返って次の学びに向か

おうとする力などが育成される。また、このような学習を通じて、「数学的な見方・考え方」が更に確かで豊かなものとなっていくと考えられる。

### ③ 数学的活動の一層の充実

資質・能力を育成していくためには、学習過程の果たす役割が極めて重要である。算数科・数学科においては、平成28年12月の中央教育審議会答申に示された「事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決し、解決過程を振り返って概念を形成したり体系化したりする過程」といった数学的に問題発見・解決する過程を学習過程に反映させることを重視する。生徒が、目的意識をもって事象を数学化して自ら問題を設定し、その解決のために新しい概念や原理・法則を見いだしたり学んだりすることで、概念や原理・法則に支えられた知識及び技能を習得したり、思考力、判断力、表現力等を身に付けたり、統合的・発展的に考えて深い学びを実現したりすることが可能となる。更には、数学を既成のもののみなしたり、固定的で確定的なもののみなしたりせず、数学に創造的に取り組もうとする態度を養うことも期待される。

数学的な問題発見・解決の過程では、主として日常生活や社会の事象に関わる過程と、数学の事象に関わる過程の二つの問題発見・解決の過程を考え、これらの各場面において言語活動を充実し、それぞれの過程を振り返り、評価・改善して学習の質を高めることを重視している。算数科・数学科において、このような数学的活動は、小・中・高等学校教育を通じて必要なものであり、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を育成することを目指すことについて目標の柱書に明示することとした。

## (2) 数学科の科目編成

高等学校数学科は「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」、「数学A」、「数学B」、「数学C」の6科目で編成した。従前と比較すると下の表のようになる。

改訂		従前	
数学Ⅰ	(3)	数学Ⅰ	(3)
数学Ⅱ	(4)	数学Ⅱ	(4)
数学Ⅲ	(3)	数学Ⅲ	(5)
数学A	(2)	数学A	(2)
数学B	(2)	数学B	(2)
数学C	(2)	数学活用	(2)

改善点としては、「数学活用」を廃止して、「数学C」を設けたことがあげられる。

「数学活用」は、生徒の数学的活動を一層重視し、具体的な事象の考察を通して数学への興味や関心を高め、数学をいろいろな場面で積極的に活用できるようにすることをねらいとして設けられた科目であった。しかし、実際に履修した生徒があまり多くなかったことに加え、今回「数学活用」のねらい含む「理数探究基礎」及び「理数探究」が

新設されることになったことから、「数学活用」を廃止して「数学C」を新たに設け、「数学活用」の内容を「数学A」、「数学B」、「数学C」の各科目の性格を踏まえて、それらの科目に移行することとした。

なお、「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」「数学A」、「数学B」、「数学C」の各科目の性格は次のとおりである。

「数学Ⅰ」：必履修科目として、中学校との接続に配慮するとともに、この科目だけで高等学校数学の履修を終える生徒及び引き続き数学を履修する生徒の双方に配慮した内容で構成し、すべての生徒の数学的に考える資質・能力の基礎を培う。

「数学Ⅱ」：高等学校数学の根幹をなす内容で構成し、より多くの生徒の数学的に考える資質・能力を養う。

「数学Ⅲ」：微分法、積分法の基礎的な内容で構成し、数学に強い興味や関心をもってさらに深く学ぼうとする生徒や、将来数学が必要な専門分野に進もうとする生徒の数学的に考える資質・能力を伸ばす。

「数学A」：「数学Ⅰ」の内容を補完するとともに、数学のよさを認識し、数学的に考える資質・能力を培う。

「数学B」：「数学Ⅰ」より進んだ内容を含み、数学的な素養を広げるとともに、数学の知識や技能などを活用して問題解決や意思決定をすることなどを通して数学的に考える資質・能力を養う。

「数学C」：「数学Ⅰ」より進んだ内容を含み、数学的な素養を広げるとともに、数学的な表現の工夫を通して数学的に考える資質・能力を養う。

### (3) 各科目の内容

各科目の内容に関わる要点は次のとおりである。

#### ア 数学Ⅰ，数学Ⅱ，数学Ⅲ

##### (ア) 「数学Ⅰ」(3単位)

今回の改訂で、この科目は標準単位数も内容も従前から大きくは変更していない。必履修科目であり、従前と同様、「数学Ⅰ」だけで高等学校数学の履修を終える生徒に配慮し、「数学Ⅰ」に続けて高等学校数学を学ぶ生徒にはこの後の科目の内容と系統性を考慮するとともに、すべての高校生に必要な数学的な素養は何かという視点で検討を行い、内容を構成した。また、中学校数学が、「A 数と式」、「B 図形」、「C 関数」、「D データの活用」の4領域で構成されることを踏まえ、次の①から④までの内容で構成するとともに、引き続き課題学習を内容に位置付けることとした。

① 数と式 ② 図形と計量 ③ 二次関数 ④ データの分析 [課題学習]

「データの分析」では、四分位数など(箱ひげ図を含む)を中学校に移行して、「仮説検定の考え方」を取り扱うこととした。仮説検定については「数学B」の「統計的な推測」で取り扱うが、この科目の履修だけで高等学校数学の履修を終える生徒もいること

から、実際的な場面を考慮し、具体例を通して「仮説検定の考え方」を直観的に捉えさせるようにした。

#### (イ) 「数学Ⅱ」(4単位)

今回の改訂で、この科目は課題学習を内容に位置付けたという点を除き標準単位数も内容も従前から変更していない。「数学Ⅰ」の内容を発展・拡充させることができるようにするとともに、「数学Ⅲ」への学習の系統性を踏まえ、次の①から⑤までの内容で構成するとともに、課題学習を内容に位置付けた。

- ① いろいろな式      ② 図形と方程式      ③ 指数関数・対数関数  
④ 三角関数            ⑤ 微分・積分の考え      [課題学習]

「いろいろな式」では、従前に引き続き、三次の乗法公式や因数分解の公式に加えて二項定理を取り扱う。

#### (ウ) 「数学Ⅲ」(3単位)

今回の改訂で、この科目は標準単位数を従前の5単位から3単位に減じるとともに、「平面上の曲線と複素数平面」を数学Cに移行した。数学に強い興味や関心をもって更に深く学習しようとする生徒や、将来数学が必要な専門分野に進もうとする生徒が数学的に考える資質・能力を伸ばす科目として、次の①から③までの内容で構成するとともに、課題学習を内容に位置付けた。

- ① 極限                  ② 微分法                  ③ 積分法                  [課題学習]

これらで取り扱う内容については、従前から変更はない。

### イ 数学A, 数学B, 数学C

「数学A」, 「数学B」及び「数学C」は、いずれも三つの内容からいくつかの内容を選択して履修する科目である。今回、従前の「数学活用」の廃止に伴って「数学活用」の内容を「数学A」, 「数学B」, 「数学C」の性格を踏まえて移行することとした。それぞれの科目において、三つの内容のすべてを履修するときには3単位程度の単位数を必要とするが、標準単位数は2単位であり、生徒の特性や学校の実態、単位数等に応じて内容を適宜選択して履修させることとしている。

#### (ア) 「数学A」(2単位)

今回の改訂で、従前の「数学活用」の「数学と人間の活動」を移行し、「数学A」の「整数の性質」を「数学と人間の活動」に含ませるとともに、従前に位置付けられていた課題学習を削除した。この科目は、「数学Ⅰ」の内容を補完するとともに、数学のよさを認識し数学的に考える資質・能力を培う科目として、次の①から③までの内容で構成した。

- ① 図形の性質            ② 場合の数と確率            ③ 数学と人間の活動

「場合の数と確率」では、期待値(平均値)を取り扱い、統計的な内容との関連ももたせる。また、「数学と人間の活動」では、整数の約数や倍数、ユークリッドの互除法や二進法、平面や空間において点の位置を表す座標の考えなども取り扱い、人間が数や空間などをどのように捉えてきたかを歴史的な視点なども交えて考察させることとした。

#### (イ) 「数学B」(2単位)

今回の改訂で、従前の「数学B」の「ベクトル」を「数学C」に移行し、「確率分布と統計的な推測」を「統計的な推測」に名称を変更するとともに、従前の「数学活用」の「社会生活における数理的な考察」の「社会生活と数学」及び「データの分析」を移行して「数学と社会生活」としてまとめて「数学B」に位置付けた。この科目は、「数学I」より進んだ内容を含み、数学的な素養を広げるとともに、知識や技能などを活用して問題解決や意思決定をすることなどを通して、数学的に考える資質・能力を養う科目で、次の①から③までの内容で構成した。

- ① 数列      ② 統計的な推測      ③ 数学と社会生活

「統計的な推測」では、区間推定及び仮説検定も取り扱う。また、「数学と社会生活」では、散布図に表したデータを一次関数などとみなして処理することも取り扱うこととした。

#### (ウ) 「数学C」(2単位)

今回の改訂で、「数学C」を新設し、従前の「数学Ⅲ」の「平面上の曲線と複素数平面」及び「数学B」の「ベクトル」を「数学C」に移行するとともに、従前の「数学活用」の「社会生活における数理的な考察」の「数学的な表現の工夫」を「数学C」に移行した。この科目は、「数学I」より進んだ内容を含み、数学的な素養を広げるとともに、数学的な表現の工夫などを通して数学的に考える資質・能力を養う科目で、次の①から③までの内容で構成した。

- ① ベクトル      ② 平面上の曲線と複素数平面      ③ 数学的な表現の工夫

「数学的な表現の工夫」では、工夫された統計グラフや離散グラフ、行列などを取り扱う。

## 主な内容の移行

中学校へ		従前学習指導要領		新学習指導要領
中学2年へ ←		<p><b>数学Ⅰ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>数と式</li> <li>図形と計量</li> <li>二次関数</li> <li>データの分析</li> <li>・四分位数</li> </ul> <p><b>数学Ⅱ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>いろいろな式</li> <li>図形と方程式</li> <li>指数関数・対数関数</li> <li>三角関数</li> <li>微分・積分の考え</li> </ul> <p><b>数学Ⅲ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>平面上の曲線と複素数平面</li> <li>極限</li> <li>微分法</li> <li>積分法</li> </ul> <p><b>数学A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>場合の数と確率</li> <li>整数の性質</li> <li>・有限小数, 循環小数</li> <li>図形の性質</li> </ul> <p><b>数学B</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>確率分布と統計的な推測</li> <li>・期待値</li> <li>数列</li> <li>ベクトル</li> </ul> <p><b>数学活用</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>数学と人間の活動</li> <li>社会生活における数理的な考察</li> <li>・社会生活と数学</li> <li>・数学的な表現の工夫</li> <li>・データの分析</li> </ul>		<p><b>数学Ⅰ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>数と式</li> <li>図形と計量</li> <li>二次関数</li> <li>データの分析</li> <li>・仮説検定の考え</li> </ul> <p><b>数学Ⅱ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>いろいろな式</li> <li>図形と方程式</li> <li>指数関数・対数関数</li> <li>三角関数</li> <li>微分・積分の考え</li> </ul> <p><b>数学Ⅲ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>極限</li> <li>微分法</li> <li>積分法</li> </ul> <p><b>数学A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>図形の性質</li> <li>場合の数と確率</li> <li>・期待値</li> <li>数学と人間の活動</li> </ul> <p><b>数学B</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>数列</li> <li>統計的な推測</li> <li>数学と社会生活</li> </ul> <p><b>数学C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ベクトル</li> <li>平面上の曲線と複素数平面</li> <li>数学的な表現の工夫</li> </ul>

## 各科目の内容

数学Ⅰ 3単位	数学Ⅱ 4単位	数学Ⅲ 3単位
<p>(1) <b>数と式</b> 数と集合 ・簡単な無理数の計算 ・集合と命題 式 ・式の展開と因数分解 ・一次不等式</p> <p>(2) <b>図形と計量</b> 三角比 ・鋭角の三角比 ・鈍角の三角比 ・正弦定理, 余弦定理 図形の計量</p> <p>(3) <b>二次関数</b> 二次関数とそのグラフ 二次関数の値の変化 ・二次関数の最大・最小 ・二次関数と二次方程式, 二次不等式</p> <p>(4) <b>データの分析</b> データの散らばり ・分散, 標準偏差 データの相関 ・散布図, 相関係数 仮説検定の考え方</p> <p>[課題学習]</p>	<p>(1) <b>いろいろな式</b> 式 ・整式の乗法・除法, 分数式 *二項定理 等式と不等式の証明 高次方程式など ・複素数と二次方程式 ・高次方程式</p> <p>(2) <b>図形と方程式</b> 直線と円 ・点と直線 ・円の方程式 軌跡と領域</p> <p>(3) <b>指数関数・対数関数</b> 指数関数 ・指数の拡張 ・指数関数 対数関数 ・対数 ・対数関数</p> <p>(4) <b>三角関数</b> 角の拡張 三角関数 ・三角関数 ・三角関数の基本的な性質 三角関数の加法定理 *2倍角の公式, 三角関数の合成</p> <p>(5) <b>微分・積分の考え</b> 微分の考え ・微分係数と導関数 *関数の定数倍, 和及び差の導関数 ・導関数の応用 積分の考え ・不定積分と定積分 ・面積</p> <p>[課題学習]</p>	<p>(1) <b>極限</b> 数列の極限 ・数列 <math>\{r^n\}</math> の極限 ・無限等比級数の和 関数とその極限 ・分数関数と無理関数 ・合成関数と逆関数 ・関数値の極限</p> <p>(2) <b>微分法</b> 導関数 ・関数の和・差・積・商の導関数 ・合成関数の導関数 ・三角関数・指数関数・対数関数の導関数 導関数の応用 ・接線, 関数値の増減, 極大・極小, グラフの凹凸, 速度・加速度</p> <p>(3) <b>積分法</b> 不定積分と定積分 ・積分とその基本的な性質・置換積分法・部分積分法 いろいろな関数の積分 積分の応用 ・面積, 体積, 曲線の長さ</p> <p>[課題学習]</p>

数学A	2単位	数学B	2単位	数学C	2単位
<p>(1) 図形の性質</p> <p>平面図形</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 三角形の性質</li> <li>・ 円の性質</li> <li>・ 作図</li> </ul> <p>空間図形</p> <p>(2) 場合の数と確率</p> <p>場合の数</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 数え上げの原則</li> <li>・ 順列・組合せ</li> </ul> <p>確率</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 確率とその基本的な法則 <ul style="list-style-type: none"> <li>* 余事象, 排反, 期待値</li> </ul> </li> <li>・ 独立な試行と確率</li> <li>・ 条件付き確率</li> </ul> <p>(3) 数学と人間の活動</p> <p>数量や図形と人間の活動</p> <p>遊びの中の数学</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* ユークリッドの互除法, 二進法, 平面や空間における点の位置</li> </ul>		<p>(1) 数列</p> <p>数列とその和</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 等差数列と等比数列</li> <li>・ いろいろな数列</li> </ul> <p>漸化式と数学的帰納法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 漸化式と数列</li> <li>・ 数学的帰納法</li> </ul> <p>(2) 統計的な推測</p> <p>確率分布</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 確率変数と確率分布 <ul style="list-style-type: none"> <li>* 確率変数の平均, 分散, 標準偏差</li> </ul> </li> <li>・ 二項分布</li> </ul> <p>正規分布</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 連続型確率変数</li> <li>・ 正規分布</li> </ul> <p>統計的な推測</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 母集団と標本</li> <li>・ 統計的な推測の考え <ul style="list-style-type: none"> <li>* 区間推定, 仮説検定</li> </ul> </li> </ul> <p>(3) 数学と社会生活</p> <p>数理的な問題解決</p>		<p>(1) ベクトル</p> <p>平面上のベクトル</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ベクトルとその演算</li> <li>・ ベクトルの内積</li> </ul> <p>空間座標とベクトル</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 空間座標, 空間におけるベクトル</li> </ul> <p>(2) 平面上の曲線と複素数平面</p> <p>平面上の曲線</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直交座標による表示</li> <li>・ 媒介変数による表示</li> <li>・ 極座標による表示 <ul style="list-style-type: none"> <li>* 二次曲線</li> </ul> </li> </ul> <p>複素数平面</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 複素数平面</li> <li>・ ド・モアブルの定理</li> </ul> <p>(3) 数学的な表現の工夫</p> <p>数学的な表現の意義やよさ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 図, 表, 統計グラフ, 離散グラフ, 行列</li> </ul>	

中学校数学科の内容の構成（下線は新設の内容を示す。）

	A 数と式	B 図形
第1学年	<p>正の数・負の数</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・正の数と負の数の必要性和意味</li> <li>・正の数と負の数の四則計算</li> <li>・正の数と負の数を用いて表すこと (用語に「素数」を追加(←小5)) (内容の取扱いに、自然数を素数の積として表すことを追加(←中3))</li> </ul> <p>文字を用いた式</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・文字を用いることの必要性和意味</li> <li>・乗法と除法の表し方</li> <li>・一次式の加法と減法の計算</li> <li>・文字を用いた式に表すこと</li> </ul> <p>一元一次方程式(比例式)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・方程式の必要性和意味及びその解の意味</li> <li>・一元一次方程式を解くこと</li> </ul>	<p>平面図形</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基本的な作図の方法</li> <li>・図形の移動</li> <li>・作図の方法を考察すること</li> </ul> <p>空間図形</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・直線や平面の位置関係</li> <li>・基本的な図形の計量</li> <li>・空間図形の構成と平面上の表現</li> </ul>
第2学年	<p>文字を用いた式の四則計算</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・簡単な整式の加減及び単項式の乗除の計算</li> <li>・文字を用いた式で表したり読み取ったりすること</li> <li>・文字を用いた式で捉え説明すること</li> <li>・目的に応じた式変形</li> </ul> <p>連立二元一次方程式</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・二元一次方程式の必要性和意味及びその解の意味</li> <li>・連立方程式とその解の意味</li> <li>・連立方程式を解くこと</li> </ul>	<p>基本的な平面図形と平行線の性質</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平行線や角の性質</li> <li>・多角形の角についての性質</li> <li>・平面図形の性質を確かめること</li> </ul> <p>図形の合同</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平面図形の合同と三角形の合同条件</li> <li>・証明の必要性和意味及びその方法 (用語に「反例」を追加)</li> </ul>
第3学年	<p>平方根</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平方根の必要性和意味</li> <li>・平方根を含む式の計算</li> <li>・平方根を用いて表すこと (内容の取扱いに、誤差、近似値、<math>a \times 10^n</math>の形の表現を追加(←中1))</li> </ul> <p>式の展開と因数分解</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・単項式と多項式の乗法と除法の計算</li> <li>・簡単な式の展開や因数分解 (内容の取扱いから、自然数を素因数に分解することを削除(→中1))</li> </ul> <p>二次方程式</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・二次方程式の必要性和意味及びその解の意味</li> <li>・因数分解や平方完成して二次方程式を解くこと</li> <li>・解の公式を用いて二次方程式を解くこと</li> </ul>	<p>図形の相似</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平面図形の相似と三角形の相似条件</li> <li>・相似な図形の相似比と面積比及び体積比の関係</li> <li>・平行線と線分の比</li> </ul> <p>円周角と中心角</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・円周角と中心角の関係とその証明</li> </ul> <p>三平方の定理</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・三平方の定理とその証明</li> </ul>

C 関数	D データの活用 ←現行「D資料の活用」の名称を変更	〔数学的活動〕
比例, 反比例 ・関数関係の意味 ・比例, 反比例 ・座標の意味 ・比例, 反比例の表, 式, グラフ	データの分布の傾向 ・ヒストグラムや相対度数の必要性と意味 多数の観察や多数回の試行によって得られる確率 ・多数の観察や多数回の試行によって得られる確率の必要性と意味 (←中2) <u>(用語に累積度数を追加)</u> (用語から, 代表値, (平均値, 中央値, 最頻値), 階級を削除 (→小6)) (内容の取扱いから, 誤差, 近似値, $a \times 10^n$ の形の表現を削除 (→中3))	各領域の学習やそれらを相互に関連付けた学習において, 次のような数学的活動に取り組むものとする。 ア 日常の事象を数理的に捉え, 数学的に表現・処理し, 問題を解決したり, 解決の過程や結果を振り返って考察したりする活動 イ 数学の事象から問題を見いだし解決したり, 解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察したりする活動 ウ 数学的な表現を用いて筋道立てて説明し伝え合う活動
一次関数 ・事象と一次関数 ・二元一次方程式と関数 ・一次関数の表, 式, グラフ	<u>データの分布の比較</u> ・四分位範囲や箱ひげ図の必要性と意味(追加) ・箱ひげ図で表すこと (追加) 場合の数を基にして得られる確率 ・確率の必要性と意味 ・確率を求めること (「確率の必要性と意味」を一部移行(→中1))	各領域の学習やそれらを相互に関連付けた学習において, 次のような数学的活動に取り組むものとする。 ア 日常の事象や社会の事象を数理的に捉え, 数学的に表現・処理し, 問題を解決したり, 解決の過程や結果を振り返って考察したりする活動 イ 数学の事象から見通しをもって問題を見いだし解決したり, 解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察したりする活動 ウ 数学的な表現を用いて論理的に説明し伝え合う活動
関数 $y=ax^2$ ・事象と関数 $y=ax^2$ ・いろいろな事象と関数 ・関数 $y=ax^2$ の表, 式, グラフ	標本調査 ・標本調査の必要性と意味 ・標本を取り出し整理すること	ウ 数学的な表現を用いて論理的に説明し伝え合う活動

小学校算数科の内容の構成（下線は主な新設の内容を示す）

	A 数と計算	B 図形
第1学年	<p>1 数の構成と表し方 個数を比べること／個数や順番を数えること／数の大小、順序と数直線／2位数の表し方／簡単な場合の3位数の表し方／十を単位とした数の見方／まとめて数えたり等分したりすること</p> <p>2 加法，減法 加法，減法が用いられる場合とそれらの意味／加法，減法の式／1位数の加法とその逆の減法の計算／簡単な場合の2位数などの加法，減法</p>	<p>1 図形についての理解の基礎 形とその特徴の捉え方／形の構成と分解／方向やものの位置</p>
第2学年	<p>1 数の構成と表し方 まとめて数えたり，分類して数えたりすること／十進位取り記数法／数の相対的な大きさ／一つの数をほかの数の積としてみることに数による分類整理／<math>\frac{1}{2}</math>，<math>\frac{1}{3}</math>など簡単な分数</p> <p>2 加法，減法 2位数の加法とその逆の減法／簡単な場合の3位数などの加法，減法／加法や減法に関して成り立つ性質／加法と減法の相互関係</p> <p>3 乗法 乗法が用いられる場合とその意味／乗法の式／乗法に関して成り立つ簡単な性質／乗法九九／簡単な場合の2位数と1位数との乗法</p>	<p>1 三角形や四角形などの図形 三角形，四角形／正方形，長方形と直角三角形／正方形や長方形の面で構成される箱の形</p>
第3学年	<p>1 数の表し方 万の単位／10倍，100倍，1000倍，<math>\frac{1}{10}</math>の大きさ／数の相対的な大きさ</p> <p>2 加法，減法 3位数や4位数の加法，減法の計算の仕方／加法，減法の計算の確実な習得</p> <p>3 乗法 2位数や3位数に1位数や2位数をかける乗法の計算／乗法の計算が確実にでき，用いること／乗法に関して成り立つ性質</p> <p>4 除法 除法が用いられる場合とその意味／除法の式／除法と乗法，減法の関係／除数と商が1位数の場合の除法の計算／簡単な場合の除数が1位数で商が2位数の除法</p> <p>5 小数の意味と表し方 小数の意味と表し方／小数の加法，減法</p> <p>6 分数の意味と表し方 分数の意味と表し方／単位分数の幾つ分／簡単な場合の分数の加法，減法</p> <p>7 数量の関係を表す式 □を用いた式</p> <p>8 そろばん そろばんによる数の表し方／そろばんによる計算の仕方</p>	<p>1 二等辺三角形，正三角形などの図形 二等辺三角形，正三角形／角／円，球</p>

	C 測定	D データの活用	〔数学的活動〕
第1学年	<p>1 量と測定についての理解の基礎 量の大きさの直接比較, 間接比較／任意単位を用いた大きさの比べ方</p> <p>2 時刻の読み方 時刻の読み方</p>	<p>1 絵や図を用いた数量の表現 絵や図を用いた数量の表現</p>	<p>ア 身の回りの事象を観察したり, 具体物を操作したりして, 数量や形を見いだす活動</p> <p>イ 日常生活の問題を具体物などを用いて解決したり結果を確かめたりする活動</p> <p>ウ 算数の問題を具体物などを用いて解決したり結果を確かめたりする活動</p> <p>エ 問題解決の過程や結果を, 具体物や図などを用いて表現する活動</p>
第2学年	<p>1 長さ, かさの単位と測定 長さやかさの単位と測定／およその見当と適切な単位</p> <p>2 時間の単位 時間の単位と関係</p>	<p>1 簡単な表やグラフ 簡単な表やグラフ</p>	<p>ア 身の回りの事象を観察したり, 具体物を操作したりして, 数量や図形に進んで関わる活動</p> <p>イ 日常の事象から見いだした算数の問題を, 具体物, 図, 数, 式などを用いて解決し, 結果を確かめる活動</p> <p>ウ 算数の学習場面から見いだした算数の問題を, 具体物, 図, 数, 式などを用いて解決し, 結果を確かめる活動</p> <p>エ 問題解決の過程や結果を, 具体物, 図, 数, 式などを用いて表現し伝え合う活動</p>
第3学年	<p>1 長さ, 重さの単位と測定 長さや重さの単位と測定／適切な単位と計器の選択(メートル法の単位の仕組み(←小6))</p> <p>2 時刻と時間 時間の単位(秒)／時刻や時間を求めること</p>	<p>1 表と棒グラフ データの分類整理と表／棒グラフの特徴と使い方 (内容の取扱いに, <u>最小目盛りが2, 5などの棒グラフや複数の棒グラフを組み合わせたグラフを追加</u>)</p>	<p>ア 身の回りの事象を観察したり, 具体物を操作したりして, 数量や図形に進んで関わる活動</p> <p>イ 日常の事象から見いだした算数の問題を, 具体物, 図, 数, 式などを用いて解決し, 結果を確かめる活動</p> <p>ウ 算数の学習場面から見いだした算数の問題を, 具体物, 図, 数, 式などを用いて解決し, 結果を確かめる活動</p> <p>エ 問題解決の過程や結果を, 具体物, 図, 数, 式などを用いて表現し伝え合う活動</p>

	A 数と計算	B 図形
第4学年	<p>1 整数の表し方 億, 兆の単位</p> <p>2 概数と四捨五入 概数が用いられる場合／四捨五入／四則計算の結果の見積り</p> <p>3 整数の除法 除数が1位数や2位数で被除数が2位数や3位数の除法の計算の仕方／除法の計算を用いること／被除数, 除数, 商及び余りの間の関係／除法に関して成り立つ性質</p> <p>4 小数の仕組みとその計算 小数を用いた倍／小数と数の相対的な大きさ／小数の加法, 減法／乗数や除数が整数である場合の小数の乗法及び除法</p> <p>5 同分母の分数の加法, 減法 大きさの等しい分数／分数の加法, 減法</p> <p>6 数量の関係を表す式 四則を混合した式や( )を用いた式／公式／□, △などを用いた式</p> <p>7 四則に関して成り立つ性質 四則に関して成り立つ性質</p> <p>8 そろばん そろばんによる計算の仕方</p>	<p>1 平行四辺形, ひし形, 台形などの平面図形 直線の平行や垂直の関係／平行四辺形, ひし形, 台形</p> <p>2 立方体, 直方体などの立体図形 立方体, 直方体／直線や平面の平行や垂直の関係／見取図, 展開図</p> <p>3 ものの位置の表し方 ものの位置の表し方</p> <p>4 平面図形の面積 面積の単位 (cm<sup>2</sup>, m<sup>2</sup>, km<sup>2</sup>) と測定／正方形, 長方形の面積 (メートル法の単位の仕組み (←小6))</p> <p>5 角の大きさ 回転の大きさ／角の大きさの単位と測定</p>
第5学年	<p>1 整数の性質 偶数, 奇数／約数, 倍数</p> <p>2 整数, 小数の記数法 10倍, 100倍, <u>1000倍</u>, <math>\frac{1}{10}</math>, <math>\frac{1}{100}</math> などの大きさ</p> <p>3 小数の乗法, 除法 小数の乗法, 除法の意味／小数の乗法, 除法の計算／計算に関して成り立つ性質の小数への適用</p> <p>4 分数の意味と表し方 分数と整数, 小数の関係／除法の結果と分数／同じ大きさを表す分数／分数の相等と大小</p> <p>5 分数の加法, 減法 異分母の分数の加法, 減法</p> <p>6 数量の関係を表す式 数量の関係を表す式</p>	<p>1 平面図形の性質 図形の形や大きさが決まる要素と図形の合同／多角形についての簡単な性質／正多角形／円周率</p> <p>2 立体図形の性質 角柱や円柱</p> <p>3 平面図形の面積 三角形, 平行四辺形, ひし形及び台形の面積の計算による求め方</p> <p>4 立体図形の体積 体積の単位 (cm<sup>3</sup>, m<sup>3</sup>) と測定 立方体及び直方体の体積の計算による求め方 (メートル法の単位の仕組み (←小6))</p>
第6学年	<p>1 分数の乗法, 除法 分数の乗法及び除法の意味／分数の乗法及び除法の計算／計算に関して成り立つ性質の分数への適用 (分数×整数, 分数÷整数 (←小5))</p> <p>2 文字を用いた式 文字を用いた式</p>	<p>1 縮図や拡大図, 対称な図形 縮図や拡大図／対称な図形</p> <p>2 概形とおよその面積 概形とおよその面積</p> <p>3 円の面積 円の面積の求め方</p> <p>4 角柱及び円柱の体積 角柱及び円柱の体積の求め方</p>

	C 変化と関係	D データの活用	〔数学的活動〕
第4学年	<p>1 伴って変わる二つの数量変化の様子と表や式, 折れ線グラフ</p> <p>2 <u>簡単な場合についての割合</u> <u>簡単な場合についての割合</u></p>	<p>1 データの分類整理 二つの観点から分類する方法／折れ線グラフの特徴と使い方(内容の取扱いに, 複数系列のグラフや組み合わせたグラフを追加)</p>	<p>ア 日常の事象から算数の問題を見いだして解決し, 結果を確かめたり, 日常生活等に生かしたりする活動</p> <p>イ 算数の学習場面から算数の問題を見いだして解決し, 結果を確かめたり, 発展的に考察したりする活動</p> <p>ウ 問題解決の過程や結果を, 図や式などを用いて数学的に表現し伝え合う活動</p>
第5学年	<p>1 伴って変わる二つの数量の関係 簡単な場合の比例の関係</p> <p>2 異種の二つの量の割合 速さなど単位量当たりの大きさ(速さ(←小6))</p> <p>3 割合(百分率) <u>割合</u>／百分率</p>	<p>1 円グラフや帯グラフ 円グラフや帯グラフの特徴と使い方／統計的な問題解決の方法(内容の取扱いに, 複数の帯グラフを比べることを追加)</p> <p>2 測定値の平均 平均の意味</p>	<p>ア 日常の事象から算数の問題を見いだして解決し, 結果を確かめたり, 日常生活等に生かしたりする活動</p> <p>イ 算数の学習場面から算数の問題を見いだして解決し, 結果を確かめたり, 発展的に考察したりする活動</p> <p>ウ 問題解決の過程や結果を, 図や式などを用いて数学的に表現し伝え合う活動</p>
第6学年	<p>1 比例 比例の関係の意味や性質／比例の関係をを用いた問題解決の方法／反比例の関係</p> <p>2 比 比</p>	<p>1 データの考察 代表値の意味や求め方(←中1)／度数分布を表す表やグラフの特徴と使い方／目的に応じた統計的な問題解決の方法</p> <p>2 起こり得る場合 起こり得る場合</p>	<p>ア 日常の事象を数理的に捉え問題を見いだして解決し, 解決過程を振り返り, 結果や方法を改善したり, 日常生活等に生かしたりする活動</p> <p>イ 算数の学習場面から算数の問題を見いだして解決し, 解決過程を振り返り統合的・発展的に考察する活動</p> <p>ウ 問題解決の過程や結果を, 目的に応じて図や式などを用いて数学的に表現し伝え合う活動</p>

### 第3節 数学科の目標

教科の目標の改善に当たっては、平成28年12月の中央教育審議会答申の内容を踏まえるとともに、高等学校における数学教育の意義を考慮し、小学校、中学校及び高等学校での教育の一貫性を図り児童生徒の発達に応じた適切かつ効果的な学習が行われるよう配慮した。

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 数学における基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。
- (2) 数学を活用して事象を論理的に考察する力、事象の本質や他の事象との関係を認識し統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。
- (3) 数学のよさを認識し積極的に数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う。

今回の改訂では、高等学校数学科の目標を、(1) 知識及び技能、(2) 思考力、判断力、表現力等、(3) 学びに向かう力、人間性等の三つの柱に基づいて示すとともに、それら数学的に考える資質・能力全体を「数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して」育成することを目指すことを柱書に示した。すなわち、高等学校数学科の目標をなす資質・能力の三つの柱は、数学的な見方・考え方と数学的活動に相互に関連をもたせながら、全体として育成されることに配慮することが必要である。

ここでは、高等学校数学科の目標を、大きく六つに分けて説明する。

#### ① 「数学的な見方・考え方を働かせ」について

平成28年12月の中央教育審議会答申において、「見方・考え方」が、各教科等の特質に応じた物事を捉える視点や考え方として整理されたことを踏まえると、「数学的な見方・考え方」は、数学の学習において、どのような視点で物事を捉え、どのような考え方で思考を進めるのかという、事象の特徴や本質を捉える視点、思考の進め方や方向性を意味することと考えられる。また、答申において、「既に身に付けた資質・能力の三つの柱によって支えられた「見方・考え方」が、習得・活用・探究という学びの過程の中で働くことを通じて、資質・能力が更に伸ばされたり、新たな資質・能力が育まれたりし、それによって「見方・考え方」が更に豊かなものになる、という相互の関係にある」と示されたことを踏まえ、「数学的な見方・考え方」は、数学的に考える資質・能力の三つの柱である「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」及び「学びに向かう力、人間性等」の全ての育成に働くものと考えられる。さらに、「数学的な見方・考え方」は、数学の学習の中で働かせるだけでなく、生活の中で数学を用いる場合にも重要な働き

をするものと考えられる。数学の学びの中で鍛えられた見方・考え方を働かせながら、世の中の様々な物事を理解し思考し、よりよい社会や自らの人生を創り出していくことが期待される。

「数学的な見方・考え方」のうち、「数学的な見方」は、「事象を数量や図形及びそれらの関係についての概念等に着目してその特徴や本質を捉えること」であると考えられる。また、「数学的な考え方」は、「目的に応じて数、式、図、表、グラフ等を活用しつつ、論理的に考え、問題解決の過程を振り返るなどして既習の知識及び技能を関連付けながら、統合的・発展的に考えたり、体系的に考えたりすること」であると考えられる。以上のことから、「数学的な見方・考え方」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」として整理することができる。

「数学的な見方・考え方」は、数学的に考える資質・能力を支え、方向付けるものであり、数学の学習が創造的に行われるために欠かせないものである。また、生徒一人一人が目的意識をもって問題を発見したり解決したりする際に積極的に働かせていくものである。そのために、今回の改訂では、統合的・発展的に考えることを重視している。なお、発展的に考えるとは、数学を既成のもののみなしたり、固定的で確定的なもののみなしたりせず、新たな概念、原理や法則などを創造しようとするものである。例えば、 $2^2=4$ 、 $2^3=8$ のように指数が正の整数の場合には2を2の指数で表された<sup>かず</sup>数だけ掛け合わせることで計算がされる。ところで、 $2^2 \times 2 = 2^3$ であるので、 $2^2 = 2^3 \times \frac{1}{2}$ であること

に着目すれば $2 = 2^2 \times \frac{1}{2}$ 、 $2^0 = 2^1 \times \frac{1}{2} = 1$ 、 $2^{-1} = 2^0 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ のように指数を正の整数から0や負の整数まで広げることができる。また、このように表記をしても指数法則を満たすことは容易に確認される。このように、累乗の表記においては指数部分の数の範囲を正の整数から整数全体へ広げることが発展的に考えることの例になっている。また、指数の範囲を正の整数と整数全体に拡張することに対応して指数法則についても関連して広げて考えるようにすることも必要になる。既習のものと新しく生み出したものとを包括的に取り扱えるように意味を規定したり、処理の仕方をまとめたりすることが統合的に考えることになる。数学の学習では、このように創造的な発展を図るとともに、創造したものをより高い、あるいは、より広い観点から統合してみられるようにすることが大切である。

数学的な見方・考え方を働かせることについては、例えば、数学Ⅱの「図形と方程式」において、「直線を $x$ 、 $y$ の一次方程式で表し、いくつかの一次方程式の関係を調べることを通して直線間の関係を考察する」ことを取り上げる。図形を点の集合と考え、点を座標平面上の点とみて図形を $x$ 、 $y$ の方程式と対応させ、方程式の関係を考えることで2直線の平行と垂直などの図形の性質を明確に捉えることができる。このように、数学的な見方・考え方を働かせる際には、未知の事象を考察するために新しい概念をつくることがあり、「知識及び技能」や「思考力、判断力、表現力等」が必要となる。さらに、新

たな概念や概念から生み出される知識や技能などを通して数学のよさを認識し、数学への関心を高めいろいろな場面で数学を活用しようとするなどの「学びに向かう力、人間性等」と深く関わっている。このように見方・考え方を働かせた活動を通して、「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」及び「学びに向かう力、人間性等」が育成される。つまり、「数学的な見方・考え方」は、数学的に考える資質・能力の育成に関して、数学の様々な領域において広く働かせるものであると言える。

また、数学的な見方・考え方は、数学の学習においてのみならず、他教科等の学習、日常生活や社会における場面などでも広く生かされるものである。例えば、地中から発掘したものなどについて炭素 14 の含有量により年代測定をする考古学、糖分量により癌を発見する核医学、為替レートで経済状況を予測する経済学などでも活用されている。素数が活用された暗号化技術はクレジットカードやインターネット通販など日常生活のみならずグローバル社会における情報セキュリティを確保するための基盤ともなっている。

数学の学習においては、数学的な見方・考え方を常に意識するとともに、数学的な見方・考え方を働かせる機会を意図的に設定することも重要である。また、他教科等の学習などを通して、数学的な見方・考え方は更に豊かなものになることに留意することも大切である。

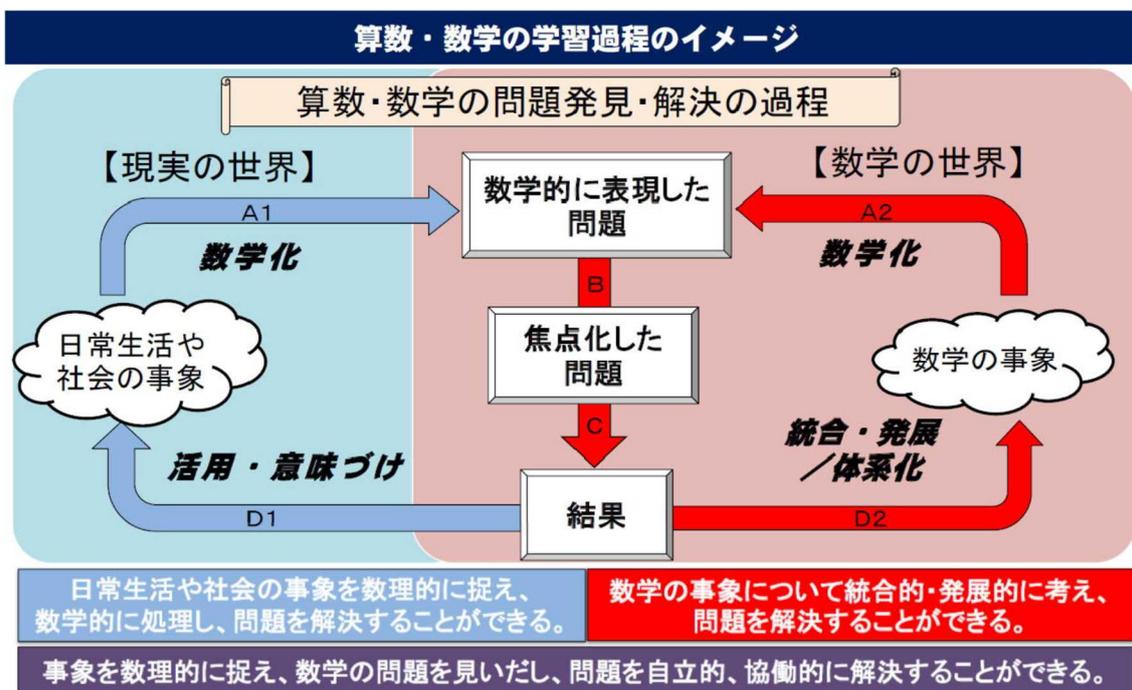
## ② 「数学的活動を通して」について

数学的活動とは、事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決する過程を遂行することである。これは、「数学学習に関わる目的意識をもった主体的活動」であるとする従来の意味をより明確にしたものである。今回の改訂では、数学的に考える資質・能力を育成する上で、数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を通して学習を展開することを一層重視した。

数学的活動として捉える問題発見・解決の過程には、主として二つの過程を考慮することができる。一つは、日常生活や社会の事象などを数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決し、解決過程を振り返り得られた結果の意味を考察する過程であり、もう一つは、数学の事象から問題を見だし、数学的な推論などによって問題を解決し、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的、体系的に考察する過程である。これら二つの過程は相互に関わり合って展開される。数学の学習過程においては、これらの二つの過程を意識しつつ、生徒が目的意識をもって遂行できるようにすること、各場面で言語活動を充実し、それぞれの過程や結果を振り返り、評価・改善することができるようにすることが大切である。これらの過程については、平成 28 年 12 月の中央教育審議会答申で示された次のようなイメージ図で考えることができる。

イメージ図の左側の【現実の世界】の部分を含む過程は、日常生活や社会の事象などを数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決し、解決過程を振り返り得られた結果の意味を考察する過程である。日常の事象や社会の事象などを数理的に捉える過程を、このイメージ図では「日常生活や社会の事象の数学化」としている。これは、現実世界の事象を考察する際に、目的に応じて必要な観点を持ち、その観点から事象を理想

化したり抽象化したりして、事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して数学の舞台にのせて考察しようとするのである。数学的な見方・考え方を働かせ、事象を目的に応じて数学の舞台にのせたものが、イメージ図の「数学的に表現した問題」である。そして、数学的に表現した問題をより特定なものに焦点化して表現・処理し、得られた結果を解釈したり、類似の事象にも活用したりして適用範囲を<sup>ひろ</sup>拡げる。



イメージ図の右側の【数学の世界】に含まれる過程は、数学の事象から問題を見だし、数学的な推論などによって問題を解決し、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的、体系的に考察する過程である。数学の事象から問題を見出す過程を、イメージ図では「数学の事象の数学化」としている。これは、数学的な見方・考え方を働かせ、数量や図形及びそれらの関係などに着目し、観察や操作、実験などの活動を通して、一般的に成り立ちそうな事柄を予想することである。この予想した事柄に関する問いが「数学的に表現した問題」となる。そして、数学的に表現した問題をより特定なものに焦点化して表現・処理したり、得られた結果を振り返り統合的・発展的に考察したりする。

このイメージ図は数学の問題発見・解決の過程全体を示しており、「数学的活動を通して」とは、単位授業時間においてこれらの過程の全てを学習することを求めるものではないことに留意することが必要である。実際の数学の学習過程では、このイメージ図の過程を意識しつつ、指導において必要な過程を遂行し、その結果、これらの過程全体を自立的、協働的に遂行できるようにする。

例えば、数学Bの「数列」の「漸化式」の学習を考えてみる。「ある薬は8時間ごと、1日に3回、1錠ずつ服用するとする。また、1錠には薬の有効成分が50mg含まれており、服用して8時間後に有効成分の40%が残っているとする。このとき、この薬を飲み

続けると有効成分の残量はどのように変化するか？」という問題に対して、 $n$  回目に薬を服用した直後の有効成分の残量を  $a_n$  mg とすると、 $a_1=50$ 、 $a_{n+1}=0.4a_n+50$  という関係式（漸化式）が得られる。この式から、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3 \cdots$  を求め、結果をグラフに表せば変化の様子を捉えることができる。しかし、この数列の一般項を求めることができれば、例えば5日後の3回目に薬を服用した直後の有効成分の残量をすぐに求めることができる。そこから新たに「漸化式から一般項を求めるにはどうすればよいか？」という問題が派生する。このように問題を発展させながら新たな概念、知識や技能を学習していくのである。

### ③ 「数学的に考える資質・能力を育成すること」について

「数学的に考える資質・能力」とは、高等学校数学科の目標で示された三つの柱で整理された算数・数学教育で育成を目指す力のことである。これらの資質・能力は、数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を通して育成することが必要である。また、これらの資質・能力は、数学の学習の基盤となるだけでなく、教科等の枠を越えて全ての学習の基盤として育てていくことが大切である。

以下④から⑥では、高等学校数学で育成を目指す資質・能力の三つの柱について解説する。

### ④ 「数学における基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。」について

これは、育成を目指す資質・能力の柱の中の「知識及び技能」に関わるものである。知識及び技能には、概念的な理解や数学を活用して問題解決する方法の理解、数学的に表現・処理するための技能などが含まれる。

数学における基本的な概念や原理・法則を理解することは、数学における様々な知識の裏付けとなり、技能の支えとなるものであり、深い学びを実現する上で欠かすことができないものである。基本的な概念や原理・法則を理解できるようにするためには、問題発見・解決の過程において基本的な概念や原理・法則に基づく知識及び技能を、試行錯誤などしながら主体的に用いるとともに、日常生活や社会の事象の考察に生かしたり、より広い数学的な対象について統合的・発展的に考察したりするよう配慮することが大切である。数学的活動を通じた概念や原理・法則の理解に裏付けられた発展性のある知識及び技能こそが、生きて働く知識や技能なのである。

問題発見・解決の過程を遂行するためには、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりすることが必要である。問題発見・解決の過程には、主として日常生活や社会の事象に関わる過程と、数学の事象に関わる過程がある。

日常生活や社会の事象は、そのままでは数学の舞台にのせることはできないことがある。そのため、事象を数学化する際には、事象に潜む関係を解明したり活用したりするなどの目的に即して、事象を理想化したり単純化したりして抽象し、条件を数学的に表現することなどが必要とされる。また、得られた数学的な結果について実際の問題に適合するかどうかを判断するために、数学的な結果を具体的な事象に即して解釈すること

も必要である。このような問題発見・解決の基礎をなす技能を身に付けることにより、事象を数学の舞台にのせ、理論を構築して体系化し、条件が等しい事象について考察することができるようになるのである。

数学の事象から問題を見だし考察する過程において、事象を数学化する際には、数量や数式、図形などに関する性質や関係を調べる目的に即して、事象を一般化したり拡張したり、条件を数学的に表現したりすることが必要とされる。また、数学的な推論に必要な仮定や、それによって得られた結論を表現したり読み取ったりすることも必要である。このような問題発見・解決の基礎をなす技能を身に付けることにより、具体的な数学の問題から、条件を変えたり、条件を弛めたりするなどして新たに設定した問題へと統合的・発展的に考察することができるようになる。更に、問題を解決して新たに得られた知識などをこれまで得られていた知識などと合わせ、批判的に検討することにより、知識などを体系的に整理することができ、様々な場面で活用することができるものになるのである。

また、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能は、数学的な概念や原理・法則と一体的なものとして学ばれるものであることにも留意することが大切である。例えば、二次不等式の解は二次関数のグラフを利用して求めることができるが、二次関数のグラフを読むことができ、二次不等式の解とは何かが理解できていなければ種々の二次不等式の解を正確には求めることができない。

⑤ 「数学を活用して事象を論理的に考察する力、事象の本質や他の事象との関係を認識し統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。」について

これは、育成を目指す資質・能力の柱の中の「思考力、判断力、表現力等」に関わるものである。思考力、判断力、表現力等は、問題を見いだしたり、知識及び技能を活用して問題を解決したりする際に必要である。

「数学を活用して事象を論理的に考察する力」

数学を活用して事象を論理的に考察する力は、様々な事象を数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決し、解決過程を振り返り得られた結果の意味を考察する過程を遂行することを通して養われていく。

数学が活用できるように事象を数学化するには、問題意識に基づき事象から条件や仮定を設定し、数学の問題として表現することが必要である。また、問題の解決に当たっては、(問題の本質を把握し) 解決の見通しをもつとともに、確かな根拠から論理的に考察する力が必要である。そのため、直観力、洞察力、帰納的に推論する力、類推的に推論する力や演繹的に推論する力を養うことも重要である。これらの二つの面を共に伸ばして問題の発見と解決に役立てていくこと、得られた結果の意味を条件や仮定に即して考察する機会を設けることが重要である。

「事象の本質や他の事象との関係を認識し統合的・発展的に考察する力」

事象の本質や他の事象との関係を認識し統合的・発展的に考察する力は、主に、数学の事象から問題を見だし、数学的な推論などによって問題を解決し、解決の過程や結

果を振り返って既習の知識や技能などとの関係も踏まえつつ統合的・発展的に考察する過程を遂行することを通して養われていく。

数学の事象についての問題解決の指導に当たっては、振り返ることによる新たな問題の発見を生徒に促すことが大切である。その際、「得られた結果から他に分かることがないかを考えること」、「問題解決の過程を振り返り、本質的な条件を見だし、それ以外の条件を変えること」、「問題の考察範囲を<sup>ひろ</sup>げること」、「(事象を式で表したとき等しい式が現れるなど) 類似な事象の間に共通する性質を見いだすこと」などの新しい知識を得る視点を明確にしつつ、さらなる活動を促すことも大切である。

#### 「数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力」

数学では日常言語や数、式、図、表、グラフなどの様々な表現を用いる。数学的な表現は物事の特徴を抽象し簡潔・明瞭に表すとともに、考察対象を一般的に表す。

また、数学的な表現は、例えば、式は数量や数量間の関係について一般的な表現を可能にしたり形式的な操作を可能にしたりする、図は視覚的な把握を容易にして思考を容易にする、グラフは事象の変化の様子を視覚的に把握することを容易にするなど、それぞれに長所がある。指導に当たっては、目的に応じて適切な数学的な表現を選択したり、一つの対象の幾つかの数学的な表現を相互に関連付けたりすることを通して、事象の本質を捉えたり、理解や思考を深めたりするように配慮することが大切である。また、その際に、問題解決の過程を振り返りながら、表現を自立的、協働的に修正・改善したり、議論の前提を明確にしたりしながら、問題の特徴や本質を捉えることも大切である。

#### ⑥ 「数学のよさを認識し積極的に数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う。」について

これは、育成を目指す資質・能力の柱の中の「学びに向かう力、人間性等」に関わるものである。高等学校数学科における学びに向かう力、人間性等は、現在及び将来にわたって数学を学んだり、数学を活用したり、数学と接したりするときの構え（基盤）となるものである。

#### 「数学のよさ」

様々な事象の考察や問題解決に数学を活用しようとする態度を育成するためには、「数学のよさ」を認識できるようにすることが大切である。「数学のよさ」とは、例えば、条件を満たす事象には得られた数学の結果を適用することができるなどの「数学における基本的な概念や原理・法則のよさ」、数量の関係を方程式で表すことができれば、形式的に変形して解を求めることができるなどの「数学的な表現や処理のよさ」や、数学的な見方・考え方を働かせることのよさなどを意味する。また、数学が生活に役立っていることや数学が科学技術を支え相互に関わって発展してきていることなど、社会における数学の有用性や実用性も含まれる。数学のよさを認識するためには、数学を学ぶ過程で、数学的な知識及び技能を確実に用いることができるようになったり、思考力、判断力、表現力等を発揮して適切かつ能率的に物事を処理できるようになったり、事象を簡潔・明瞭に表現して的確に捉えることができるようになったりする成長の過程を適宜振

り返るなどして自覚することが大切である。

#### 「粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度」

数学の問題のみならず多くの問題は、単に公式を当てはめるなどして解くことができるものを除き、解決の糸口を見いだすことが大切であるが、これが容易でないことが多い。それゆえ、より分かりやすい具体的な問題に置き換えたり、類似の問題に当たったり、具体的に多くの場合を書き出したり、コンピュータを利用してシミュレーションをしたりして試行錯誤をすることになる。解決の糸口が見つければ、式で表現して処理したり、論理的に考察したりして結果を得ることができる。そして結果を得た後、結果の妥当性について判断する。大切なことは、粘り強く考え続けることであるが、一人一人の考えを受け入れ、問題解決に生かしていこうとする学習集団でなければ粘り強く考え続ける態度は育ちにくい。そのような学習集団を育てるため、一人一人の考えを、正しいか正しくないかを判断して正しくないときに切り捨てるのではなく、どうしてそのように考えたのかを確認し、他の意見と比較するなどして自分の考えを改善させよりよい考えに進ませるようにすることが大切である。

#### 「問題解決の過程を振り返って考察を深めたり評価・改善したりしようとする態度」

問題解決の過程を経て結果が得られたとき、結果の妥当性を検討することが大切である。その際、解決の方法などを見直し、より分かりやすく適切な表現はないか、別の解決方法はないかなど、客観的に評価することが大切である。

問題解決の過程を振り返って、評価・改善しようとする態度を育成するためには、協働的な活動を通して、生徒同士の多様な考えを認め合うことも重要である。ここでいう生徒の多様な考えには、生徒の誤った考えなども含まれる。生徒の誤った考えは、どのような誤解に基づいているのか、どこを改めれば正しい考えになるのか、などを考えさせることによってより深い理解に到達することが考えられる。

#### 「創造性の基礎」

ここでいう創造性の基礎とは、知識及び技能を活用して問題を解決することの他に、知的好奇心や豊かな感性、想像力、直観力、洞察力、論理的な思考力、批判的な思考力、粘り強く考え抜く力などの資質・能力をいう。これらを養うためには、適切な問題を自立的、協働的に取り組むとともに、解決した後、その過程を振り返って数学のよさを改めて認識するとともに統合的・発展的、体系的に思考を深めることが大切である。

## 第4節 数学科の科目編成

### 1 科目の編成

高等学校数学は、「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」、「数学A」、「数学B」及び「数学C」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
数学Ⅰ	3
数学Ⅱ	4
数学Ⅲ	3
数学A	2
数学B	2
数学C	2

### 2 科目の履修

「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」及び「数学Ⅲ」は、その内容のすべてを履修する科目であり、「数学A」、「数学B」及び「数学C」は、生徒の特性や学校の実態、単位数等に応じてその内容を選択して履修する科目である。

また、「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」は、この順に履修することを原則としている。「数学A」は「数学Ⅰ」と並行履修、又は「数学Ⅰ」の履修の後の履修が原則である。「数学B」及び「数学C」は、「数学Ⅰ」の履修の後の履修が原則である。「数学B」と「数学C」の間に履修の順序は規定しておらず、生徒の特性や進路、学校の実態などに応じて、例えば、「数学B」と「数学C」を並行して履修することや「数学B」を履修せずに「数学C」を履修することなども可能である。

## 第2章 各科目

### 第1節 数学Ⅰ

#### 1 性 格

この科目は、高等学校数学科の共通必修科目であり、この科目だけで高等学校数学の履修を終える生徒と引き続き他の科目を履修する生徒の双方に配慮し、高等学校数学としてまとまりをもつとともに他の科目を履修するための基礎となるよう、「(1) 数と式」、「(2) 図形と計量」、「(3) 二次関数」及び「(4) データの分析」の四つの内容で構成している。これらの内容は、生徒が学習する際、中学校数学との接続を円滑にするとともに、中学校までに養われた数学的に考える資質・能力を一層伸長させることを意図して、中学校数学の「A 数と式」、「B 図形」、「C 関数」、「D データの活用」の4領域構成を継承している。

また、数学的活動を一層重視し、生徒の主体的・対話的な学びを促し、数学のよさを認識できるようにするとともに、数学的に考える資質・能力を高めるよう課題学習を位置付けている。

#### 2 目 標

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 数と式、図形と計量、二次関数及びデータの分析についての基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。
- (2) 命題の条件や結論に着目し、数や式を多面的にみたり目的に応じて適切に変形したりする力、図形の構成要素間の関係に着目し、図形の性質や計量について論理的に考察し表現する力、関数関係に着目し、事象を的確に表現してその特徴を表、式、グラフを相互に関連付けて考察する力、社会の事象などから設定した問題について、データの散らばりや変量間の関係などに着目し、適切な手法を選択して分析を行い、問題を解決したり、解決の過程や結果を批判的に考察し判断したりする力を養う。
- (3) 数学のよさを認識し数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う。

##### (1) 知識及び技能

高等学校数学科の目標では、育成を目指す「知識及び技能」に関わる資質・能力を、「数学における基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付ける」とし

ている。それを「数学Ⅰ」の目標として具体的に示したものが「数学Ⅰ」の目標の(1)である。

「知識及び技能」に関しては、それを身に付ける過程において、「思考力、判断力、表現力等」とともに習得されるものであることに留意する必要がある。身に付ける過程の質によって、個々の生徒が得る「知識及び技能」の質が決まるからである。

「知識」に関しては、学習するそれぞれの内容についての基本的な概念や原理・法則などを確実に理解することが重要である。そのために、数学的活動を一層重視し、既習の知識と関連付け、より深く、体系的に理解できるようにする。例えば、不等式の解の意味や不等式の性質について理解するときには、未知数や変数としての文字の見方や、一元一次方程式や連立二元一次方程式の学習を基に、類似点や相違点を明らかにしたり、新たな視点を加えたりすることで、その理解をより深めていくことができる。

また、「技能」に関しては、中学校数学科においても、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けることが各学年で目標とされている。この科目においても、問題発見・解決の過程を一層自立的に遂行できるようにするために、その基礎となる技能を身に付けることができるようにする。

## (2) 思考力、判断力、表現力等

高等学校数学科の目標では、育成を目指す「思考力、判断力、表現力等」に関わる資質・能力を、「数学を活用して事象を論理的に考察する力、事象の本質や他の事象との関係を認識し統一的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う」としている。それを「数学Ⅰ」の目標として具体的に示したものが「数学Ⅰ」の目標の(2)である。

例えば、「(1) 数と式」では、命題の条件や結論に着目し、集合の考えを用いて論理的に考察したり、既習の数や文字式の計算の方法と関連付けて、数や式を多面的にみたり目的に応じて適切に変形したりできるようにする。「(2) 図形と計量」では、三角比を用いて図形の構成要素間の関係を表現して、図形の性質や計量について論理的に考察できるようにする。「(3) 二次関数」では、事象における関数関係を的確に表現するとともに、その特徴を表、式、グラフを相互に関連付けて考察できるようにする。「(4) データの分析」では、複数の種類のデータを、散らばりや変量間の関係などに着目し、適切な手法を選択して分析を行い、問題解決したり、解決の過程や結果を批判的に考察し判断したりできるようにする。

## (3) 学びに向かう力、人間性等

高等学校数学科の目標では、育成を目指す「学びに向かう力、人間性等」に関わる資質・能力を、「数学のよさを認識し積極的に数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり評価・改善したりしようとする態度を養う」としている。それを内容の系統性と生徒の発達に応じ、数学Ⅰの目標として具体的に示したものが数学Ⅰの目標の(3)である。

生徒は「数学のよさ」を認識することで数学の学習への関心・意欲が高まり、数学的活動に積極的に取り組もうとする態度、例えば、数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度が育まれていく。したがって「学びに向かう力、人間性等」に関わる資質・能力は、「知識及び技能」と「思考力、判断力、表現力等」の資質・能力を、どのような方向性で働かせていくかを決定付ける重要な要素であるとともに、これら二つの資質・能力に支えられているものでもある。

なお、中学校では、第3学年において、「数学的活動の楽しさや数学のよさを実感して粘り強く考え、数学を生活や学習に生かそうとする態度、問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする態度を養う」とし、義務教育9年間の集大成として、生徒が自らの資質・能力の高まりを実感できるとともに、持続可能なものに達することが目指されている。このような点を踏まえ、「学びに向かう力、人間性等」に関わる資質・能力を一層重視して養っていくことが求められる。

### 3 内容と内容の取扱い

#### (1) 数と式

##### (1) 数と式

数と式について、数学的活動を通して、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) 数を実数まで拡張する意義を理解し、簡単な無理数の四則計算をすること。

(イ) 集合と命題に関する基本的な概念を理解すること。

(ウ) 二次の乗法公式及び因数分解の公式の理解を深めること。

(エ) 不等式の解の意味や不等式の性質について理解し、一次不等式の解を求めること。

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) 集合の考えを用いて論理的に考察し、簡単な命題を証明すること。

(イ) 問題を解決する際に、既に学習した計算の方法と関連付けて、式を多面的に捉えたり目的に応じて適切に変形したりすること。

(ウ) 不等式の性質を基に一次不等式を解く方法を考察すること。

(エ) 日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、一次不等式を問題解決に活用すること。

[内容の取扱い]

(2) 内容の(1)のアの(ア)については、分数が有限小数や循環小数で表される仕組みを扱うものとする。

数に関しては、中学校第1学年で、取り扱う数の範囲を負の数まで拡張して、負の数の必要性和意味、その四則計算について学習し、それらを具体的な場面で活用する力などを養っている。第3学年では、平方根を導入することで、数の範囲を無理数にまで拡張し、既に学習した計算の方法と関連付けて、数の平方根を含む式の計算の方法を考察し表現する力を養っている。これらを踏まえ、「数学I」では、中学校までに取り扱ってきた数を実数としてまとめ、数の体系についての理解を深める。その際、実数が四則演算に関して閉じていることや、直線上の点と1対1に対応していることなどについて理解するとともに、簡単な無理数の四則計算ができるようにする。

集合に関しては、中学校では、集合という用語は用いないものの、その考え方は、関数関係の意味や変域、四角形の包摂関係などで用いている。また、命題に関しては、いろいろな数の性質や図形の性質を証明することを通して、仮定と結論、逆、反例などについて学習している。「数学I」では、集合と命題に関する基本的な概念を理解するとともに、それらを用いて論理的に考察し表現する力を培う。

式に関しては、中学校第1学年で、文字を用いて数量や数量の関係及び法則などを式に表現したり式の意味を読み取ったりすること、文字を用いた式が数の式と同じように操作できることなどを学習し、具体的な場面と関連付けて、一次式の加法と減法の計算の方法を考察し表現する力を養っている。第2学年では、簡単な整式の加法・減法、単項式の乗法と除法の計算について学習し、文字を用いて数量の関係や法則などを考察する力などを養っている。また、数量や数量の関係を捉え説明するのに文字を用いた式が活用できることや、目的に応じて簡単な式を変形することについて学習している。第3学年では、単項式と多項式の乗法、多項式を単項式で割る除法及び簡単な一次式の乗法の計算に公式を用いる簡単な式の展開と因数分解について学習し、文字を用いた式で数量や数量の関係を捉え説明する力などを養っている。これらを踏まえ、「数学I」では、式を、目的に応じて一つの文字に着目して整理したり、一つの文字に置き換えたりするなどして既に学習した計算の方法と関連付けて、多面的に捉えたり、目的に応じて適切に変形したりする力を培う。また、不等式の解の意味や不等式の性質について理解するとともに、不等式の性質を基に一次不等式を解く方法を考察したり、具体的な事象に関連した課題の解決に一次不等式を活用したりする力を培う。

### **数を実数まで拡張する意義を理解し、簡単な無理数の四則計算をすること（ア(7)、[内容の取扱い](2)**

中学校までに学習してきた自然数、整数、有理数及び無理数を実数としてまとめ、数を拡張してきた基本的な考え方、実数が四則演算に関して閉じていること、実数が直線上の点と1対1に対応していることなどを取り扱い、数を実数まで拡張する意義や数の体系についての理解を深める。指導に当たっては、数を拡張する際の考え方に着目させるとともに、数が四則演算に関して閉じていることを調べるという目的を明確にして、無理数が分数で表せないことや、分数が有限小数や循環小数で表される仕組みについても理解できるようにする。また、根号の付いた数の加法及び減法、乗法公式などを利用した乗法、分母

が二項程度までの分数の形に表された数の分母の有理化などの簡単な無理数の四則計算ができるようにする。

**集合と命題に関する基本的な概念を理解するとともに、集合の考えを用いて論理的に考察し、簡単な命題を証明すること(ア(イ), イ(ア))**

集合及び命題について学習することにより、数学的な表現の基礎を身に付け、数学の内容をより深く厳密に扱うことができるようになる。また、数学の諸概念を多面的・統合的にみることにもつながる。例えば、方程式や不等式の解を「解の集合」という視点で統合的にみることができる。

集合については、基本的な事柄として、集合に関する用語・記号  $a \in A$ ,  $A \cap B$ ,  $A \cup B$ ,  $A \subset B$ ,  $\bar{A}$  ( $A$  の補集合) などを取り扱う。ここでは集合の考えを用いて命題について学習するのが主眼であり、要素の個数についての関係式  $n(A \cup B) = n(A) + n(B) - n(A \cap B)$  は、「数学A」の「場合の数と確率」で取り扱う。

命題については、集合の包含関係と関連付けて理解できるようにする。例えば、命題「 $x > 2$  ならば  $x > 0$  である。」について、数の集合  $A = \{x | x > 2\}$ ,  $B = \{x | x > 0\}$  を考え、 $A \subset B$  であることを、数直線を利用して理解させ、命題の真偽を取り扱うことなどが考えられる。必要条件、十分条件や対偶などの指導においても、図表示による集合の包含関係と関連付けるなどして、直観的に理解させることが大切である。また、ここでは簡単な命題の証明も取り扱う。「簡単な命題」とは、対偶を利用した証明や背理法による証明などの考え方が容易に理解できるもので、生活の中で取り上げられるものであってもよい。中学校で既に学習した数の性質や図形の性質を取り上げ、命題として表現させ、必要条件、十分条件について考えたり、対偶を利用した証明や背理法による証明などを考えたりする活動などが考えられる。例えば、「 $n$  を整数とするとき、 $n^2$  が偶数ならば  $n$  も偶数である」ことを対偶を利用して証明したり、「直線外の1点からその直線に引ける垂線は1本だけである」ことを背理法で証明したりすることなどが考えられる。

**二次の乗法公式及び因数分解の公式の理解を深めるとともに、問題を解決する際に、既に学習した計算の方法と関連付けて、式を多面的に捉えたり目的に応じて適切に変形したりすること(ア(ウ), イ(イ))**

小学校や中学校の学習において、数量や数量の関係を式に表したり、式を事象と関連付けて解釈したりする力、式を用いて説明する力を養っている。ここでは、式の展開及び因数分解において、式を目的に応じて変形したり、式を見通しをもって取り扱ったりすることができるようにし、式の見方を豊かにする。例えば、一つの文字に着目して式を整理したり、一つの文字に置き換え複雑な式を簡単な式に帰着させたりするなど、式の変形の目的と方法を一体として取り扱う。

なお、中学校で取り扱う乗法公式を除くとここで取り扱う新たな公式は

$$(ax+b)(cx+d) = acx^2 + (ad+bc)x + bd$$

のみで、三次の乗法公式は「数学II」で取り扱うことに留意する。

不等式の解の意味や不等式の性質を理解し、不等式の性質を基に一次不等式を解く方法を考察するとともに、一次不等式の解を求めること(ア(イ)、イ(ウ))

まず、不等式が大小関係についての条件を式に表したものであり、この条件を満たす変数の値の集合が不等式の解であることを理解させる。その際、 $x$  にいろいろな数値を代入して確かめたり、 $x$  を数直線上の点と対比させたりしながら、不等式の解の意味を捉えさせるようにする。

また、一次不等式の解を求める方法については、一次方程式の解の求め方と対比させ、次の不等式の性質をもとに見いだしたり、式変形の根拠を明確に説明したりできるようにする。

①  $a > b$  ならば  $a + c > b + c$

②  $a > b$  ならば  $a - c > b - c$

③  $a > b, m > 0$  ならば  $ma > mb, \quad \frac{a}{m} > \frac{b}{m}$

④  $a > b, m < 0$  ならば  $ma < mb, \quad \frac{a}{m} < \frac{b}{m}$

連立一元一次不等式を指導する場合は、数直線にそれぞれの不等式の解の集合を表し、その共通部分を求めるなど丁寧な取扱いをすることが大切である。

日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、一次不等式を問題解決に活用すること(イの(イ))

日常の事象や社会の事象と関連付けて不等式を活用することができるようにする。例えば、「40名のクラスから3名のクラス代表を選ぶ選挙を行うとき、最低何票入れば当選するか」を調べることや、買い物や旅行等の計画を立てる際に、必要経費等の条件を連立不等式に表して考えるなど、身の回りの問題を一次不等式を活用して解決する活動を行うことなどが考えられる。

なお、数量や数量の関係を式に表すことについては、中学校までの学習において十分には身に付いていない生徒がいる場合もある。適宜、数量の関係を図や表等を用いて表し、自ら立式できるように指導することが大切である。

## (2) 図形と計量

### (2) 図形と計量

図形と計量について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、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) 鋭角の三角比の意味と相互関係について理解すること。

(イ) 三角比を鈍角まで拡張する意義を理解し、鋭角の三角比の値を用いて鈍角の三

角比の値を求める方法を理解すること。

(ウ) 正弦定理や余弦定理について三角形の決定条件や三平方の定理と関連付けて理解し、三角形の辺の長さや角の大きさなどを求めること。

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) 図形の構成要素間を三角比を用いて表現するとともに、定理や公式として導くこと。

(イ) 図形の構成要素間を関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること。

[用語・記号] 正弦,  $\sin$ , 余弦,  $\cos$ , 正接,  $\tan$

[内容の取扱い]

(3) 内容の(2)のアの(イ)については、関連して $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ の三角比を扱うものとする。

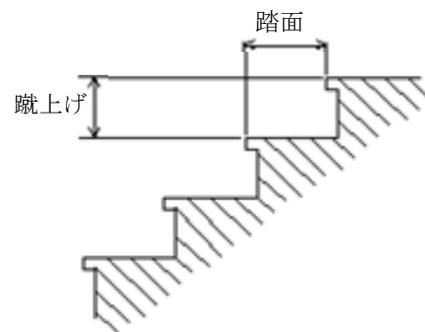
図形と計量について、中学校第3学年では、相似な図形の性質を具体的な場面で活用する力や、三平方の定理を具体的な場面で活用する力などを養っている。

ここでは、正弦、余弦及び正接の意味、三角比の相互関係などを理解できるようにする。さらに、図形の構成要素間を三角比を用いて表現し定理や公式を導く力、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、三角比を活用して問題を解決したりする力などを培う。

なお、角度から三角比の値を求めたり、三角比の値から角度を求めたりする際に、コンピュータなどの情報機器や三角比表を利用するものとする。

### 鋭角の三角比の意味と相互関係について理解すること (ア(ア))

鋭角について、正弦、余弦及び正接を直角三角形の辺の比と角の大きさとの間の関係として導入する。その際、日常の事象や社会の事象との関連を図り、三角比を新たに導入することの必要性和有用性を認識できるようにする。例えば、階段やエスカレ  
ふみづら けあ  
一タの踏面と蹴上げから傾斜について考えたり、ある傾斜にするための踏面と蹴上げの長さについて考えさせたりすることなどが考えられる。



また、三角比における基本的な用語・記号の意味を確実に定着させるために、鋭角の三角比の意味を多面的に理解できるようにする。例えば、 $\angle C=90^\circ$ の直角三角形ABCにお

いて、 $\sin A = \frac{BC}{AB}$ を、AB の長さを 1 としたときの BC の長さや、AB の長さに対する BC の長さの割合と考えることなどが考えられる。

さらに、鋭角の三角比についての相互関係を取り扱い、三角比の値のいずれか一つが決まれば、他の三角比の値を計算して求めることができることも理解させる。三角比の基本的な相互関係には、次のものが考えられる。

$$\sin A = \cos(90^\circ - A) \quad \cos A = \sin(90^\circ - A)$$

$$\tan A = \frac{\sin A}{\cos A} \quad \sin^2 A + \cos^2 A = 1 \quad 1 + \tan^2 A = \frac{1}{\cos^2 A}$$

三角比を鈍角まで拡張する意義を理解し、鋭角の三角比の値を用いて鈍角の三角比の値を求める方法を理解すること（ア(イ)、[内容の取扱い](3)）

直角三角形の辺の比と角の大きさとの間の関係として導入した鋭角についての三角比を、鈍角や  $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$  の場合まで拡張する。

その際、鋭角で定義した三角比のどのような性質に着目し、どのような意味のものとしてこれらの角の三角比を定めるのかを理解できるようにする。例えば、座標平面の第 1 象限において、原点を一方の端点とする、長さ  $\alpha$  の線分 OP があり、線分 OP と x 軸とのなす角が  $\theta$  のとき、点 P の座標が  $(\alpha \cos \theta, \alpha \sin \theta)$  と表されることに着目し、 $\theta$  が鈍角になった場合にも、点 P の座標が  $(\alpha \cos \theta, \alpha \sin \theta)$  と表されるようにするには、鈍角の正弦や余弦をどのように定めればよいかを考察する活動などが考えられる。その際、三角比を鈍角まで拡張する意義を、生徒がこれまでに学習している数や図形の性質に関する拡張と対比するなどして理解させることも大切である。

なお、鈍角までの三角比の基本的な相互関係には、次のものが考えられる。

$$\sin A = \sin(180^\circ - A) \quad \cos A = -\cos(180^\circ - A)$$

$$\tan A = \frac{\sin A}{\cos A} \quad \sin^2 A + \cos^2 A = 1 \quad 1 + \tan^2 A = \frac{1}{\cos^2 A}$$

また、生徒の特性等により、まず鋭角の場合について正弦定理や余弦定理を取り扱った後、鈍角の三角比への拡張を取り扱うことも考えられる

図形の構成要素間の関係を三角比を用いて表現するとともに、定理や公式として導き、正弦定理や余弦定理について三角形の決定条件や三平方の定理と関連付けて理解し、三角形の辺の長さや角の大きさなどを求めること（ア(ウ)、イ(ア)）

三角形 ABC のそれぞれの辺と角との間に成り立つ基本的な関係として、  
正弦定理

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R \quad (\text{ただし、} R \text{ は} \triangle ABC \text{ の外接円の半径)}$$

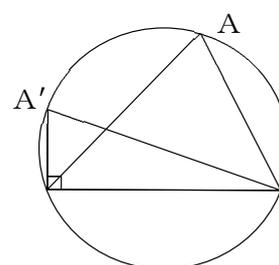
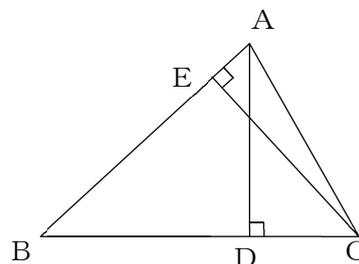
余弦定理

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$

$$b^2 = c^2 + a^2 - 2ca \cos B$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

を取り扱う。指導に当たっては、具体例を基に一般的に成り立つ数学的な関係や性質を推測させるなどして、それらの関係や性質が成り立つことをどのように証明するかを考えさせることが大切である。例えば、余弦定理では、二辺の長さとその間の角の大きさが分かっている三角形について（右上図参照）、三平方の定理を用いて残りの辺の長さを求める活動の後、余弦定理へとつなげることなどが考えられる。また、正弦定理では、三角形に外接する円をかくと（右下図参照）、その周上の点においては、 $\sin A = \sin A' = \frac{a}{2R}$  が成り立つことを見いださせたりすることなどが考えられる。



なお、正弦定理については、中学校では  $A = B = C$  の形の連立方程式や三角形に外接する円を必ずしも取り扱っていないことに留意し、丁寧に扱うことが必要である。また、外心、内心及び重心の性質や円に内接する四角形の性質などについては「数学A」の「(1) 図形の性質」で取り扱うので、互いの内容の関連に配慮することも大切である。

さらには、導いた正弦定理や余弦定理を用いて具体的な三角形の辺の長さや角の大きさを求めることができるようにする。これらの活動を通して、余弦定理が三平方の定理を一般の三角形に拡張したものであることや、正弦定理や余弦定理の有用性を認識できるようにする。さらに、2辺とその間の角の大きさが分かっている三角形の面積の求め方を見いだすことを取り扱うことも考えられる。

**図形の構成要素間の関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること（イ(イ)）**

三角比や正弦定理、余弦定理などの活用場面として、平面図形や簡単な空間図形の計量を取り扱う。その際、取り上げる場面などを工夫することによって、三角比や正弦定理、余弦定理などが、図形の計量の考察や処理に有用であることを実感できるようにする。また、日常の事象や社会の事象から図形的な関係を見いだしたり、見いだした関係を図形に表し数学的な考察を通して得られた結果をもとの事象に基づいて解釈したりすることにより、三角比や正弦定理、余弦定理などを日常の事象や社会の事象の問題の解決に活用する力を培う。

例えば、建造物や山、天体等を見込む角度や直接測定できない2地点間の距離などを、見いだした三角形の三角比を使って求める活動などが考えられる。

なお、空間図形については「数学A」の「(1) 図形の性質」でも取り扱うので、互いの内容の関連に配慮することも大切である。

### (3) 二次関数

#### (3) 二次関数

二次関数について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、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) 二次関数の値の変化やグラフの特徴について理解すること。

(イ) 二次関数の最大値や最小値を求めること。

(ウ) 二次方程式の解と二次関数のグラフとの関係について理解すること。また、二次不等式の解と二次関数のグラフとの関係について理解し、二次関数のグラフを用いて二次不等式の解を求めること。

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) 二次関数の式とグラフとの関係について、コンピュータなどの情報機器を用いてグラフをかくなどして多面的に考察すること。

(イ) 二つの数量の関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること。

中学校では、具体的な事象の考察を通して、比例、反比例、一次関数及び関数  $y=ax^2$  を取り扱い、変化や対応の特徴を見だし、表、式、グラフを相互に関連付けて考察し表現する力や、それらを用いて具体的な事象を捉え考察し表現する力を養っている。ただし、関数  $y=ax^2$  においては、「二次関数」という用語は取り扱っていない。

ここでは、一般の二次関数を取り扱い、関数概念の理解を深め、二次関数の式とグラフとの関係について多面的に考察する力や、二つの数量の関係に着目し、二次関数を活用して問題を解決したりする力を培う。

**二次関数の値の変化やグラフの特徴を理解するとともに、二次関数の式とグラフとの関係について、コンピュータなどの情報機器を用いてグラフをかくなどして多面的に考察すること（ア(ア)、イ(ア)）**

中学校では、関数  $y = ax^2$  を取り扱っているが、ここでは、一般の二次関数について考察する。二次関数のグラフについては、関数  $y=ax^2$  のグラフの平行移動を取り扱った後で、 $y=a(x-p)^2+q$  の形に変形し、グラフの対称軸（直線  $x=p$ ）や頂点  $(p, q)$  に着目して、関数  $y=ax^2$  のグラフとの位置関係を調べたり、コンピュータなどを活用して様々なグラフをかき、その特徴を帰納的に見いだしたりする活動が考えられる。指導に当たっては、表、式、グラフを相互に関連付けて多面的に考察できるようにすることが大切である。例えば、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして、 $y=ax^2+bx+c$  の  $a, b, c$  の変化に伴う、グラフの変化を考察することが考えられる。

なお、ここで、関数概念の理解を深める意味から、記号  $f(x)$  を使用することも考えられる。

### 二次関数の最大値や最小値を求めること（ア（イ））

二次関数のグラフを通して、関数の値の変化を考察し、二次関数の最大値や最小値を求めることができるようにする。また、具体的な事象について、二次関数の最大・最小の考えを用いて問題を解決できるようにする。

### 二次方程式や二次不等式の解と二次関数のグラフとの関係について理解し、二次関数のグラフを用いて二次不等式の解を求めること（ア（ウ））

ここでは、まず、二次方程式 $ax^2+bx+c=0$ の解が二次関数 $y=ax^2+bx+c$ のグラフと  $x$  軸との共有点の  $x$  座標で捉えられることを理解できるようにする。

さらに、二次不等式では、二次不等式の解の意味を理解し、二次関数 $y = ax^2 + bx + c$ のグラフと  $x$  軸との位置関係から二次不等式の解を求めることができるようにするとともに、グラフを活用することのよさを認識できるようにする。二次不等式は生徒にとって理解しにくい内容でもあるので、指導に当たっては、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして、二次関数のグラフと二次不等式の解の関係を直観的に理解できるようにすることも大切である。

### 二つの数量の関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること（イ（イ））

中学校において、具体的な事象の中から観察や操作、実験などによって取り出した二つの数量について、事象を理想化したり単純化したりすることによって、それらの関係を関数とみなし、そのことを根拠として変化や対応の様子を考察したり予測したりすることを取り扱っている。ここでは、何を明らかにしようとするかという目的を明確にした上で、二つの数量の関係に着目し、二次関数として捉え、関数の値の変化等を考察したり、関数の最大値や最小値を求めたりすることができるようにする。

また、中学校第2学年では、データを座標平面に表した際にほぼ一直線上に並ぶことを基にして、二つの数量の関係を一次関数とみなし、考察することを取り扱っている。二次関数についても、日常の事象や社会の事象などを考察の対象とする際には、同じように二次関数とみなして考察をすることがある。しかし、二次関数とみなしてよいかは、一次関数のように、データを座標平面に表した際にほぼ一直線上に並ぶかどうかで判断できないという難しさがある。そこで、 $(x, y)$  を  $(x, \frac{y}{x})$  や  $(x, \sqrt{y})$  と変換した点を座標平面に表し、これらの点がほぼ一直線上に並ぶかどうかで、もとの  $(x, y)$  の関係を二次関数とみなしてよいかを判断するという考え方があ。生徒の特性等に応じてこのような考え方を取り扱うことも考えられる。

#### (4) データの分析

##### (4) データの分析

データの分析について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、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) 分散、標準偏差、散布図及び相関係数の意味やその用い方を理解すること。

(イ) コンピュータなどの情報機器を用いるなどして、データを表やグラフに整理したり、分散や標準偏差などの基本的な統計量を求めたりすること。

(ウ) 具体的な事象において仮説検定の考え方を理解すること。

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) データの散らばり具合や傾向を数値化する方法を考察すること。

(イ) 目的に応じて複数の種類のデータを収集し、適切な統計量やグラフ、手法などを選択して分析を行い、データの傾向を把握して事象の特徴を表現すること。

(ウ) 不確実な事象の起こりやすさに着目し、主張の妥当性について、実験などを通して判断したり、批判的に考察したりすること。

[用語・記号] 外れ値

小学校算数科では、「データの活用」領域に関係する内容として、データを分類整理することや、表やグラフに表すこと、相対度数や確率の基になる割合を取り扱っている。また、それらを活用して、日常生活の具体的な事象を考察し、その特徴を捉えたり、問題解決したりする力を養っている。

中学校数学科では、上記の小学校算数科における学習の上に立ち、主に、次の内容を取り扱っている。

ア 第1学年では、目的に応じてデータを収集し、コンピュータを用いるなどしてデータを表やグラフに整理し、データの分布の傾向を読み取り、批判的に考察して判断すること。

イ 第2学年は、複数の集団のデータの分布に着目し、四分位範囲や箱ひげ図を用いてデータの分布の傾向を比較して読み取り批判的に考察して判断すること。

ウ 第3学年では、母集団から標本を取り出し、標本の傾向を調べることで母集団の傾向を推定し判断したり、調査の方法や結果を批判的に考察したりすること。

これらを踏まえ、ここでは、データの散らばり具合や傾向を数値化する方法を考察する力、目的に応じて複数の種類のデータを収集し、適切な統計量やグラフ、手法などを選択して分析を行い、データの傾向を把握して事象の特徴を表現する力、不確実な事象の起こりやすさに着目し、主張の妥当性について、実験などを通して判断したり、批判的に考察したりする力などを培う。

また、本科目の「(4) データの分析」を含め統計的な内容は、共通教科情報の「情報Ⅰ」の「(4) 情報通信ネットワークとデータの活用」との関連が深く、生徒の特性や学校の実態等に応じて、教育課程を工夫するなど相互の内容の関連を図ることも大切である。

データの散らばり具合や傾向を数値化する方法を考察し、分散、標準偏差、散布図及び相関係数の意味やその用い方を理解すること(ア(ア), イ(ア))

中学校では、データの散らばりをヒストグラムや箱ひげ図を用いて捉えたり、データの散らばりの度合いを表す指標として範囲や四分位範囲を用いたりしている。「数学Ⅰ」では、そのようなデータの散らばりの度合いを数値化する方法を考察し、データの散らばりの度合いを表す新たな指標として分散及び標準偏差を取り扱う。その際、データの散らばりの度合いをどのように数値化するかを考えさせる。指導に当たっては、例えば、各データと平均値の差の和、各データと平均値の差の絶対値の和、各データと平均値の差の2乗の和、各データと中央値の差の和、各データと中央値の差の絶対値の和、各データと中央値の差の2乗の和、及び、これらのそれぞれをデータの総数で除した値などの考えを出させ、それぞれの考えの長所や短所などについて話し合った上で、分散及び標準偏差を取り上げることも考えられる。なお、小学校、中学校において、データの分布に応じて適切な代表値を選択することを大切にしていることを踏まえ、分散または標準偏差は、平均値との差に基づいてデータの散らばりの度合いを表す指標なので、データの分布が概ね対称形の場合に用いることが多いことや、データの分布が非対称形の場合、すなわち、代表値として平均値より中央値のほうが適切な場合は、四分位範囲を用いるとよいことなどを取り扱うことも考えられる。また、生徒の特性等に応じて、平均値の数学的な意味について、少数のデータを例に考察することが考えられる。例えば、データ  $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5$  において、

$(d_1-p)^2+(d_2-p)^2+(d_3-p)^2+(d_4-p)^2+(d_5-p)^2$  の値を最小にする  $p$  の値が平均値であることについて考察する。

データの相関については、散布図及び相関係数の意味を理解できるようにするとともに、それらを利用してデータの相関を的確に捉え説明できるようにする。その際、標準偏差や分散の場合と同様に、相関係数を求める式に着目し、具体的な少数のデータを通して、その意味を理解できるようにする。また、相関と因果の違いについても具体例とともに取り扱う。例えば、1ヶ月間に朝食を摂った日数の割合と数学のテストの得点の間に相関があったとしても、朝食を摂るだけで数学のテストの得点が上がるとは考えにくく、朝食と得点の間に因果関係があると断定することはできない。相関と因果を混同して用いられることも多いので、生徒の分かりやすい例を用いて確実に理解できるようにすることが大切である。

目的に応じて複数の種類のデータを収集し、適切な統計量やグラフ、手法などを選択し、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして、データを表やグラフに整理したり、分散や標準偏差などの基本的な統計量を求めたりして分析を行い、データの傾向を把握して事象の特徴を表現すること(ア(イ), イ(イ))

小学校、中学校の「データの活用」領域においては、「問題－計画－データ－分析－結論」の五つの段階からなる統計的探究プロセスを意識した、統計的な問題解決の活動が大切にされている。

問題	・問題の把握	・問題設定
計画	・データの想定	・収集計画
データ	・データの収集	・表への整理
分析	・グラフの作成	・特徴や傾向の把握
結論	・結論付け	・振り返り

統計的探究プロセスとは、元々の問題意識や解決すべきことに対して、統計的に解決可能な問題を設定し、設定した問題に対して集めるべきデータと集め方を考え、その計画に従って実際にデータを集め、表などに整理した上で、集めたデータに対して、目的やデータの種類に応じてグラフにまとめたり、統計量を求めるなどして特徴や傾向を把握し、見いだした特徴や傾向から問題に対する結論をまとめて表現したり、さらなる課題や活動全体の改善点を見いだしたりするという一連のプロセスをいう。これら一連のプロセスは「問題」から「結論」に向けて一方向に進んでいくものではなく、計画を立てながら問題を見直して修正を加えたり、グラフを作り直して分析したり、ときにはデータを集め直したり、相互に関連し、行き来しながら進むものであるが、問題解決過程において、自分たちがどの段階にあるかを把握することが大切である。中学校では、このようなプロセスを通して、複数の集団のデータの分布に着目し、その傾向を比較して読み取り批判的に考察して判断したり、不確定な事象の起こりやすさについて考察したりする力を養っている。

「数学Ⅰ」においても、可能な範囲で具体的な問題の解決を通して、このような統計的探究プロセスを経験させるようにする。例えば、散布図及び相関係数を学習することを踏まえ、問題場面に対する仮説を立て、データを収集しその仮説を検証していく活動（仮説検証型アプローチ）や、データを分析し、これまでは気付いていなかった問題を発見し仮説を形成する活動（仮説探索型アプローチ）を通して、問題の解決や改善を図るために、現状のデータの分布を望ましいと考える方向に変えるための条件（要因）や改善策を探ることが考えられる。その際、コンピュータなどの情報機器を積極的に用いるなどする。

また、統計的探究プロセスにおいて、目的やデータの種類に応じて適切な統計量やグラフ、手法などを選択できるようにするために、小学校や中学校で学習した平均値、最小値、最大値、中央値（メジアン）、最頻値（モード）、範囲、四分位範囲などの統計量や、棒グラフ、折れ線グラフ、ヒストグラム、箱ひげ図、散布図などのグラフを、どのようなデータに対して、どのような目的で使用することが多いかについて整理したり、必要に応じてそれらの精度を高めたりする方法を工夫することも大切である。小学校算数科では、文字情報として得られる「質的データ」と数値情報として得られる「量的データ」の双方を、中学校では、主に後者を取り扱っている。「数学Ⅰ」では、「質的データ」と「量的データ」の双方や、複数の「質的データ」や「量的データ」が紐付けられた複数の種類のデータを取り扱う。そして、それらのデータを、散らばりや変量間の関係などに着目し、適切な手

法を選択して分析し、問題解決したり、解決の過程や結果を批判的に考察し判断したりする力を培う。

例えば、質的データ間の関係を探る際には、データを漏れのないように分割した二次元表(クロス集計表, 分割表と呼ばれることもある。)に整理したり, 一旦整理したデータを, さらに異なる性質(観点)で漏れのないように分類(分割)したりするとともに, 割合(確度・頻度)とデータの度数を相互に関連付けながら分析する。例えば, 下の二次元表は, 合否が判定される試験において, ある本を使って学習をしたかどうかを尋ねた結果を表している。この表を見ると, 本の使用と合否に因果があるように思える。

	合	否
使用有	65%	35%
使用無	49%	51%

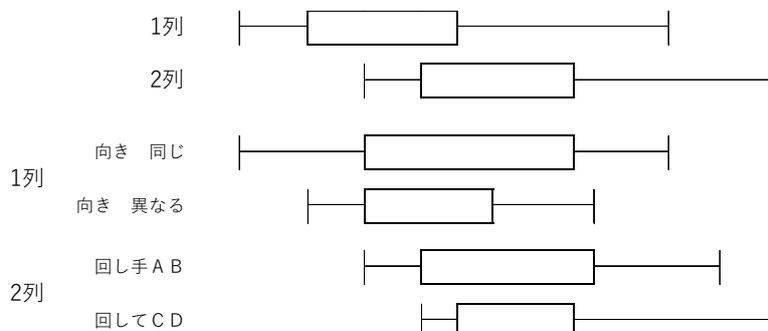
同じデータを, 学年に分けて集計し直すと下の表のようになる。このことから, 本の使用の有無よりも, 学年のほうが合否に影響していることが予想でき, また, 度数を見ることで, 本の使用者自体が少なかったこともわかる。

	合	否
1 学年	26%	74%
2 学年	77%	23%

		合	否
有	1 学年	3 人	4 人
	2 学年	8 人	2 人
無	1 学年	12 人	38 人
	2 学年	32 人	10 人

なお, 割合に関しては, これまで実施された大規模な調査において, 高校生においても理解が不十分な生徒が少なからずいることが指摘されている。生徒の実態に応じて, 例えば, 先の表で, 本を使用し合格した者の総受験者に対する割合や, 合格者における1学年の生徒が占める割合などについて, 何を1とみたときの割合であるかを確認することも大切である。

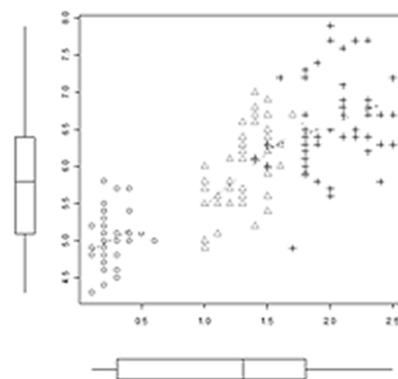
また, 質的データと量的データ間の関係を調べる際には, 制御する要因が質的データで, 結果が量的データである問題場面では, 下のように, 箱ひげ図を並列して比べる。例えば, クラス対抗の大縄跳び大会で, あるクラスの選手が1列に並んで跳ぶのと, 2列に並んで跳ぶのとでは, どちらがより多くの回数を連続で跳ぶと見込めるかについて, データをとって考察する場面では, 並び



方以外の要因，例えば，並び方が全員同一方向の場合と真ん中で分かれる場合や，縄の回し手別にデータを分けて（層別して）比較することが考えられる。

このような考察は，1つのデータが，複数の種類のデータと紐付けられていることにより可能になることである。したがって，データを収集する前に，分析の構想を練り，紐付ける項目を洗い出すことが大切である。

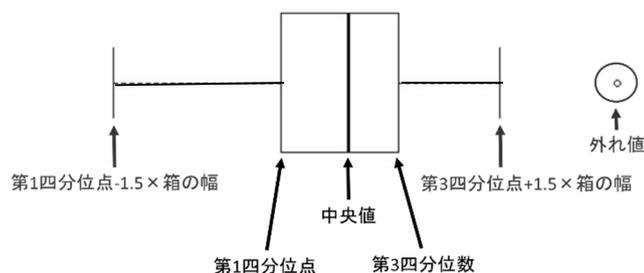
量的データ間の関係を探る際には，散布図や相関係数を用いる。その際，データ数が多い場合や離散量のデータの場合，散布図で点が重なり傾向が十分読み取れないことがあることから，それぞれの変量の散らばりをヒストグラムや箱ひげ図で確認したり，右の図のように散布図と箱ひげ図を組み合わせた図を用いたりしながら分析することもできるようにする。



量的データには，他の値から極端にかけ離れたデータがあることがある。そのような値を「外れ値」と呼ぶ。

外れ値は除外すべき値と捉えがちだが，その背景を探ることが大切である。測定ミスや入力ミスでなければ，そこに問題発見や問題解決の手がかりがあることもあるからである。例えば，販売実績が極めてよい販売員がいたとすれば，その販売員の工夫を探ることで対策が見いだせる。ここでは，このように，データの分析において外れ値を見いだす意義を理解できるようにする。

なお，外れ値，すなわち，「他の値から極端にかけ離れている」ことを目安としては，四分位範囲の1.5倍以上離れた値や，標準偏差 $\sigma$ を用いて，平均値より $\pm 2\sigma$ （事象によっては $\pm 3\sigma$ ）以上離れた値とすることをとり上げる程度とする。



測定ミス・記入ミスなど原因が分かっているものは「異常値」とよび，区別することもある。

具体的な事象において仮説検定の考え方を理解するとともに，不確実な事象の起こりやすさに着目し，主張の妥当性について，実験などを通して判断したり，批判的に考察したりすること（ア(ウ)，イ(ウ)）

不確実な事象において，読み取った傾向をもとに合理的な判断や意思決定をしようとする際には，同様の傾向が繰り返される（確率的事象）とみなし，データやそれに基づく確率や確率分布等を用いることによって，不確実性の度合いを評価することがある。中学校第1学年では，多数の観察や多数回の試行によって得られる結果を基にして，不確実な事象の起こりやすさの傾向を読み取り表現する力を養っている。これを踏まえ，「数学 I」では，不確実な事象の起こりやすさに着目し，実験などを通して，問題の結論につい

で判断したり、その妥当性について批判的に考察したりできるようにする。

例えば、「ある新素材の枕を使用した 30 人中のうちの 80%にあたる 24 人が以前よりよく眠れたと回答した」という結果に対して、新素材の枕を使用するとよく眠ることができるか、という問題に取り組みせることを考える。この問題を解決するために、この結果が偶然に起こりえた可能性はどのくらいあるのかを、コイン等を使った実験を多数回繰り返して考察する。つまり、以前よりよく眠れた場合とそうでない場合が起こる可能性が半々だとしたとき、24 人以上がよく眠れたと回答することがどの程度起こるかを考える。実験として、コインが表になった場合を「以前よりよく眠れた場合」とし、コインを 30 回投げるという試行を繰り返す。実験結果を表やグラフなどに整理し、24 枚以上表になった回数の相対度数  $p$  を「起こりえないこと」の尺度として用いることで、「30 人中 24 人以上がよく眠れたと回答することが、無作為性（ランダムネス）だけで説明できる可能性は  $p$  しかないように思われる。」という、判断の根拠が得られたことになる。この「起こりえないこと」かどうかの基準として、平均から  $2\sigma$  ( $\sigma$  は標準偏差) あるいは  $3\sigma$  離れた値を用いることが考えられる。この考え方を数学的に精緻化していくと、「帰無仮説：新素材の枕はよく眠れる効果がなかった」を確率分布を用いて検定する「数学 B」の内容につながる。

指導に当たっては、生徒が意欲をもって学習を進めることができるように、テーマを適切に選び、具体的な事象に基づいた取り扱いをすることとともに、多くのデータを取り扱う場合や実験においては、コンピュータなどの情報機器を積極的に用いるようにすることが大切である。また、 $\Sigma$  は「数学 B」で取り扱うことに留意する。

#### [内容の取扱い]

(1) 内容の(1)から(4)までについては、中学校数学科との関連を十分に考慮するものとする。

数学 I の(1)から(4)までの内容は、中学校数学の「A 数と式」、「B 図形」、「C 関数」、「D データの活用」の 4 つの領域を継承して構成している。

(1)から(4)までの 4 つの内容の指導に当たっては、関連する中学校の内容を確認するとともに、生徒が身に付けている知識や技能を把握し、必要に応じて中学校の学習内容を補いながら指導することが必要である。

#### [課題学習]

(1)から(4)までの内容又はそれらを相互に関連付けた内容を生活と関連付けたたり発展させたりするなどした課題を設け、生徒の主体的な学習を促し、数学のよさを認識させ、学習意欲を含めた数学的に考える資質・能力を高めるようにする。

#### [内容の取扱い]

(4) 課題学習については、それぞれの内容との関連を踏まえ、学習効果を高めるよう指導計画に適切に位置付けるものとする。

中学校において、課題学習は、「実施に当たっては各学年で指導計画に適切に位置付けるものとする」とされている。数学 I においても、(1)から(4)までのそれぞれの内容と関連する課題を設け、適切な時期や場面を考慮し、指導計画に適切に位置付ける。各内容の学習の早い時期に位置付けることも考えられる。

課題については、各内容で学習する内容を総合したり日常の事象や他教科等での学習に関連付けたりするなどして見いだされるものや、生徒の疑問をもとにしたものなどを設定する。

通常の授業においても生徒の「主体的・対話的で深い学び」として数学的活動を充実させていくことが求められており、課題学習ではその実現を一層図ることにねらいがある。例えば、課題を理解する、結果を予想する、解決の方向を構想する、解決する、解決の過程を振り返ってよりよい解決を考えたり、さらに課題を発展させたりする、という一連の過程に沿って、必要な場面で適切な指導を工夫するとともに、適宜自分の考えを発表したり議論したりするなどの活動を取り入れるよう配慮する。

### 課題学習の例

ここでは、課題学習の例を、(1)から(4)までの内容ごとに示す。

#### <数と式>

生徒の身近にある無理数として、黄金比やコピー用の用紙の横と縦の長さの比を取り上げ、無理数に関する理解を深め、関心を高めることが考えられる。

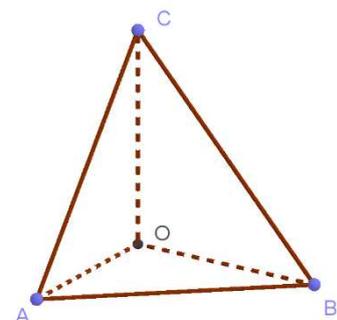
黄金比は、ユークリッド原論における比例論の立場では、「線分を二つに分けて、全体の大きい方に対する比が、大きい方の小さい方に対する比に等しくなるようにする」として定義されるが、身の回りの形や歴史的な建造物などにも見られるものである。身の回りにあるものから黄金比をもつ形を探したり、黄金比に関係のある話題を調べたりすることが考えられる。また、「(4) データの分析」に関連付けて、人々が黄金比を美しいと感じるかどうかを、実際にデータを収集し検証することも考えられる。

#### <図形と計量>

正弦定理や余弦定理を活用して、新たな性質を見いだす学習が考えられる。例えば、1つの頂点 O に3つの直角が集まっている直角三角錐 OABC において、 $\triangle OAB$ 、 $\triangle OBC$ 、 $\triangle OCA$ 、 $\triangle ABC$  の面積をそれぞれ  $S_1, S_2, S_3, S_4$  とするとき、

$$S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 = S_4^2$$

が成り立つこと（四平方の定理と呼ぶこともある）を導くことが考えられる。



また、日常の事象や社会の事象に対して三角比を活用する学習も考えられる。例えば、路面に描かれた「とまれ」などの表示や図柄に関する探究や、自動車のドアミラーの角度に関する探究、指や拳を用いた距離や角度の概測に関する探究などが考えられる。これらの学習では、事象を数学的に捉える力を培うことを意図し、生徒自らが、理想化や抽象化をし、図形を見いだす活動を行わせるようにすることが大切である。

### <二次関数>

二次関数のグラフの平行移動について、コンピュータなどの情報機器を用いて、統合的・発展的に探究する学習が考えられる。例えば、 $y=ax^2+bx+c$  の  $a$ 、 $b$ 、 $c$  の値を連続的に変化させ、そのときのグラフの様子を観察したり、方程式や不等式の解との関係について考察したりする。その際、右のような表をもとに、 $y=x^2+bx$  と、 $y=x^2$  と  $y=bx$  の関係を探し、 $b$  の値の変化に伴う、グラフの変化の理由を説明したりすることも考えられる。

$x$	-2	-1	0	1	2
$y=x^2$	4	1	0	1	4
$y=2x$	-4	-2	0	2	4
$y=x^2+2x$	0	-1	0	3	8

また、二次関数  $y=a(x-p)^2+q$  のグラフが  $y=ax^2$  を  $x$

軸方向に  $p$ 、 $y$  軸方向に  $q$  だけ平行移動したグラフであることと関連付けて、 $y=ax+b$  が  $y=ax$  を  $x$  軸方向にどれだけ平行移動したグラフであるかを考えたり、「(1) 数と式」の学習を進展させ、 $y=|x|$  のグラフとその平行移動について探究したりすることが考えられる。

日常の事象や社会の事象を、二次関数を用いて考察する学習も考えられる。例えば、身近な事象として、文化祭で模擬店を開設して食品を販売し、利益を寄付するためにその利益を最大にすることを取り上げる。食品の値段を上げると売れる食品の数は一定の割合で減少すると仮定して、純利益と食品の値段の関係を二次関数で表し、純利益が最大になるように食品の値段と売れる数を決定する活動が考えられる。

他に、自転車や自動車の速度と制動距離に関するデータから、速度と制動距離や停止距離の関係を二次関数に表し、速度の出し過ぎによる危険性や車間距離の重要性について探究することも考えられる。

### <データの分析>

今回の学習指導要領の改訂において重視された統計に関わる学習の数学 I でのまとめと位置付け、生徒の身近な問題について、目的に応じて複数の種類のデータを収集し、適切な手法を用いて分析を行い、それらを用いて問題解決したり、解決の過程や結果を批判的に考察したりする一連の活動を行うことが考えられる。

例えば、スマートフォン等の携帯端末の利用の影響について、次のようなデータを収集し、分析することが考えられる。根拠を明確にしながら得られた結論を発表させ、データの収集時期や対象者等を考慮し、過度に一般化した結論になっていないかどうかを批判的に検討する。さらに、他の集団のデータと比較することも考えられる。

No	性別	所属の部	使用時間(分)	読書(分)	テレビ視聴(分)	家庭学習(分)	睡眠時間(分)
1							
2							
3							

他に、部活動の練習時間の影響について探究することが考えられる。

## 第2節 数学Ⅱ

### 1 性格

この科目は、「数学Ⅰ」を履修した後に、履修させることを原則としている。この科目は、より多くの生徒が、高等学校数学の根幹をなす内容について学習し広い数学的な資質・能力を育てるため、「数学Ⅰ」の内容を発展、拡充させるとともに、「数学Ⅲ」への学習の系統性に配慮し、「(1) いろいろな式」、「(2) 図形と方程式」、「(3) 指数関数・対数関数」、「(4) 三角関数」及び「(5) 微分・積分の考え」の五つの内容で構成している。

また、この科目には「数学Ⅰ」と同様に、数学的活動を一層重視し、生徒の主体的な学習を促し、数学のよさを認識できるようにするとともに、数学的に考える資質・能力を高めるよう、課題学習を位置付けている。

### 2 目標

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) いろいろな式、図形と方程式、指数関数・対数関数、三角関数及び微分・積分の考えについての基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。
- (2) 数の範囲や式の性質に着目し、等式や不等式が成り立つことなどについて論理的に考察する力、座標平面上の図形について構成要素間の関係に着目し、方程式を用いて図形を簡潔・明瞭・的確に表現したり、図形の性質を論理的に考察したりする力、関数関係に着目し、事象を的確に表現してその特徴を数学的に考察する力、関数の局所的な変化に着目し、事象を数学的に考察したり、問題解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察したりする力を養う。
- (3) 数学のよさを認識し数学を活用しようとする態度、粘り強く柔軟に考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う。

#### (1) 知識及び技能

「知識及び技能」に関しては、それを身に付ける過程において、「思考力、判断力、表現力等」とともに習得されるものであることに留意する必要がある。身に付ける過程の質によって、個々の生徒が得る「知識及び技能」の質が決まるからである。

「知識」に関しては、「数学Ⅰ」と同様に、学習するそれぞれの内容についての基本的な概念や原理・法則を体系的に理解することが重要である。そのために、新しく学習する概念や原理・法則などを一方的に提示するのではなく、数学的活動を重視し、既習の知識と関連付け、より深く体系的に理解できるようにする。例えば、「いろいろな式」の学習では、小学校で学習した整数の除法や分数の計算と関連付けて、多項式の除法や分

数式の計算の方法を考える数学的活動を取り入れることで、計算の方法について理解を深めることができるようにする。

また、「技能」に関しては、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりするための技能を身に付けることが重要である。例えば、「図形と方程式」の学習では、円と直線の位置関係を考察するために、座標を設定して円や直線をそれぞれ方程式で表現したり、方程式を解いてその解の意味を解釈したりする技能を身に付けるようにする。

## (2) 思考力, 判断力, 表現力等

「数学Ⅱ」において育成を目指す「思考力, 判断力, 表現力等」に関わる資質・能力を具体的に示している。

例えば、「(1) いろいろな式」の学習では、実数の性質や等式の性質、不等式の性質などを基に、等式や不等式が成り立つことを論理的に考察し、証明できるようにする。「(2) 図形と方程式」の学習では、座標平面上の図形について構成要素間の関係に着目し、それらを方程式を用いて表現し、図形の性質や位置関係について考察できるようにする。

「(3) 指数関数・対数関数」の学習では、二つの数量の関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉えて問題解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりできるようにする。「(4) 三角関数」の学習では、三角関数に関する様々な性質について考察するとともに、三角関数の加法定理から新たな性質を導くことができるようにする。「(5) 微分・積分の考え」の学習では、関数の局所的な変化に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉えて問題解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりできるようにする。

## (3) 学びに向かう力, 人間性等

「数学Ⅰ」の目標(3)では、育成を目指す「学びに向かう力, 人間性等」に関わる資質・能力を、「数学のよさを認識し、数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度を養う」としている。「数学Ⅱ」では、このことを踏まえて、粘り強く「柔軟に」考え、数学的論拠に基づいて判断しようとする態度を養うこととした。また、数学のよさを認識し数学を活用しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養うことについては「数学Ⅰ」と同様であるが、全体を通して質的な向上を目指している。

### 3 内容と内容の取扱い

#### (1) いろいろな式

##### (1) いろいろな式

いろいろな式について、数学的活動を通して、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) 三次の乗法公式及び因数分解の公式を理解し、それらを用いて式の展開や因数分解をすること。

(イ) 多項式の除法や分数式の四則計算の方法について理解し、簡単な場合について計算をすること。

(ウ) 数を複素数まで拡張する意義を理解し、複素数の四則計算をすること。

(エ) 二次方程式の解の種類判別及び解と係数の関係について理解すること。

(オ) 因数定理について理解し、簡単な高次方程式について因数定理などを用いてその解を求めること。

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) 式の計算の方法を既に学習した数や式の計算と関連付け多面的に考察すること。

(イ) 実数の性質や等式の性質、不等式の性質などを基に、等式や不等式が成り立つことを論理的に考察し、証明すること。

(ウ) 日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、方程式を問題解決に活用すること。

[用語・記号] 二項定理、虚数、 $i$

式の計算に関しては、中学校第2学年で単項式どうしの乗法と除法を、中学校第3学年で単項式と多項式の乗法、多項式を単項式で割る除法、一次式と一次式の乗法及びそれを用いた式の展開と因数分解を取り扱い、既に学習した計算の方法と関連付けて、計算の方法を考察し表現する力を養っている。また、「数学Ⅰ」では、

$$(ax+b)(cx+d) = acx^2 + (ad+bc)x + bd$$

を用いた式の展開と因数分解を取り扱い、式を多面的に捉えたり目的に応じて適切に変形したりする力を養っている。

方程式に関しては、二次方程式について、中学校第3学年で因数分解や解の公式によって解くことができるようにするとともに、二次方程式を解く方法を考察し表現する力を養っている。また、「数学Ⅰ」では、二次方程式の解と二次関数のグラフとの関係を取り扱っている。

これらを踏まえ、「数学Ⅱ」では、多項式の乗法と除法及び分数式の四則計算の方法について理解し、これらの計算ができるようにするとともに、式の計算の方法を既に学習した数や式の計算と関連付け多面的に考察する力を養う。また、数の範囲を複素数まで拡張することにより、二次方程式がいつでも解をもつことを理解できるようにするとともに、

因数定理などを用いて高次方程式の解を求めることを通して、方程式についての理解を深める。さらに、等式や不等式が成り立つことを証明するなどの活動を通して、等式や不等式についての理解を深めるとともに論理的に考察し表現する力を養う。

三次の乗法公式及び因数分解の公式を理解し、それらを用いて式の展開や因数分解をするとともに、式の計算の方法を既に学習した数や式の計算と関連付け多面的に考察すること  
(ア(7), イ(7))

次の公式を用いた式の展開と因数分解を取り扱う。

$$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$$(a-b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$$

$$(a+b)(a^2 - ab + b^2) = a^3 + b^3$$

$$(a-b)(a^2 + ab + b^2) = a^3 - b^3$$

中学校第3学年及び「数学I」で取り扱った公式が分配法則などの計算法則をもとに導かれたことを振り返りながら、ここでも同様に公式が導かれることを理解できるようにする。また、 $(a+b)^3$ の公式を導く過程を振り返り、 $(a+b)^n$ の各項の係数について、組合せの考えを用いるなどして多面的に考察することを通して「二項定理」を導き、式の展開についての理解を深めるようにする。このとき、記号 ${}_nC_r$ については、「数学A」の「(1) 場合の数と確率」で取り扱うこととなっているが、この内容を履修していないことも考えられるので、指導に当たっては配慮が必要である。

多項式の除法や分数式の四則計算の方法について既に学習した数や式の計算と関連付け多面的に考察して理解し、簡単な場合について計算をすること。(ア(1), イ(7))

多項式の除法や分数式の四則計算の方法について理解し、簡単な場合について計算ができるようにする。ここでいう「簡単な場合」とは、分数式の分母の次数が二次程度までのもののことである。指導に当たっては、数の計算の場合と対比するなどして多面的に考察することが大切である。

例えば、 $x^2+5x+8$ を $x+2$ で割る除法の計算は、小学校で取り扱った $158 \div 12$ の筆算の計算と関連付けて、その方法を考察する。また、多項式の除法の計算結果を式で表す方法についても、整数の除法の場合の表し方と関連付けて考察する。

$$\begin{array}{r} x+3 \\ x+2 \overline{)x^2+5x+8} \\ \underline{x^2+2x} \phantom{+8} \\ 3x+8 \\ \underline{3x+6} \\ 2 \end{array}$$

商  $x+3$  余り  $2$

$$x^2+5x+8 = (x+2)(x+3)+2$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ 12 \overline{)158} \\ \underline{12} \phantom{0} \\ 38 \\ \underline{36} \\ 2 \end{array}$$

商  $13$  余り  $2$

$$158 = 12 \times 13 + 2$$

数を複素数まで拡張する意義を理解し、複素数の四則計算をするとともに、二次方程式の解の種類判別及び解と係数の関係について理解すること（ア(ウ)(エ)）

「数学Ⅰ」では、実数の範囲で二次方程式を取り扱った。ここでは、数の範囲を実数から複素数へと拡張し、複素数の四則計算ができるようにする。また、複素数の範囲で実数係数の二次方程式の解の公式や解の種類判別を取り扱う。複素数の範囲では二次方程式は常に解をもつので、そのことを通して数を複素数まで拡張する意義を理解できるようにするとともに、「数学Ⅰ」で取り扱った二次関数のグラフと二次方程式の解との関係を振り返り、二次方程式が虚数解をもつ場合も含めて二次関数のグラフと二次方程式の解との関係を統合的に考察する力を養う。

また、二次方程式における解と係数の関係の指導に当たっては、生徒の特性等に配慮し、具体的な二次方程式の二つの解を用いて基本対称式の値を計算してそれが二次方程式の係数で表されることを確認させたり、二次方程式の解の公式を用いて和及び積を計算して解と係数との関係を導かせたりする。そして、いろいろな二次方程式について、二つの解についての対称式の値を求める活動などを通して、解と係数の関係のよさを認識できるようにする。

因数定理について理解し、簡単な高次方程式について因数定理などを用いてその解を求めること（ア(オ)）

多項式Aを多項式Bで割ったときの商をQ、余りをRとすると、 $A=BQ+R$ （Rの次数<Bの次数）という関係式が成り立つ。この関係式に基づき剰余の定理や因数定理を導く。その上で、因数定理や因数分解の公式を用いて因数分解できるような簡単な高次方程式や、 $x^4+x^2+2x$ のような複二次方程式も取り上げ、解を求めることができるようにする。

実数の性質や等式の性質、不等式の性質などを基に、等式や不等式が成り立つことを論理的に考察し、証明すること（イ(イ)）

等式については、中学校第1学年で等式の基本的な性質と一元一次方程式、第2学年で連立二元一次方程式、第3学年で二次方程式を取り扱っている。また、不等式については、「数学Ⅰ」で不等式の基本的な性質、一次不等式及び二次不等式を取り扱っている。ここでは、等式や不等式の基本的な性質、実数の性質、絶対値の性質、相加・相乗平均の関係などを用いて、等式や不等式が成り立つことを証明する。そして、これらの活動を通して、等式や不等式についての理解を深めるとともに、等式や不等式が成り立つことを論理的に考察し表現する力を養う。指導に当たっては、一つの式の証明について複数の証明方法を取り上げ、それらを対比させるなどの活動を取り入れることが大切である。

なお、等式の証明に関連して恒等式の未定係数法を取り扱うことも考えられる。

日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、方程式を問題解決に活用すること（イ(ウ)）

日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、方程式を問題解決に活用するような問題

を取り扱う。

例えば、縦の長さが高さよりも 2 cm 短く、横の長さが高さよりも 3 cm 長い直方体の形状で、容積が  $350\text{cm}^3$  の箱を作るとき、箱の縦の長さ、横の長さ、高さを求める問題が考えられる。このような問題の解決を通して、事象を数学的に考察する力を養う。

## (2) 図形と方程式

### (2) 図形と方程式

図形と方程式について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、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) 座標を用いて、平面上の線分を内分する点、外分する点の位置や二点間の距離を表すこと。

(イ) 座標平面上の直線や円を方程式で表すこと。

(ウ) 軌跡について理解し、簡単な場合について軌跡を求めること。

(エ) 簡単な場合について、不等式の表す領域を求めたり領域を不等式で表したりすること。

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) 座標平面上の図形について構成要素間の関係に着目し、それを方程式を用いて表現し、図形の性質や位置関係について考察すること。

(イ) 数量と図形との関係などに着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、コンピュータなどの情報機器を用いて軌跡や不等式の表す領域を座標平面上に表すなどして、問題解決に活用したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること。

図形に関しては、これまでにその性質や計量について学習している。また、座標や式に関わる内容について、中学校第 1 学年では、原点  $O$  で直交した 2 本の数直線によって平面上の点が一意的に表されることや、座標を用いて比例、反比例の関係をグラフに表すことを取り扱っている。第 2 学年では、一次関数のグラフが直線であることや、二元一次方程式  $ax+by+c=0$  ( $b \neq 0$ ) を関数を表す式とみることを取り扱っている。第 3 学年では、関数  $y=ax^2$  のグラフが、 $y$  軸を対称軸とする線対称な曲線であることを取り扱っている。また、「数学 I」では、一般の二次関数のグラフの性質について考察している。ただし、いずれの場合も関数についての考察や理解を中心とした取扱いである。

ここでは、平面図形とそれを表す方程式や不等式との関係を取り扱う。座標を用いて、直線や円などの基本的な平面図形の性質や関係を数学的に表現して調べる解析幾何学における方法を理解し、その有用性を認識するとともに、それらをいろいろな事象の考察に活用する力を養う。また、図形を条件を満たす点の集合とみる考えについても理解できるようにする。

座標を用いて、平面上の線分を内分する点、外分する点の位置や二点間の距離を表すとともに、座標平面上の直線や円を方程式で表すこと（ア(7)(イ)）

平面上の直交座標について取り扱い、座標を用いることによって平面上の点が一意的に表現できることを確認するとともに、二点間の距離や線分を内分する点、外分する点と座標との関係について理解できるようにする。内分する点、外分する点の指導に当たっては、これらを別々のものとみるのではなく、線分を与えられた比に分ける点として統合的に捉えたりして理解できるようにすることも大切である。

また、直線を方程式で表すことについて扱う。直線の式については、中学校で、二元一次方程式  $ax+by+c=0$  ( $b \neq 0$ ) を一次関数の式とみて方程式のグラフをかくことや、連立二元一次方程式の解と二直線の交点の座標との関係について取り扱っている。これらの考えを発展させて、すべての直線が二元一次方程式で表されることについて理解を深めるようにする。

さらに、円を方程式で表すことについて扱う。円を定点からの距離が一定である点の集合と考えると、その方程式を導き、円の方程式についての考察を進める。なお、中学校では、図形を条件を満たす点の集合としてみることは、必ずしも取り扱っていないことに配慮する必要がある。

軌跡について理解し、簡単な場合について、軌跡を求めるとともに、不等式の表す領域を求めたり領域を不等式で表したりすること（ア(7)(イ)）

図形を与えられた条件を満たす点の集合としてみる考え方についての理解を深める。

方程式を満たす点の集合が座標平面上の軌跡を表すことを理解し、軌跡が直線や円またはそれらの一部となるような簡単な場合について、実際に軌跡を求めることができるようにする。指導に当たっては、コンピュータなどの情報機器を用いて、軌跡を確認したり、条件を変更したときに軌跡がどのようになるかを予想し検証したりする活動を通して、条件と得られる軌跡の関係を直観的にも理解できるようにすることが大切である。

また、不等式を満たす点の集合が座標平面上の領域を表すことを理解し、領域の境界線が直線あるいは円となるような簡単な場合について、幾つかの不等式で表される領域を求めたり、逆に、領域を不等式で表したりすることができるようにする。

座標平面上の図形について構成要素間の関係に着目し、それを方程式を用いて表現し、図形の性質や位置関係について考察すること（イ(7)）

直線の方程式をもとに、二直線が平行であるための条件や垂直であるための条件について考察したり、円の方程式と直線の方程式をもとに、円と直線の位置関係について考察したりする。さらには、点と直線の距離について考察したり、座標を用いて三角形や四角形の性質を証明したりすることも考えられる。図形の性質の証明の指導に当たっては、座標を用いない初等幾何による方法も取り上げて、二つの方法を比較することも大切である。例えば、三角形の性質の1つである「中線定理」を取り上げ、座標を用いた証明と、座標を用いずに三平方の定理を用いた証明方法を比較する活動が考えられる。

このような活動を通して、座標を用いた方法についての理解を深め、論理的に考察し表現する力を養うとともに、座標を用いた方法のよさを認識できるようにする。

数量と図形との関係などに着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、コンピュータなどの情報機器と用いて軌跡や不等式の表す領域を座標平面上に表すなどして、問題解決に活用したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること（イ(イ)）

日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、軌跡や不等式の表す領域を問題解決に活用したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすることを取り扱う。

例えば、ある製品A、Bを1個作るのに必要な原料 $a$ 、 $b$ の量、原料 $a$ 、 $b$ の1日当たりの使用限量、製品A、Bを販売したときの1個当たりの利益が下の表のように定められているとき、利益を最大にするには、1日に製品A、Bを何個ずつ作ればよいかを考える線形計画法の問題を取り扱う。問題の解決に当たっては、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして不等式の表す領域を表すとともに、解決にはグラフのどのような部分を詳細に検討する必要があるかを見通したり、元の事象における解の意味を考えたりすることが重要である。

このような問題の解決を通して、事象を数学的に考察したり、解決の過程を振り返って考察を深めたりする力を養う。

	製品A	製品B	1日の使用限量
原料 $a$	1 kg	2 kg	200 kg
原料 $b$	3 kg	1 kg	400 kg
1個当たりの利益	2000 円	1000 円	

### (3) 指数関数・対数関数

#### (3) 指数関数・対数関数

指数関数及び対数関数について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、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) 指数を正の整数から有理数へ拡張する意義を理解し、指数法則を用いて数や式の計算をすること。

(イ) 指数関数の値の変化やグラフの特徴について理解すること。

(ウ) 対数の意味とその基本的な性質について理解し、簡単な対数の計算をすること。

(エ) 対数関数の値の変化やグラフの特徴について理解すること。

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) 指数と対数を相互に関連付けて考察すること。

(イ) 指数関数及び対数関数の式とグラフの関係について、多面的に考察すること。

(ウ) 二つの数量の関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること。

[用語・記号] 累乗根,  $\log_a x$ , 常用対数

「数学 I」では、二次関数を取り扱い、関数概念の理解を深めるとともに、二次関数の式とグラフとの関係について多面的に考察する力を養っている。

ここでは、「数学 I」での指導を踏まえて指数関数及び対数関数を取り扱い、これらの関数の特徴を捉えるとともに、関数についての理解を一層深め、具体的な事象の考察に活用できるようにする。

なお、理科の各科目を履修するに当たり指数関数や対数関数を早めに学んでおく方がよい場合は、指数関数及び対数関数を他の内容より早く履修させることも考えられる。

#### 指数を正の整数から有理数へ拡張する意義を理解し、指数法則を用いて数や式の計算をすること（ア(ア)）

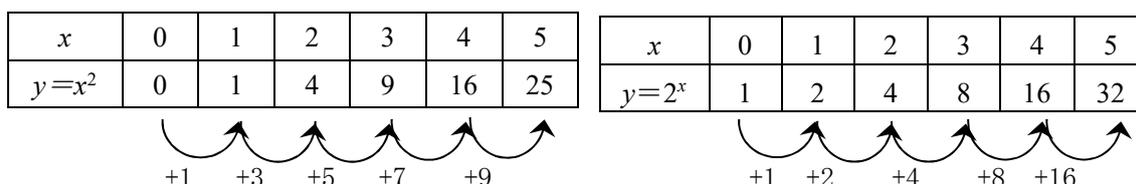
指数を正の整数から有理数まで拡張することを取り扱い、拡張された指数の意味を理解し、指数法則を用いて数や式の計算ができるようにする。指導に当たっては、拡張された指数の定義を形式的に説明するのではなく、正の整数の場合に成立した指数法則が、有理数まで拡張しても同様に成立するように定義されることを調べる活動を通して、有理数へ拡張する意義を理解できるようにすることが大切である。

なお、指数関数を取り扱うには、指数を実数まで拡張することが必要であるが、そのことに触れる場合には直観的に理解できる程度とする。

#### 指数関数の式とグラフの関係について、多面的に考察し、指数関数の値の変化やグラフの

特徴について理解すること（ア(イ), イ(イ)）

指数関数は、 $y=2^x$  や  $y=\left(\frac{1}{2}\right)^x$  などのように、底が簡単な数値で与えられているものを取り扱う。その際、二次関数の変化と指数関数の変化を比較するなどして、表、式、グラフを相互に関連付けて多面的に考察できるようにする。



また、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして、いろいろな指数関数の式とグラフの関係を考察することを通して、グラフについての理解を深めたり、二次関数のグラフの平行移動と式の関係に着目し、統合的・発展的に考察したりできるようにすることも考えられる。

指数と対数を相互に関連付けて考察し、対数の意味とその基本的な性質について理解し、簡単な対数の計算をすること（ア(ウ), イ(7)）

対数の必要性を理解できるようにすることが大切である。例えば  $2^x=4$  を満たす実数  $x$  は 2 であるが、 $2^x=3$  を満たす実数  $x$  はこれまで学習した数を使って簡単に表すことができない。そこで対数という概念を導入し、 $2^x=3$  を満たす実数  $x$  を記号  $\log$  を使って  $\log_2 3$  と表す。また、このとき、 $2^1=2$ 、 $2^2=4$  であるので、 $x$  が増加するにつれて  $2^x$  が単調に増加することを考えれば、 $1 < \log_2 3 < 2$  である。このように、対数の意味について丁寧に指導することを通して、対数の大きさに関する感覚も養う。

また、対数の基本的な性質を、指数と対数を相互に関連付けて考察できるようにする。例えば、指数法則  $a^x \times a^y = a^{x+y}$  を基に、 $\log_a XY = \log_a X + \log_a Y$  が導かれることを取り扱った上で、他の指数法則  $a^x \div a^y = a^{x-y}$  や  $(a^x)^y = a^{xy}$  からどのような性質が導かれるかを考察することが考えられる。さらに、導いた対数の基本的な性質を用いて、簡単な対数の計算ができるようにする。

対数関数の式とグラフの関係について、多面的に考察し、対数関数の値の変化やグラフの特徴について理解すること（ア(エ), イ(イ)）

指数関数の場合と同様に、底が 2 や 10 などの簡単な数値で与えられている対数関数を取り扱う。逆関数については、「数学Ⅲ」の「(1) 極限」の内容であるので、ここでは指数関数と対数関数の関係については、定義の段階で  $y=\log_a x$  が  $x=a^y$  のことであるとして捉える程度とする。指導に当たっては、指数関数と対数関数の変化を表やグラフをもとに比較するなどして多面的に考察することを通して、対数関数の変化やグラフの特徴について理解できるようにする。また、指数関数の場合と同様に、コンピュータなどの情報機

器を用いていろいろな対数関数の式とグラフの関係を考察することを通して、グラフについての理解を深めることも大切である。このとき、指数関数のグラフと対数関数のグラフが直線  $y=x$  に関して線対称な位置にあることを確認することも考えられる。

二つの数量の関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、問題解決に活用したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること（イウ）

バクテリアの増殖や放射性物質の崩壊など、自然現象の中に見られる生成や発展、減衰の様子は指数関数で表されることが多い。また、音の強さの単位（デシベル）や星の明るさの単位（等星）、地震の規模を表す尺度（マグニチュード）など、人間の感じ方に関係する尺度に対数が活用されている。このような日常の事象や社会の事象などを、二つの数量の関係に着目し数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりする力を養う。

例えば、ある薬を飲んだときの1時間後の薬の体内残量が80%であるとき、体内残量が50%以下になるのは薬を飲んでおよそ何時間後になるかを考える活動が考えられる。この際、変化の様子を捉えたり、対数の計算をしたりするために、コンピュータなどの情報機器を積極的に用いるようにする。さらには、体内残量の割合を変えたときに、体内残量が50%以下になる時間がどのように変化するかを発展的に考察する活動も考えられる。

また、具体的な事象の中から観察や操作、実験などによって取り出した二つの数量について、事象を理想化したり単純化したりすることによって、それらの関係を指数関数とみなす活動を行うことも考えられる。指数関数とみなしてよいかどうかを吟味する際には、片対数方眼紙を使用することも有効である。

このような問題の解決を通して、指数関数及び対数関数の有用性を認識するとともに、事象を数学的に考察したり、解決の過程を振り返って考察を深めたりする力を養う。

#### (4) 三角関数

##### (4) 三角関数

三角関数について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、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) 角の概念を一般角まで拡張する意義や弧度法による角度の表し方について理解すること。

(イ) 三角関数の値の変化やグラフの特徴について理解すること。

(ウ) 三角関数の相互関係などの基本的な性質を理解すること。

(エ) 三角関数の加法定理や2倍角の公式、三角関数の合成について理解すること。

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) 三角関数に関する様々な性質について考察するとともに、三角関数の加法定理

から新たな性質を導くこと。

(イ) 三角関数の式とグラフの関係について多面的に考察すること。

(ウ) 二つの数量の関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること。

「数学 I」の「(2) 図形と計量」では、 $0^\circ$  から  $180^\circ$  までの正弦、余弦、正接を三角比として取り扱っている。また、この角の範囲で、正弦、余弦、正接の相互関係についても取り扱っている。しかし、「数学 I」での三角比は、あくまでも図形の計量を目的としたものであり、関数としての取扱いではない。

ここでは、角の範囲を一般角まで拡張した上で、三角関数の意味を理解し、それらのグラフを通して周期性などの三角関数の特徴について理解できるようにする。また、三角関数の重要な性質の一つである加法定理について理解し、加法定理を基に三角関数に関する新たな性質を導く力や、三角関数を具体的な事象の考察に活用する力を養う。

**角の概念を一般角まで拡張する意義や弧度法による角度の表し方について理解するとともに、三角関数に関する様々な性質や式とグラフの関係について多面的に考察し、三角関数の値の変化やグラフの特徴について理解すること (ア(ア)(イ), イ(ア)(イ))**

角を変数とする三角関数を取り扱うために、角の範囲を一般角まで拡張するとともに、角の大きさを表す方法として度数法とは異なる弧度法を取り扱う。その際、具体的な事象を取り上げるなどして、角の概念を一般角まで拡張することや弧度法を用いる必要性和弧度法の基本的な考え方を理解できるようにする。また、扇形の弧の長さや面積を求めるなどの活動を通して、弧度法に関する理解を深めることも考えられる。

その上で、一般角の正弦、余弦、正接を定義して、三角関数を導入する。指導に当たっては、一般角を変数とする三角関数が、「数学 I」で定義した三角比の自然な拡張になっていることを確認することが大切である。

また、三角関数の変化の特徴である周期性、原点や  $y$  軸及び  $x$  軸との対称性について考察して理解できるようにするとともに、三角関数の表、式、グラフを相互に関連付け、式の中の係数などの意味を多面的に考察する。指導に当たっては、コンピュータなどの情報機器を用いるなどしていろいろな三角関数の式とグラフの関係を考察し、三角関数の式における定数とグラフとの関係についての理解を深めることが大切である。

**三角関数の相互関係などの基本的な性質や加法定理を理解し、三角関数の加法定理から 2 倍角の公式や三角関数の合成などの新たな性質を導き、理解すること (ア(ウ)(イ), イ(ア))**

三角関数の相互関係などの基本的な性質を取り扱う。「数学 I」で取り扱った基本的な性質を振り返って、同様の性質が一般角を変数とする三角関数の場合にも成り立つことを確認する。

また、三角関数の重要な性質の一つとして加法定理を取り扱い、三角関数の基本的な性

質や加法定理を基にして，2倍角の公式及び三角関数の合成  $a\sin\theta + b\cos\theta = \sqrt{a^2 + b^2}\sin(\theta + \alpha)$ などを導く力を養う。指導に当たっては，例えば，既知の角の大きさの三角関数の値を基に，新たな角の大きさの三角関数の値を求めるなど，必要性の感じられる場面を設定することが大切である。なお，加法定理に関連して，平面上の点の原点を中心とする回転移動を取り扱うことも考えられる。

二つの数量の関係に着目し，日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え，問題解決に活用したり，解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること（イウ）

回転運動や波動など，周期性のある事象はすべて三角関数で表される。このような事象における二つの数量の関係に着目し，問題を解決したり，解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりする力を養う。

例えば，回転運動をする例として観覧車を取り上げ，回転の半径や回転の速さが与えられているときに，観覧車に乗ってある高さ以上にいる時間の長さを考えたり，一定時間における高さの変化を比較したりすることが考えられる。さらに，回転の半径や速さを変えたときに，ある高さ以上にいる時間の長さがどのように変化するかを発展的に考察することも考えられる。

#### (5) 微分・積分の考え

##### (5) 微分・積分の考え

微分と積分の考えについて，数学的活動を通して，その有用性を認識するとともに，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) 微分係数や導関数の意味について理解し，関数の定数倍，和及び差の導関数を求めること。

(イ) 導関数を用いて関数の値の増減や極大・極小を調べ，グラフの概形をかく方法を理解すること。

(ウ) 不定積分及び定積分の意味について理解し，関数の定数倍，和及び差の不定積分や定積分の値を求めること。

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) 関数とその導関数との関係について考察すること。

(イ) 関数の局所的な変化に着目し，日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え，問題を解決したり，解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること。

(ウ) 微分と積分の関係に着目し，積分の考えを用いて直線や関数のグラフで囲まれた図形の面積を求める方法について考察すること。

[用語・記号] 極限值， $\lim$

[内容の取扱い]

(1) 内容の(5)のアの(ア)については、三次までの関数を中心に扱い、アの(ウ)については、二次までの関数を中心に扱うものとする。また、微分係数や導関数を求める際に必要となる極限については、直観的に理解させるよう扱うものとする。

微分と積分の概念は、いろいろな事象を数理的に取り扱うのに有用である。

関数に関しては、中学校第2学年で一次関数は変化の割合が一定であることを、第3学年で関数 $y=ax^2$ は変化の割合が一定でないことを取り扱い、「数学Ⅰ」で一般の二次関数について変化やグラフの特徴を調べて、二次関数の値の変化について理解を深めている。ここでは、簡単な多項式で表される関数（以下「多項式関数」という。）に限定して、瞬間の速さや面積などの具体的な事象の考察を通して微分と積分の考えを理解し、その考えの有用性を認識できるようにするとともに、微分と積分の考えを活用して問題を解決する力などを養う。

なお、指数関数、対数関数、三角関数、分数関数及び無理関数などの関数の微分法、積分法については、「数学Ⅲ」で取り扱う。

**微分係数や導関数の意味について理解し、関数の定数倍、和及び差の導関数を求めること（ア(ア), [内容の取扱い](1)）**

これまでの内容をさらに発展、拡充させ、多項式関数の値の変化などについて考察する。微分係数や導関数の指導に当たっては、関数 $f(x)$ の値の変化を、極限の考えを用いて実際に調べたり、具体的な事象における瞬間の速さや接線の傾きなどと関連付けて考察したりすることが大切である。このような活動を通して、微分係数や導関数の意味について理解できるようにする。ただし、[内容の取扱い](1)に示されているように、極限については、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして、値が一定の値に近づくことを観察し直観的に理解できるようにする。また、導関数についての性質を基に、関数の定数倍、和及び差の導関数を求めることができるようにする。

なお、ここで取り扱う関数は、[内容の取扱い](1)に示されているように、三次までの多項式関数が中心である。

**関数とその導関数との関係について考察し、導関数を用いて関数の値の増減や極大・極小を調べ、グラフの概形をかく方法を理解すること（ア(イ), イ(ア)）**

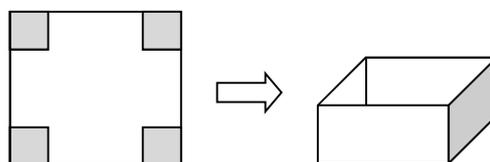
関数とその導関数との関係を考察し、多項式関数 $f(x)$ の増加、減少及び極値を調べ、そのグラフの概形をかく方法を理解できるようにする。指導に当たっては、関数の値の増加、減少と導関数の関係について、接線の傾きなどと関連付けて、視覚的、直観的に考察したり、導関数のグラフと元の関数のグラフを関連付けて考察したりすることを通して、グラフの概形をかく方法を理解できるようにする。このような活動を通して、導関数の理解を深めるとともに、導関数の有用性を認識できるようにする。

また、グラフの概形を観察して、区間が制限された関数の最大値や最小値について考察する。この際、生徒の特性等によっては、「数学Ⅰ」で取り扱った二次関数の最大値や最小値を求める問題を振り返り、同じ問題を導関数を用いて求めることで理解を深めることも考えられる。

関数の局所的な変化に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、問題解決に活用したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること（イ(イ)）

具体的な事象について、二つの数量の関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりする力を養う。

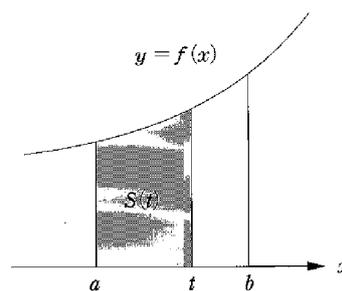
例えば、正方形の厚紙の四隅から同じ大きさの正方形を切り抜いて、ふたのない直方体の箱を作るとき、箱の容積を最大にするには、どのような形状の箱にすればよいかを考える問題を取り扱う。さらには、元の正方形の大きさを変えた場合に、容積が最大となる箱の形状はどのようなようになるかを、統合的・発展的に考察することも考えられる。



このような問題の解決を通して、微分の考えの有用性を認識するとともに、事象を数学的に考察したり、解決の過程を振り返って考察を深めたりする力を養う。

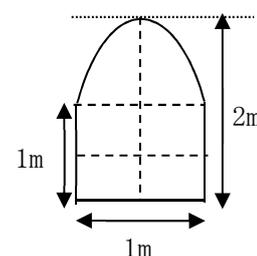
不定積分及び定積分の意味について理解し、関数の定数倍、和及び差の不定積分や定積分の値を求めるとともに、微分と積分の関係に着目し、積分の考えを用いて直線や関数のグラフで囲まれた図形の面積を求める方法について考察すること（ア(ウ)、イ(ウ)、[内容の取扱い] (1)）

微分の逆の演算としての不定積分について取り扱う。また、不定積分の性質を基に、関数の定数倍、和及び差の不定積分を求めることができるようにする。定積分の指導に当たっては、具体的なイメージを与えるために、面積を求める例などに関連付けて導入することが大切である。例えば、区間  $a \leq x \leq b$  で  $f(x) \geq 0$  のとき、関数  $y=f(x)$  のグラフ、直線  $x=a$ ,  $x=t$  ( $a \leq t \leq b$ ) 及び  $x$  軸で囲まれる部分の面積を  $S(t)$  とすると、 $S'(t)=f(t)$  であることが分かり、定積分が面積を表していることを導くことができる。



他に、区分求積法の考えに基づいて定積分を定義することも考えられる。この場合は、コンピュータなどの情報機器を用いて直観的に理解できるよう工夫する。

さらには、いろいろな直線や関数のグラフで囲まれた図形の面積を求める方法について考察できるようにする。例えば、図のような放物線とみなすことができる曲線と直線で囲まれた左右対称の窓の面積を求める問題を取り上げることが考えられる。放物線と直線で囲まれた部分の面積を求めるには、座標を設定して放物線の式を求めるなど数学化して、定積分の考えを用いて面積を求めることが必要である。



このように、いろいろな図形の面積を、定積分を計算して求める活動を通して、積分の考えの有用性を認識するとともに、事象を数学的に考察する力を養うことが大切である。

なお、[内容の取扱い] (1) に示されているように、ここで取り扱う被積分関数は二次までの多項式関数が中心である。

### [課題学習]

(1) から (5) までの内容又はそれらを相互に関連付けた内容を生活と関連付けたり発展させたりするなどした課題を設け、生徒の主体的な学習を促し、数学のよさを認識させ、学習意欲を含めた数学的に考える資質・能力を高めるようにする。

### [内容の取扱い]

(2) 課題学習については、それぞれの内容との関連を踏まえ、学習効果を高めるよう指導計画に適切に位置付けるものとする。

課題学習の実施については、「数学 I」での取扱いと同様に、(1) から (5) までのそれぞれの内容と関連する課題を設け、適切な時期や場面を考慮し、指導計画に適切に位置付ける。各内容の学習の早い時期に位置付けることも考えられる。

課題については、各内容で学習する内容を総合したり日常の事象や他教科等での学習に関連付けたりするなどして見いだされるものや、生徒の疑問をもとにしたものなどを設定する。

通常の授業においても生徒の「主体的・対話的で深い学び」として数学的活動を充実させていくことが求められており、課題学習では一層その実現を図ることが重要である。例えば、課題を理解する、結果を予想する、解決の方向を構想する、解決する、解決の過程を振り返ってよりよい解決方法を考えたり、さらに課題を発展させたりする、という一連の過程に沿って、必要な場面で適切な指導を工夫するとともに、適宜自分の考えを発表したり議論したりするなどの活動を取り入れるよう配慮する。

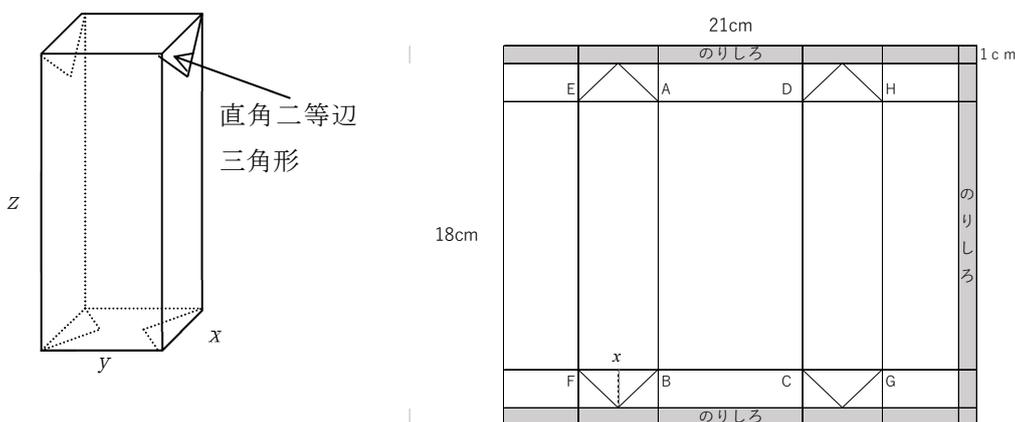
### 課題学習の例

ここでは、課題学習の例を、(1) から (5) までの内容ごとに示す。

<いろいろな式>

ある大きさの長方形を折り込んで作られる飲料用の紙パックについて、容積が  $240\text{cm}^3$  になるような縦の長さ、横の長さ、高さを求めることが考えられる。

例えば、右図で、底面の縦の長さを  $x\text{cm}$  とすると、この紙パックの容積は、側面と底面にある三角形は直角二等辺三角形であることを基にして、次のように  $x$  の三次式で表すこ



とができるパックジュースの底面の縦の長さを  $x\text{cm}$ 、横の長さを  $y\text{cm}$ 、高さを  $z\text{cm}$  とおくと、容積  $V$  は、

$$V = xyz \cdots (a)$$

また、

$$2x + 2y + 1 = 21 \Rightarrow y = 10 - x \cdots (b)$$

$$x + z + 2 = 18 \Rightarrow z = 16 - x \cdots (c)$$

(a)に (b) (c)を代入して、

$$V = x(10 - x)(16 - x)$$

したがって、 $x$  の三次方程式の問題に帰着できる。また、「(5) 微分・積分の考え」に関連付けて、 $x$  の変化に伴う容積の変化や、もとの長方形の大きさを変えたときに得られる容積の最大値について考察することも考えられる。

<図形と方程式>

次の場面で、1日当たりに見込まれる総利益  $P$  の最大値について考察することが考えられる。

ある製作所では、新たに  $\bigcirc\bigcirc$  と  $\triangle\triangle$  を製造することになった。それぞれ製造工程が2つあり、1個当たりの所要時間および利益は、右のようになることが見込まれている。工程1、工程2には順序性はない。工程1には1日のべ7時間、工程2には1日のべ14時間とることができる。ただし、両製品とも整数個単位でしか製造できない。

	$\bigcirc\bigcirc$	$\triangle\triangle$
工程1	2時間	2時間
工程2	3時間	5時間
利益	4千円	5千円

「整数計画法」と呼ばれることのある問題であり、条件を不等式の領域で表した後、領域内のいくつかの点について吟味する必要がある。

さらには、それぞれの製品の1個当たりの利益やそれぞれの行程に当てることのできる最大時間が変わった場合について発展的に考察することも考えられる。

### <指数関数・対数関数>

身近な事象として、100°Cに温めた液体を室温 20°Cの部屋に放置したときに、この液体が30°Cまで冷めるのにかかる時間を予測することが考えられる。

まず、実際に、液体を冷まし始めてからの時間と液体の温度を調べ、時間を  $x$  分、温度を  $y$ °Cとして、座標平面に表し、時間と温度の関係がどのような関数になるのかを予測する。

生徒同士の議論を通して、最終的には、室温 20°Cに限りなく近づくことから、 $y=20$  を漸近線にもつ指数関数であるとみなして、 $y=30$  となる  $x$  の値を求める。

なお、指数関数の式を作るには、片対数グラフを利用することが考えられる。

指数関数の式が、 $y=20+ka^x$  ( $k$ :定数) であるとする、 $y-20=ka^x$  だから、両辺の常用対数をとって、

$$\log_{10}(y-20)=\log_{10}ka^x=x\log_{10}a+\log_{10}k=Ax+K \quad (A=\log_{10}a, K=\log_{10}k)$$

ここで、 $\log_{10}(y-20)=Y$  とすれば、

$$Y=Ax+K$$

となり、 $Y$  は  $x$  の一次関数になる。したがって、対数目盛の軸に  $\log_{10}y$  を、もう一方の軸に  $x$  をとれば、グラフは直線となるので、この直線（一次関数）の式を求め、それをもとに指数関数の式を作ればよい。

このように、片対数グラフを用いて問題を解決することを通して、対数のよさを認識できるようにする。

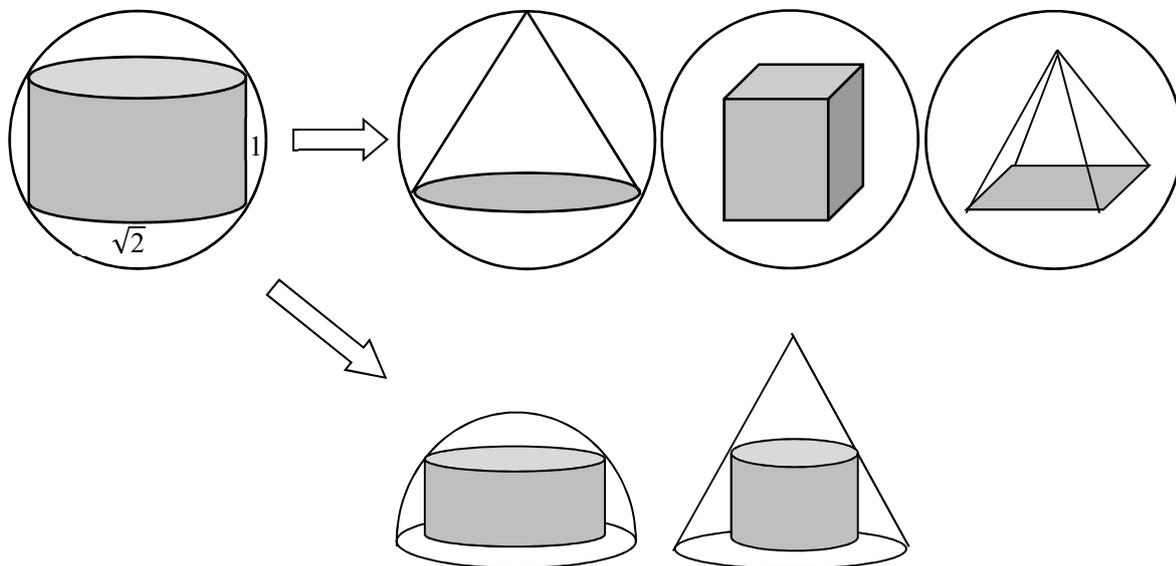
### <三角関数>

$y=\sin mx+\sin nx$  ( $m, n$  は整数) のグラフについて、コンピュータなどの情報機器を利用するなどしながら、その周期や最大値・最小値の特徴などについて探究することが考えられる。さらに、見いだした特徴が  $y=\sin mx+\cos nx$  や  $y=\cos mx+\cos nx$  の場合に成り立つかを考察したり、音などの現象に照らして解釈したりすることも考えられる。

### <微分・積分の考え>

ある立体に内接する別の立体の体積が最大となる場合を調べることが考えられる。

例えば、半径が一定の球に内接する円柱の中で、体積が最大となる円柱の形状を考察する。そして、円柱の形状が、(底円の直径):(高さ) $=\sqrt{2}:1$  である場合に体積が最大となることを確認した後に、内接する立体を、円すいや正四角柱、正四角すいなどの別の立体に変えたとき、体積が最大となる立体の形状がどうなるかを考察する。さらには、外側の立体を、半球や円すいなどの別の立体に変えたとき、体積が最大となる立体の形状がどうなるかを考察する。



これらについて，個人やグループで探究したり，探究した内容について互いに説明したり，レポートにまとめたりするなどの活動が考えられる。

## 第3節 数学Ⅲ

### 1 性格

「数学Ⅲ」は、「数学Ⅱ」を履修した後に、履修させることを原則としている。この科目は、数学に強い興味や関心をもってさらに深く学習しようとする生徒や、将来、数学が必要な専門分野に進もうとする生徒が数学的な資質・能力を伸ばすため、「数学Ⅱ」の内容を発展、充実させるとともに、内容相互の関連を重視し「(1) 極限」、 「(2) 微分法」及び「(3) 積分法」の三つの内容で構成している。

また、この科目には「数学Ⅰ」「数学Ⅱ」と同様に、数学的活動を一層重視し、生徒の主体的な学習を促し、数学のよさを認識できるようにするとともに、数学的に考える資質・能力を高めるよう、課題学習を位置付けている。

### 2 目標

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 極限、微分法及び積分法についての概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。
- (2) 数列や関数の値の変化に着目し、極限について考察したり、関数関係をより深く捉えて事象を的確に表現し、数学的に考察したりする力、いろいろな関数の局所的な性質や大域的な性質に着目し、事象を数学的に考察したり、問題解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察したりする力を養う。
- (3) 数学のよさを認識し積極的に数学を活用しようとする態度、粘り強く柔軟に考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う。

#### (1) 知識および技能

「知識及び技能」に関しては、それを身に付ける過程において、「思考力、判断力、表現力等」とともに習得されるものであることに留意する必要がある。身に付ける過程の質によって、個々の生徒が得る「知識及び技能」の質が決まるからである。

「知識」に関しては、「数学Ⅰ」「数学Ⅱ」と同様に、学習するそれぞれの内容についての概念や原理・法則を体系的に理解することが重要である。そのために、新しく学習する概念や原理・法則などを一方的に提示するのではなく、数学的活動を重視し、既習の知識と関連付け、より深く体系的に理解できるようにする。例えば、「極限」における簡単な分数関数と無理関数のグラフの学習では、二次関数 $y = ax^2$ と $y = a(x - p)^2 + q$ のグラフの位置関係を基に分数関数や無理関数のグラフの平行移動を考察する数学的活動を取り入れることで、分数関数と無理関数の値の変化やグラフの特徴について理解を深めることができるようにする。

また、「技能」に関しては、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりするための技能を身に付けることが重要である。例えば、「微分法」の学習では、事象における二つの数量の関係に着目して関数の式を求め、微分するなどしてその関数のグラフをかき、関数の変化を的確につかむ技能を身に付けることができるようにする。

## (2) 思考力, 判断力, 表現力等

「数学Ⅲ」において育成を目指す「思考力, 判断力, 表現力等」に関わる資質・能力を具体的に示している。

例えば、「(1) 極限」の学習では、式を多面的に捉えたり目的に応じて適切に変形したりして、極限を求める方法を考察することができるようにする。「(2) 微分法」の学習では、関数の連続性と微分可能性、関数のグラフの形状とその導関数や第二次導関数の関係について考察することができるようにする。「(3) 積分法」の学習では、微分法と積分法の関係を基に立体の体積や曲線の長さを求める方法を考察できるようにする。

## (3) 学びに向かう力, 人間性等

「数学Ⅱ」の目標(3)では、育成を目指す「学びに向かう力, 人間性等」に関わる資質・能力を、「数学のよさを認識し数学を活用する態度, 粘り強く柔軟に考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度, 問題解決の過程を振り返って考察を深めたり, 評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う」としている。「数学Ⅲ」では、このことを踏まえて、極限, 微分法, 積分法について「数学Ⅱ」の学習内容より深い内容を取り扱いながら、「積極的に」数学を活用する態度を養うこととした。また、数学のよさを認識し、数学を活用しようとする態度, 問題解決の過程を振り返って考察を深めたり, 評価・改善したりしようとする態度を養うことについては「数学Ⅱ」と同様であるが、全体を通して質的な向上を目指している。

### 3 内容と内容の取扱い

#### (1) 極限

##### (1) 極限

数列及び関数の値の極限について、数学的活動を通して、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) 数列の極限について理解し、数列  $\{r^n\}$  の極限などを基に簡単な数列の極限を求めること。

(イ) 無限級数の収束、発散について理解し、無限等比級数などの簡単な無限級数の和を求めること。

(ウ) 簡単な分数関数と無理関数の値の変化やグラフの特徴について理解すること。

(エ) 合成関数や逆関数の意味を理解し、簡単な場合についてそれらを求めること。

(オ) 関数の値の極限について理解すること。

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) 式を多面的に捉えたり目的に応じて適切に変形したりして、極限を求める方法を考察すること。

(イ) 既に学習した関数の性質と関連付けて、簡単な分数関数と無理関数のグラフの特徴を多面的に考察すること。

(ウ) 数列や関数の値の極限に着目し、事象を数学的に捉え、コンピュータなどの情報機器を用いて極限を調べるなどして、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること。

[用語・記号]  $\infty$

極限に関しては、「数学Ⅱ」の「(5) 微分・積分の考え」において、微分係数を求める過程で直観的に理解させている。数列に関しては、「数学B」の「(1) 数列」で取り扱っているが、この内容を履修していないことも考えられるので、指導に当たっては配慮が必要である。関数については、「数学Ⅰ」で二次関数を取り扱い、「数学Ⅱ」で三角関数、指数関数・対数関数及び三次までの多項式関数を中心に取り扱っている。

これらを踏まえ、ここでは、微分法、積分法の基礎を培う観点から極限の直観的な理解に重点を置きながら数列の極限を取り扱うとともに、取り扱う関数を簡単な分数関数や無理関数にまで広げて関数概念の理解を一層深め、多項式関数、分数関数、無理関数、三角関数、指数関数及び対数関数の関数値の極限を求めることができるようにする。また、関数値の極限の考えを用いて関数の連続性について考察できるようにする。なお、数列の極限については、数列  $\{r^n\}$  が収束するための条件などを基にして簡単な数列の極限を求めることができるようにするとともに、無限等比級数の収束、発散についても理解できるようにする。

数列の極限について理解し、数列  $\{r^n\}$  の極限などを基に簡単な数列の極限を求めるとともに、式を多面的に捉えたり目的に応じて適切に変形したりして、極限を求める方法を考察すること（ア(7)、イ(7)）

ここでは、数列  $\{r^n\}$  が収束するための  $r$  の条件は  $r=1$  又は  $|r| < 1$  であることや、数列の極限に関する基本的な性質を理解し、これらを用いて簡単な数列の極限を求めることができるようにする。ここでいう「簡単な数列」とは、等差数列や等比数列、一般項が分数で表される数列など、直観的に極限が求められるものである。これらの数列の極限について、式を多面的に捉えたり目的に応じて適切に変形したりして、極限を求められる方法を考察できるようにする。例えば、数列  $\left\{\frac{(2n+1)(n-1)}{n(n+2)}\right\}$  の極限を求めるために、 $\left\{\frac{\left(2+\frac{1}{n}\right)\left(1-\frac{1}{n}\right)}{1+\frac{2}{n}}\right\}$  と変形する意味について考察することなどが考えられる

無限級数の収束、発散について理解し、無限等比級数などの簡単な無限級数の和を求めること（ア(1)）

無限等比級数が収束する場合と発散する場合のそれぞれについて、公比が満たす条件について理解できるようにする。また、無限等比級数が収束する場合について、その和の公式を導き、それを用いて具体的な問題の解決ができるようにする。なお、ここでいう「簡単な無限級数」とは、その初項から第  $n$  項までの和が、ア(7)の簡単な数列で表わされるものである。

ここでは、例えば、循環小数を分数で表わすことを題材として、これを等比級数の収束の観点から考察することも考えられる。また、特別な場合として  $0.999\cdots=1$  などの等式について極限の観点から考察することも考えられる。さらに、一定の規則に基づいて作られる図形の面積の和や図形の辺の長さの和などを取り扱うことも考えられる。指導に当たっては、生徒が関心や意欲をもって取り組むことのできる題材を工夫することが大切である。

簡単な分数関数と無理関数の値の変化やグラフの特徴について理解し、既に学習した関数の性質と関連付けて多面的に考察するとともに、合成関数や逆関数の意味を理解し、簡単な場合についてそれらを求めること（ア(ウ) (エ)、イ(1)）

分数関数は、分母が一次式のものを取り扱う。例えば、 $y = \frac{x-1}{x-2}$  について漸近線の方程式などを求め、グラフの概形をかくことができるようにする。また、無理関数は、ここでは根号の中の式が一次式で表されるものを取り扱う。例えば、関数  $y = \sqrt{x+1}$  のグラフは、関数  $x = y^2 - 1$  のグラフの  $y \geq 0$  の部分であることを理解させ、グラフの概形をかくことができるようにする。

また、分数関数と無理関数をコンピュータなどの情報機器を用いてグラフに表すなどして、表、式、グラフを相互に関連付けて多面的に考察できるようにするとともに、見いだした特徴を二次関数  $y = ax^2$  と  $y = a(x-p)^2 + q$  のグラフに関する性質と関連付けて、統合的・発展的に考察できるようにする。

また、合成関数や逆関数の意味を理解できるようにするとともに、多項式関数、分数関数や無理関数などを用いて、合成関数や逆関数を求めることができるようにする。合成関数については、例えば  $y = \frac{1}{x+1}$  は、 $u = x+1$  と置き換えることによって  $y = \frac{1}{u}$  に帰着できることなどを理解できるようにする。また、逆関数については、元の関数が1対1の対応であるとき、 $y$  の値域を定義域として  $y$  から  $x$  への対応を考えることによって逆関数が定義できることや、逆関数のグラフと元の関数のグラフが直線  $y=x$  に関して線対称の位置にあることなどを理解できるようにする。また、対数関数が指数関数の逆関数であることもここで触れる。

### 関数の値の極限について理解すること（ア(オ)）

関数値の極限に関連するものとしては、「数学Ⅱ」の「(5) 微分・積分の考え」の「ア(ア)」で多項式関数の微分係数を求める際に、

$$f'(a) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h) - f(a)}{h}$$

を取り扱っている。

ここでは、多項式関数、分数関数、無理関数、三角関数、指数関数及び対数関数について、 $x$  の値を限りなく  $a$  に近付けたときの  $f(x)$  の極限や  $x$  の値を限りなく大きくしたときの  $f(x)$  の極限について理解できるようにする。また、三角関数の極限では、

$$\lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{\sin \theta}{\theta} = 1$$

を取り扱う。この式から、 $\theta$  の値が0に十分近いときには、 $\sin \theta$  の値と  $\theta$  の値はほぼ等しくなることも分かる。

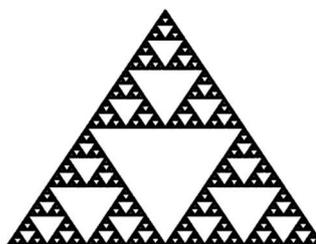
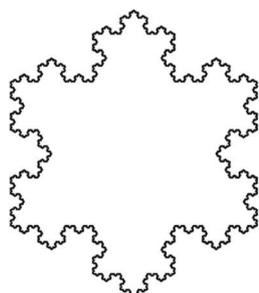
関連して関数の連続性についても取り扱う。特に、指数関数と対数関数については、定義域内の任意の値に対して連続であることを、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして直観的に理解できるようにする。

指導に当たっては、式を変形せずに極限を予想したり、式の一部を変えたときの極限の変化を予想したりした後、極限を求めさせるなどして、関数の値の極限についての直観的な理解を深めることも大切である。その際、コンピュータなどの情報機器を用いてグラフをかき、グラフの変化の様子と合わせて極限について考察することも考えられる。

数列や関数の値の極限に着目し、事象を数学的に捉え、コンピュータなどの情報機器を用いて極限を調べるなどして、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること（イ(ウ)）

具体的な事象について、漸化式を用いて表現したり、コンピュータなどの情報機器を用いたりして一般項や極限を調べ、問題解決したり、他の事象との関係を考察したりすることができるようにする。

例えば、「積み立てと複利計算」などを取り扱うことが考えられる。また、コッホ雪片やシェルピンスキーのギャスケットなどのフラクタル図形の周の長さや面積を求めることも考えられる。



これらの活動を通して、事象を数学的に捉え、問題解決をしたり、他の事象との関係を考察したりする力を伸ばす。

## (2) 微分法

### (2) 微分法

微分法について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、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) 微分可能性、関数の積及び商の導関数について理解し、関数の和、差、積及び商の導関数を求めること。

(イ) 合成関数の導関数について理解し、それを求めること。

(ウ) 三角関数、指数関数及び対数関数の導関数について理解し、それらを求めること。

(エ) 導関数を用いて、いろいろな曲線の接線の方程式を求めたり、いろいろな関数の値の増減、極大・極小、グラフの凹凸などを調べグラフの概形をかいたりすること。

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) 導関数の定義に基づき、三角関数、指数関数及び対数関数の導関数を考察すること。

(イ) 関数の連続性と微分可能性、関数とその導関数や第二次導関数の関係について考察すること。

(ウ) 関数の局所的な変化や大域的な変化に着目し、事象を数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること。

[用語・記号] 自然対数,  $e$ , 変曲点

[内容の取扱い]

(1) 内容の(2)のイのウについては、関連して直線上の点の運動や平面上の点の運動の速度及び加速度を扱うものとする。

「数学Ⅱ」の「(5) 微分・積分の考え」の「ア(ア)」では三次までの多項式関数を中心に、関数の定数倍、和及び差の導関数を求めること、導関数を用いて関数値の増減を調べグラフの概形をかいたりすることなどを取り扱い、関数とその導関数との関係を考察する力を養っている。また、「数学Ⅱ」の「(5) 微分・積分の考え」の「ア(イ)」では、平均変化率を基にして、微分係数が接線の傾きを表すことや、多項式関数について、そのグラフの接線の傾きを求めることを取り扱っている。

これらを踏まえ、「数学Ⅲ」では、微分の公式を発展させ、和、差、積、商及び合成関数の微分法を取り扱い、多項式関数だけでなく、分数関数、無理関数、三角関数、指数関数及び対数関数の導関数について理解できるようにする。また、これらの関数について、接線の方程式を求めたり、関数の値の増減、極大・極小、グラフの凹凸などを調べグラフの概形をかいたりできるようにするとともに、関数の局所的な変化や大域的な変化に着目し、事象を数学的に捉え、問題を解決する力を伸ばす。また、微分法の有用性を認識できるようにするとともに、微分法を速度・加速度などの考察にも活用できるようにする。接線と関連付けて、一次の近似式を取り扱うことも考えられる。

**微分可能性、関数の積及び商の導関数、合成関数の導関数について理解し、関数の和、差、積及び商の導関数、合成関数の導関数を求めること（ア（ア）（イ））**

関数の定数倍、和、差、積及び商の導関数の公式を導くとともに、微分係数が、 $x$ の増分と $y$ の増分の比の近似になっていることを踏まえて、合成関数の導関数の公式を導き、それらの公式を用いていろいろな関数の導関数が求められるようにする。

指導に当たっては、「数学Ⅱ」では、多項式関数のうち三次までのものを中心に扱っていることを踏まえ、まず、 $(x^n)' = nx^{n-1}$  ( $n$ は自然数)が成り立つこと及び一般の多項式関数の導関数の求め方を確認する。そして、商の導関数の公式により、 $n$ が任意の整数であってもこの公式が成り立つことや、合成関数の公式により $n$ が任意の有理数のときにも成り立つことを示し、分数関数や無理関数の導関数を求められるようにする。

なお、分数関数の導関数については、その計算が複雑になり過ぎない程度の関数を取り扱うよう配慮する。また、ここで逆関数の導関数を取り扱うことが考えられる。

**導関数の定義に基づき、三角関数、指数関数及び対数関数の導関数を考察して、理解し、それらを求めること（ア（ウ）、イ（ア））**

三角関数、指数関数及び対数関数の導関数について理解し、導関数を求めることができるようにする。

指導に当たっては、導関数の定義に基づいて導関数を導く活動を行うことが大切である。例えば、 $\sin x$  の導関数は、次の三角関数に関する極限の式

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1, \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos x}{x} = 0$$

及び三角関数の和を積に変換する公式を利用して導くことができる。 $\cos x$  の導関数も同様に導くことができるが、 $\cos x = \sin\left(x + \frac{\pi}{2}\right)$  を利用して導くこともできる。また、 $\tan x$  の導関数については、 $\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$  を利用して導く。

また、指数関数及び対数関数については、 $\lim_{x \rightarrow 0} (1+x)^{\frac{1}{x}} = e$  を用いて、対数関数の導関数を定義にしたがって導く。さらに、指数関数が対数関数の逆関数であることを用いると、指数関数の導関数を導くことができる。

このように、三角関数、指数関数及び対数関数の導関数については、定義に基づいて求められるようにし、それぞれの導関数について変化の様子などを考察できるようにする。

ここで対数微分法を扱うことも考えられる。

なお、自然対数の底  $e$  は、数学Ⅲではじめて取り扱う。その際、極限  $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$  及び  $\lim_{x \rightarrow 0} (1+x)^{\frac{1}{x}}$  が収束することを、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして直観的に理解させようとする。この式を、1年間の合計金利が一定のとき、1年、1月、1日、1分、…、と限りなく短い時間ごとに限りなく小さい期間で金利が発生するとしたら、預けたお金は何倍になるかを考えることと関連付けることで生徒の興味を高めることも考えられる。この極限值が  $e$  である。

関数の連続性と微分可能性、関数とその導関数や第二次導関数の関係について考察するとともに、導関数を用いて、いろいろな曲線の接線の方程式を求めたり、いろいろな関数の値の増減、極大・極小、グラフの凹凸などを調べグラフの概形をかいたりすること（ア（I）、イ（I））

「数学Ⅱ」では、微分係数の正・負の符号によって多項式関数の増加・減少を直観的に捉えている。関数値の増減は、最大・最小の問題とも結び付き、導関数の応用として中心的な位置を占めるものである。

関数の局所的性質について理解できるようにするために、事象の変化を微分係数と捉えることを題材にすることも考えられる。例えば、1辺が1.00cmの立方体の各辺の長さを、すべて0.03cmずつ長くしたときの立方体の体積を計算する。結果として、 $(1.03)^3 = 1.0927\text{cm}^3$  より、約  $1.09\text{cm}^3$  となるが、ここでは、微分を、立方体が膨張していくという

事象の変化と捉え微分係数が  $x$  の増分  $\Delta x$  に対する  $y$  の増分  $\Delta y$  の比の近似を与えていること、つまり近似的に  $\Delta y \doteq f'(x) \Delta x$  であることを理解できるようにする。

また、関数  $f(x) = |x|$  は、連続であるけれども  $x = 0$  において微分可能ではない。一方、

$$g(x) = \begin{cases} 0 & (x < 0) \\ x^2 & (x \geq 0) \end{cases}$$

を考えれば、 $g(x)$  は連続であり、 $x = 0$  においても微分可能である。このように、関数が連続であっても微分可能ではない点を含む関数の例や、いくつかの関数を組合せて作られた関数の例などを取り扱い、微分係数と座標平面上のグラフとの関係をより深く理解できるようにする。

「 $y' > 0$  ならば関数  $y$  は増加する」という事実は、平均値の定理を用いて示すことができる。ただし、指導においては、生徒の特性などに応じてコンピュータなどの情報機器を用いるなどして関数の接線を引き、関数の接線の傾きが変化していく様子と関連付けて考察することを通して直観的に理解できるようにすることも大切である。

関数の大域的性質について理解できるようにするために、関数のグラフの全体的な形状をより正確に捉える方法について考察する。ここでは、第二次導関数、変曲点やグラフの漸近線も取り扱う。また、導関数の値の意味を振り返り、第二次導関数の値が何を表すかを考察することを通して、関数のグラフの形状が特徴付けられることを理解できるようにする。また、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして関数のグラフをかき、導関数や第二次導関数によって知ることができる関数のグラフの形状との関係を考察し、関数のグラフのかき方の一般的な方法などについての理解を深めるようにする。

**関数の局所的な変化や大域的な変化に着目し、事象を数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること**  
**(イ (ウ) , [内容の取扱い] (1))**

事象を数学的に捉え、問題を解決することを通して、微分法の有用性を認識できるようにする。例えば、円柱型の缶の容積が一定のときに、缶の表面積を最小にするには、缶の底面の直径と高さの比をどのようにすればよいかを考える活動が考えられる。また、解決の過程を振り返り、新たな条件を付け加えるなどして缶の底面と直径と高さの比がどのように変化するかを考察することなどが考えられる。

また、[内容の取扱い] (1)にあるように、直線上の点の運動や平面上の点の運動について、速度及び加速度と点の位置を表す関数の導関数との関係を理解できるようにする。速度、加速度は、自然科学への応用として最も身近なものの一つである。ここでは、直線上の点の運動や平面上の点の運動が考察の対象となるが、動点の位置が時刻の関数となっている場合、速度、加速度の大きさや方向を視覚的にとらえるため、それをベク

トルで表すことが考えられる。ただし、ベクトルは「数学C」の「ベクトル」の内容であり、この内容を履修していないことも考えられるので、指導に当たっては配慮が必要である。

### (3) 積分法

#### (3) 積分法

積分法について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、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) 不定積分及び定積分の基本的な性質についての理解を深め、それらを用いて不定積分や定積分を求めること。

(イ) 置換積分法及び部分積分法について理解し、簡単な場合について、それらを用いて不定積分や定積分を求めること。

(ウ) 定積分を利用して、いろいろな曲線で囲まれた図形の面積や立体の体積及び曲線の長さなどを求めること。

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) 関数の式を多面的にみたり目的に応じて適切に変形したりして、いろいろな関数の不定積分や定積分を求める方法について考察すること。

(イ) 極限や定積分の考えを基に、立体の体積や曲線の長さなどを求める方法について考察すること。

(ウ) 微分と積分との関係に着目し、事象を数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること。

[内容の取扱い]

(2) 内容の(3)のアの(イ)については、置換積分法は  $ax+b=t$ ,  $x=a\sin\theta$  と置き換えるものを中心に扱うものとする。また、部分積分法は、簡単な関数について1回の適用で結果が得られるものを中心に扱うものとする。

微分法と同様に、「数学Ⅱ」の「(5) 微分・積分の考え」の内容を発展、拡充させて取り扱う。特に、積分法の基本的な性質や置換積分法及び部分積分法について理解できるようにするとともに、その有用性を認識し、図形の面積や立体の体積を求めることなどに活用できるようにする。不定積分の計算のために、例えば、分数関数を部分分数に分解したり、三角関数の積を和に直したりする公式などが必要になる場合には、適宜補充して指導する。

なお、平面上の曲線は「数学C」の「(2) 平面上の曲線と複素数平面」の内容であり、この内容を履修していないことも考えられるので、指導に当たっては配慮が必要である。

不定積分及び定積分の基本的な性質についての理解を深め、それらを用いて不定積分や定積分を求めること（ア（7））

「数学Ⅱ」の「(5) 微分・積分の考え」を踏まえ、不定積分及び定積分の意味や不定積分の線形性についてまとめるとともに、次のような定積分の基本的な性質を取り扱う。

$$\int_a^b f(x)dx = \int_a^b f(t)dt, \int_b^a f(x)dx = -\int_a^b f(x)dx$$

$$\int_a^b \{hf(x) + kg(x)\}dx = h\int_a^b f(x)dx + k\int_a^b g(x)dx \quad (h, k \text{ は定数})$$

「(2) 微分法」で、多項式関数、分数関数、無理関数、三角関数、指数関数及び対数関数などの微分を取り扱っている。これらの公式からいろいろな関数の不定積分の公式を導く。積分は微分の逆演算であるという考え方については、既に「数学Ⅱ」で取り扱っているが、ここで取り扱う題材の難易や考え方の深まりからみて、単に「数学Ⅱ」の延長上にあるというだけでなく、発展的な構成になっているという認識が必要である。

置換積分法及び部分積分法について理解し、簡単な場合について、それらを用いて不定積分や定積分を求めるとともに、関数の式を多面的にみたり目的に応じて適切に変形したりして、いろいろな関数の不定積分や定積分を求める方法について考察すること（ア（イ）、イ（7）、[内容の取扱い]（2））

合成関数の微分法から得られる置換積分法、積の微分法から得られる部分積分法を取り扱う。これらの方法を用いれば、直接は求めることができない不定積分や定積分が比較的簡単に求められる場合があることを理解し、簡単な場合について不定積分や定積分を求めることができるようにする。ただし、[内容の取扱い]（2）に示されているように、置換積分法は  $ax+b=t$ ,  $x = a \sin \theta$  と置き換える程度のもを中心に取り扱うものとする。また、部分積分法は、簡単な関数について1回の適用で結果が得られるものを中心に取り扱うものとする。

また、関数の式を多面的に見たり目的に応じて適切に変形したりして、いろいろな関数の不定積分や定積分を求める方法について考察する力を伸ばす。指導に当たっては、生徒の特性等を踏まえ、適切な問題に取り組みせるようにするとともに、式のどのような点に着目し、どのような変形や置き換えをすれば不定積分や定積分を求めることができるかを見通すことができるようにすることが大切である。そのような活動を行うことで、技能を身に付けるだけでなく、式変形などにおいても数学的な考え方のよさや面白さが感じられるようになると考えられる。

極限や定積分の考えを基に、立体の体積、曲線の長さなどを求める方法について考察するとともに、定積分を利用して、いろいろな曲線で囲まれた図形の面積や立体の体積、曲線の長さなどを求めること（ア（ウ）、イ（イ））

いろいろな曲線で囲まれた図形の面積や立体の体積、曲線の長さなどを求める方法について考察する力を伸ばす。

面積については、「数学Ⅱ」で簡単な二つの曲線で囲まれた図形の面積を取り扱っている。ここでは、いろいろな曲線で囲まれた図形の面積を求めることを取り扱う。また、サイクロイドのように、媒介変数で表された曲線によって囲まれた図形の面積を求めることも考えられる。

体積については、例えば、曲線で囲まれた図形の面積を求めた方法を基にして、簡単な角錐などの体積を求める方法について考察することが考えられる。さらに、閉区間  $[a, b]$  において、曲線  $y = f(x)$  と  $x$  軸とで囲まれた図形を  $x$  軸の回りに回転させてできる立体の体積  $V$  が次の公式で求められることを導く。

$$V = \pi \int_a^b \{f(x)\}^2 dx \quad (a < b)$$

また、曲線の長さについては、媒介変数表示された分かりやすい曲線を基に曲線の長さの求め方を考察する。ここで取り扱う曲線の例としては、円弧やサイクロイド、アステロイドなどが考えられる。なお、簡単な式で表される曲線であっても積分によってその長さを求められない場合があることに留意する。

指導に当たっては、いろいろな曲線で囲まれた図形の面積や立体の体積、曲線の長さなどを求める方法を別々の方法として取り扱うのではなく、それらの背景にある極限や定積分の考えの共通性などに着目できるようにすることが大切である。また、面積や体積に関連して、区分求積法の考えに基づいて定積分を理解できるようにしたり、それを基にして積分法の記号の意味を理解できるようにしたりすることも考えられる。

**微分と積分との関係に着目し、事象を数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること（イ（ウ））**

微分、積分はいろいろな場面で事象の変化などを説明するために用いられる。具体的に事象を数学的に捉え、問題を解決する力などを伸ばす。

例えば、次のような直線上または平面上の点の移動について取り扱うことが考えられる。

数直線上を運動している点  $P$  の座標を  $x$ 、速度を  $v$  とする。点  $P$  の時刻  $t$  における座標が  $x = f(t)$  で与えられるとき、 $v = f'(t)$  である。逆に、時刻  $t$  における速度  $v$  が  $t$  の関数として与えられたとき、時刻  $t_1$  から  $t_2$  までの点  $P$  の位置の変化は  $\int_{t_1}^{t_2} v dt$  で求められる。時刻

$t_1$  から  $t_2$  までの点  $P$  の道のりは、 $\int_{t_1}^{t_2} |v| dt$  で求められる。

また、平面上を運動している点  $Q(x, y)$  について、点  $Q$  の時刻  $t$  における座標が  $x = f(t)$ 、 $y = g(t)$  で与えられるとき、速度  $\vec{v} = (f'(t), g'(t))$  である。逆に、時刻  $t$  における速度  $\vec{v}$  の  $x$  成分と  $y$  成分が  $t$  の関数として与えられたとき、時刻  $t_1$  から  $t_2$  までの点  $P$  の道のりは、 $\int_{t_1}^{t_2} |\vec{v}| dt$  で求められる。

これらの考察に当たってはベクトルを用いることになるが、ベクトルは「数学C」の内容であり、この内容を履修していないことも考えられるので、指導に当たっては配慮が必要である。

#### [課題学習]

(1)から(3)までの内容又はそれらを相互に関連付けた内容を生活と関連付けたり発展させたりするなどした課題を設け、生徒の主体的な学習を促し、数学のよさを認識させ、学習意欲を含めた数学的に考える資質・能力を高めるようにする。

#### [内容の取扱い]

(3) 課題学習については、それぞれの内容との関連を踏まえ、学習効果を高めるよう指導計画に適切に位置付けるものとする。

課題学習の実施については、「数学Ⅰ」及び「数学Ⅱ」での取扱いと同様に「数学Ⅲ」においても、(1)から(3)までのそれぞれの内容と関連する課題を設け、適切な時期や場面を考慮し、指導計画に適切に位置付ける。各内容の学習の早い時期に位置付けることも考えられる。

課題については、各内容で学習する内容を総合したり日常の事象や他教科等での学習に関連付けたりするなどして見いだされるものや、生徒の疑問をもとにしたものなどを設定する。

通常の授業においても生徒の「主体的・対話的で深い学び」として数学的活動を充実させていくことが求められており、課題学習では一層その実現を図ることが重要である。例えば、課題を理解する、結果を予想する、解決の方向を構想する、解決する、解決の過程を振り返ってよりよい解決方法を考えたり、さらに課題を発展させたりする、という一連の過程に沿って、必要な場面で適切な指導を工夫するとともに、適宜自分の考えを発表したり議論したりするなどの活動を取り入れるよう配慮する。

#### 課題学習の例

ここでは、課題学習の例を、(1)から(3)までの内容ごとに示す。

#### <極限>

数列の極限を事象の考察に活用できるようにする。

例えば、 $\sqrt{2}$  が漸化式  $a_{n+1} = \frac{a_n}{2} + \frac{1}{a_n}$ ,  $a_1 = 2$  で定義される数列  $\{a_n\}$  の極限であることを用いて、 $\sqrt{2}$  の近似値を求めることを取り扱う。この応用として、ニュートン法による方程式の解の近似計算について文献により調査してみる。関数  $f(x)$  に関するニュートン法とは、適

切な初項  $a_1$  を選び、漸化式  $a_{n+1} = a_n \cdot \frac{f(a_n)}{f'(a_n)}$  によって定義される数列の極限を考えるこ

とにより、方程式  $f(x)=0$  の解の1つを近似的に求める方法である。

$f(x)=x^2-2$  とすれば前述の漸化式を得ることができる。コンピュータなどの情報機器を用いて、実際に方程式の解の近似計算をするプログラムを制作することも考えられる。発展的には、3次以上の方程式の解の近似値を求めたり、初項の選び方によって収束値が変わるかどうかの考察を行ったりすることが考えられる。

### <微分法>

$\lim_{x \rightarrow +0} x \log x$  が収束することを検証してみる。コンピュータなどの情報機器を用いて、極限値の近似値を求めてみることにより、極限値が0であることを推測する。そののち、この収束に関する証明方法を文献により調査する。その過程において「ロピタルの定理」について調査し、その定理の内容を理解してこの極限値を求めるのに役立つかどうかを検討する。発展として、ロピタルの定理で証明できる他の極限の問題を求めたり、 $\lim_{x \rightarrow +0} x^x = 1$  であることの証明を考えたりすることが考えられる。

さらに次のような例も考えられる。

右図のような、バスや家のクローゼットの扉に用いられる「折り戸」の可動領域（通過領域）を考察させる。このことを通して、微分法の有用性を実感させることが考えられる。考察に当たっては、右下図のように、 $OP = PQ = a$ （一定）を満たす線分  $OP$  と  $PQ$  が、点  $Q$  が  $x$  軸上を原点から点  $(2a, 0)$  まで動くとき、どのような領域を通過するかという問題の設定が重要になる。

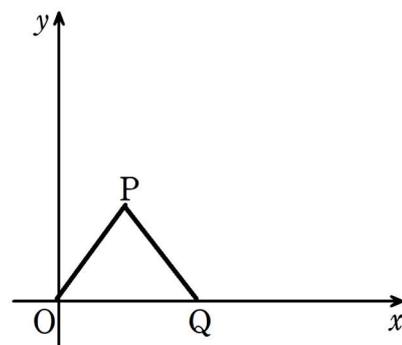


明らかに、線分  $OP$  の通過領域は半径  $a$  の円の内部である。一方、線分  $PQ$  の通過領域の境界線を求めるためには、線分  $PQ$  を  $P$  の側に延長した半直線と  $y$  軸との交点を  $R$  として、つねに  $QR = 2a$  を満たすような線分  $QR$  の通過領域として考える。このとき、 $\angle OQR = \theta$  とすると、 $Q(2a \cos \theta, 0)$ 、 $R(0, 2a \sin \theta)$  であるから、線分  $QR$  の方程式は、

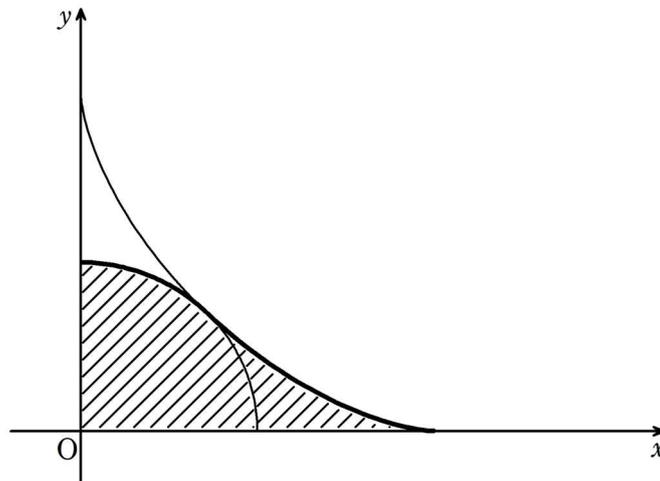
$\frac{x}{2a \cos \theta} + \frac{y}{2a \sin \theta} = 1$  となり、これと直線  $x = k$ （定数）との交点の  $y$  座標は、 $y = 2a \sin \theta - k \tan \theta$  である。これを  $\theta$  によって微分することにより最大値を考

えると、 $y \leq 2a \left\{ 1 - \left( \frac{k}{2a} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^{\frac{3}{2}}$  を得る。したがって、線

分  $QR$  は直線  $x = k$  上の  $0 \leq y \leq 2a \left\{ 1 - \left( \frac{k}{2a} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^{\frac{3}{2}}$  の範囲



を通過するから、通過領域の境界線は  $y=2a\left\{1-\left(\frac{x}{2a}\right)^{\frac{2}{3}}\right\}^{\frac{3}{2}}$  すなわち  $x^{\frac{2}{3}}+y^{\frac{2}{3}}=(2a)^{\frac{2}{3}}$  となり、アステロイドであることが分かる。



これら具体的な数式による表現は、あらかじめ、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして、そのイメージを捉えた後に考えるようにすることもできる。

なお、この事例は、数学Cの「(2) 平面上の曲線と複素数平面」を学習している場合においては、曲線の媒介変数表示の考え方を用いることによって、一層体系的な理解が期待できる。

### <積分法>

調和級数  $\frac{1}{1}+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\dots$  は発散する級数であるが、そのことの証明について考える。

第1の方法として、調和級数の項をいくつかごとに群に区切り、群ごとに和を取ることにより級数の発散を示すことができるかどうかを考察する。

第2の方法として、定積分  $\int_1^n \frac{1}{x} dx$  との関係について文献を調査してみる。調和級数の部分和とこの定積分との大小関係を比較する方法について考え、その上で、この定積分における  $n$  を大きくすることにより、定積分の値がどのようになるかを観察する。この発展として、バーゼル問題  $\frac{1}{1}+\frac{1}{4}+\frac{1}{9}+\dots$  が収束することの理由を考察することが考えられる。

他に、球の表面積を定積分を利用して導くことが考えられる。

## 第4節 数学A

### 1 性 格

この科目は、「数学I」との並行履修又は「数学I」の後の履修を原則としている。この科目は、中学校数学の内容を踏まえ「数学I」の内容などを補完するとともに、事象を数学的に考える資質・能力を培い、数学のよさを認識できるようにするため、「(1) 図形の性質」、「(2) 場合の数と確率」及び「(3) 数学と人間の活動」の三つの内容で構成している。三つの内容のすべてを履修させるときは3単位程度を要するが、標準単位数は2単位であり、生徒の特性や学校の実態、単位数等に応じて内容を適宜選択させることとしている。

指導に当たっては、履修目的に沿って、履修内容や履修順序、単位数を適切に定めるとともに、各科目間の内容相互の関連と学習の系統性を十分に図り、生徒の多様な特性などに対応できるようにすることが大切である。

### 2 目 標

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 図形の性質、場合の数と確率についての基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、数学と人間の活動の関係について認識を深め、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。
- (2) 図形の構成要素間関係などに着目し、図形の性質を見だし、論理的に考察する力、不確実な事象に着目し、確率の性質などに基づいて事象の起こりやすさを判断する力、数学と人間の活動との関わりに着目し、事象に数学の構造を見だし、数理的に考察する力を養う。
- (3) 数学のよさを認識し数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う。

#### (1) 知識及び技能

「知識及び技能」に関しては、それを身に付ける過程において、「思考力、判断力、表現力等」とともに習得されるものであることに留意する必要がある。身に付ける過程の質によって、個々の生徒が得る「知識及び技能」の質が決まるからである。

「知識」に関しては、学習するそれぞれの内容についての基礎的な概念や原理・法則などを確実に理解することが重要である。そのために、新しく学習する概念や原理・法則などを与えるのではなく、数学的活動を一層重視し、既習の知識と関連付け、より深く体系的に理解できるようにする。例えば、確率の意味や基本的な法則などについて理解するときには、中学校第1学年で、多数の観察や多数回の試行によって得られる確率の必要性和意味を、第2学年で、場合の数を基にして得られる確率の必要性和意味を学習していることを踏まえ、頻度確率と論理的な確率を対比させながら、その理解をより

深めていく。

また、「技能」に関しては、学習するそれぞれの内容について、「数学 I」での学習などを踏まえ、問題発見・解決の過程を一層自立的に遂行できるようにするために、その基礎をなす技能を身に付けることができるようにする。例えば、「場合の数と確率」の学習では、1から7までの数字を書いた7枚のカードから勝手に2枚のカードを選んで作られる2桁の整数の総数を求めた後、カードに書かれている数字を変えたり作られる整数の桁数を変えたりして、自ら問題を見いだして解決するために必要な技能を身に付けることができるようにする。

## (2) 思考力, 判断力, 表現力等

「数学A」において育成を目指す「思考力, 判断力, 表現力等」に関わる資質・能力を具体的に示している。

例えば、「(1) 図形の性質」では、図形の構成要素の関係などに着目し、新たな図形の性質を見だし、論理的に考察したり説明したりできるようにするとともに、図形の性質や作図について統合的・発展的に考察できるようにする。「(2) 場合の数と確率」では、事象の構造、確率の性質や法則に着目し、場合の数や確率を求める方法を多面的に考察したり、確率の性質などに基づいて事象の起こりやすさを判断したり、期待値を意思決定に活用したりできるようにする。「(3) 数学と人間の活動」では、数量や図形に関する概念などを、関心に基づいて発展させて考察したり、身近な遊びなどに数学的な要素を見だし、目的に応じて数学を活用して考察したりできるようにする。

## (3) 学びに向かう力, 人間性等

「数学A」の目標(3)では、育成を目指す「学びに向かう力, 人間性等」に関わる資質・能力を、「数学のよさを認識し数学を活用しようとする態度, 粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度, 問題解決の過程を振り返って考察を深めたり, 評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う」としている。

「学びに向かう力, 人間性等」に関わる資質・能力は、「知識及び技能」と「思考力, 判断力, 表現力等」の資質・能力を、どのような方向性で働かせていくかを決定付ける重要な要素であるとともに、これら二つの資質・能力に支えられているものでもある。目標(3)に述べられている資質・能力を養うことは「数学I」でも重視されており、本科目においては、それを補完するとともに、一層高めていく。

### 3 内容と内容の取扱い

#### (1) 図形の性質

##### (1) 図形の性質

図形の性質について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、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) 三角形に関する基本的な性質について理解すること。

(イ) 円に関する基本的な性質について理解すること。

(ウ) 空間図形に関する基本的な性質について理解すること。

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) 図形の構成要素間の関係や既に学習した図形の性質に着目し、図形の新たな性質を見だし、その性質について論理的に考察したり説明したりすること。

(イ) コンピュータなどの情報機器を用いて図形を表すなどして、図形の性質や作図について統一的・発展的に考察すること。

中学校第1学年では、平面図形に関して、図形の性質に着目し、基本的な作図の方法を考察し表現する力、図形の移動に着目し、二つの図形の関係について考察し表現する力、基本的な作図や図形の移動を具体的な場面で活用する力を養っている。具体的には、角の二等分線、線分の垂直二等分線、垂線など基本的な作図の方法を、図形の対称性に着目したり、図形を決定する要素に着目したりして考察し表現している。また、空間図形に関しては、空間図形を直線や平面図形の運動によって構成されるものと捉えたり、空間図形を平面上に表現して平面上の表現から空間図形の性質を見いだしたりする力や、立体図形の表面積や体積の求め方を考察し表現する力を養っている。

第2学年では、数学的な推論の過程に着目し、図形の性質や関係を論理的に考察し表現する力を養っている。今回の改訂により、推測や命題が常に成り立つとは限らないことを示すために、反例について用語とともに取り扱っている。

第3学年では、観察や操作、実験などの活動を通して、三角形の相似条件などを基にして図形の基本的な性質を論理的に確かめたり、平行線と線分の比についての性質や円周角と中心角の関係、三平方の定理を見だし、それらを確かめたりする力や、それらの性質や関係を具体的な場面で活用する力を養っている。

「数学A」では、これらを踏まえ、三角形の性質や円の性質など平面図形に関する基本的な性質についての理解を深め、それらを事象の考察に活用できるようにするとともに、図形の新たな性質を見だし、その性質について論理的に考察したり説明したりする力を培う。また、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして、図形の性質や作図について、統一的・発展的に考察できるようにする。さらに、空間における直線や平面についての基本的な性質について理解し、それらを身近な事象の考察に活用できるようにする。

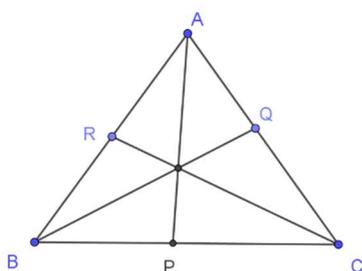
三角形や円に関する基本的な性質について理解するとともに、図形の構成要素間の関係や既に学習した図形の性質に着目し、図形の新たな性質を見だし、その性質について論理的に考察したり説明したりすること（ア(7)、イ(7)、イ(7)）

三角形の性質については、中学校では、第2学年で平行線や角の性質、三角形の合同条件を取り扱い、第3学年で三角形の相似条件や三平方の定理を取り扱っている。円の性質については、中学校では、第3学年で円の半径と接線の関係、円周角と中心角の関係を取り扱っている。

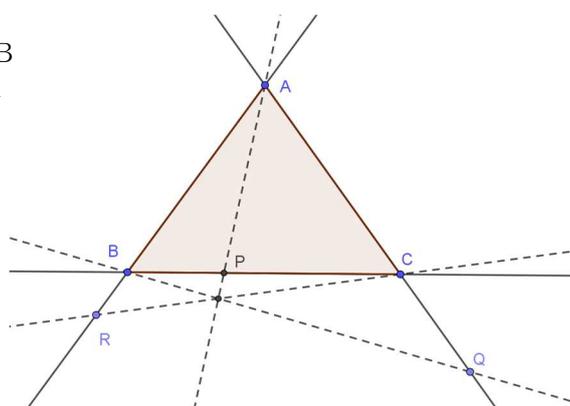
ここでは、三角形や円に関する基本的な性質について理解できるようにするとともに、図形の構成要素間の関係や既に学習した図形の性質に着目し、新たな図形の性質を見だし、論理的に考察したり説明したりする力や、得られた結果を基に批判的に検討し、体系的に組み立てたり、統合的・発展的に考察する力を培う。

例えば、三角形の性質について、面積比と線分比の関係をを用いてチェバの定理が成り立つことや、平行線の性質や三角形の相似などを用いてメネラウスの定理が成り立つことを見だし、論理的に考察したり説明したりさせることなどが考えられる。指導に当たっては、それぞれの定理の逆が成り立つかどうかを考えたり、次の図のように条件を見直し定理を拡張したりするなど、統合的・発展的に考察することが大切である。

【チェバの定理】

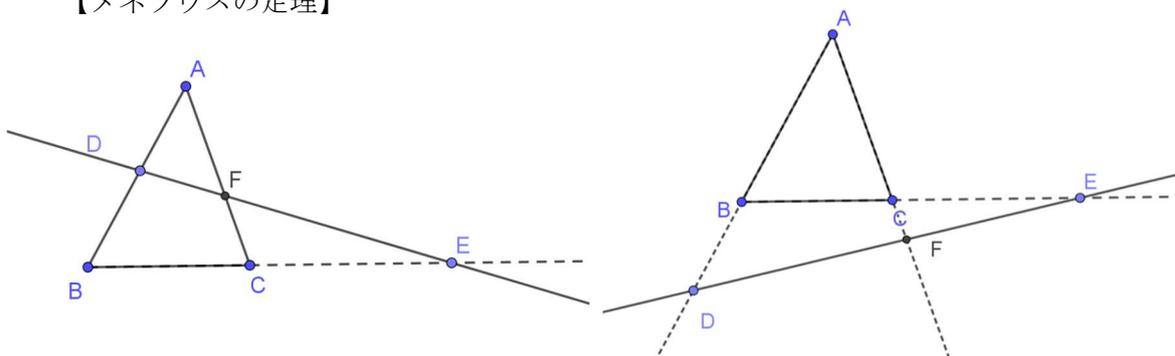


$\triangle ABC$ の辺BC, CA, AB上に3点P, Q, Rがある場合



左図のP, Q, Rのうちのいずれか2点がそれぞれの辺の延長上にある場合

【メネラウスの定理】



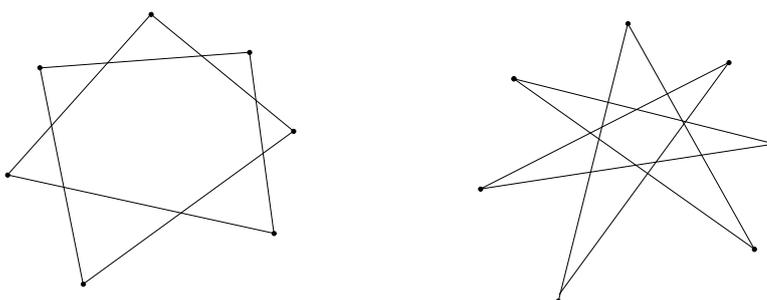
$\triangle ABC$ の辺  $AB$ ,  $AC$  上に2点  $D$ ,  $F$  がある場合

左図の  $D$ ,  $F$  がそれぞれの辺の延長上にある場合

これらの他に、三角形が成立するための条件や、外角の場合も含めた角の二等分線と辺の比の関係、重心、内心、外心などの性質などを理解できるようにし、これらを用いて、図形の性質を考察することが考えられる。

円の性質については、円周角の定理の逆、円に内接する四角形の性質及び四角形が円に内接するための条件、円の接線と接点を通る弦とのなす角の性質、方べきの定理及び2円の位置関係やそれらの共通接線などを理解できるようにするとともに、これらを図形の性質の考察に活用できるようにする。

例えば、下の図のような星形七角形の先端の角の和について考察することが考えられる。これらの指導に当たっては、一つの円周上に7つの頂点をとって考えてもよいことを見いだし、円周角の定理や円に内接する四角形の性質などを用いることや、一連の思考過程を振り返り、星形五角形、六角形、八角形などについて発展的に考察させたり、得られた結果をもとに、多角形の内角の和について統合的に捉えたりすることも大切である。



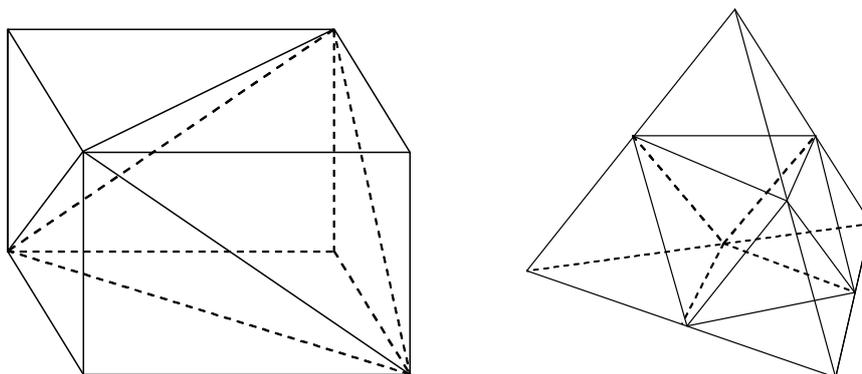
空間図形に関する基本的な性質について理解するとともに、図形の構成要素間の関係や既に学習した図形の性質に着目し、図形の性質の新たな性質を見いだし、その性質について論理的に考察したり説明したりすること（ア(ウ), イ(ア)）

空間図形の性質については、中学校では、第1学年で空間における直線や平面の位置関係、空間図形の構成と投影図、柱体や錐体及び球の表面積と体積を取り扱っている。

ここでは、2直線や2平面の位置関係や直線と平面の位置関係に関する基本的な性質を理解できるようにするとともに、これらの性質を図形の考察に活用できるようにする。

例えば、直方体の3頂点を通る平面で直方体を切ったときに四面体ができることを発展させ、四面体の頂点と各辺の内分点を通る平面で四面体を切ったときに八面体ができることなどを論理的に考察し説明することが考えられる。また、球に対して方べきの定理を適用し、統合的・発展的に考察したりすることが考えられる。

このような活動を通して、空間認識力を高めたり、空間図形の中に平面図形を見だし、図形の性質を統合的・発展的に考察したりする力を培う。



#### コンピュータなどの情報機器を用いて図形を表すなどして、図形の性質や作図について統合的・発展的に考察すること（イ(イ)）

ここでは、幾何に関するソフトウェアなどを用いて、図形の性質を予想したり確かめたりしてその性質が成り立つ理由を探り、コンピュータを利用する意義を理解できるようにする。また、図形の性質や作図について統合的・発展的に考察する力を培う。ア(ウ)と関連付けて空間図形を任意に回転移動させることができるソフトウェアなどを利用して、空間図形のどの要素に着目するか、どの方向から見るかといった洞察力を培うことも考えられる。

作図については、中学校では、第1学年で角の二等分線、線分の垂直二等分線、垂線、円の接線などの「基本的な作図の方法とその活用」を取り扱っている。このことを踏まえ、ここでは、円の外部の1点を通る円の接線の作図、線分を与えられた比に内分する点や外分する点の作図、正五角形の作図、3本の平行な直線  $l$ ,  $m$ ,  $n$  上のそれぞれに頂点をもつ正三角形の作図、与えられた三角形に内接する正三角形の作図などを取り扱うことが考えられる。指導に当たっては、作図の技能そのものよりも、どのような性質に着目して作図を行うべきか方針を立てたり、作図の過程を振り返って、作図した図形上の点がすべて条件に適しているか、条件を満たす場合が他にないかを図形の性質に立ち返って確認したりすることが大切である。その際、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして、作図の方針を立てたり、考えた作図がどのような状況においても成立する普遍的なものであるかを考察したりすることも考えられる。

さらに、作図においても、条件を見直し、統合的・発展的に考察することが大切である。例えば、3本の平行な直線  $l$ ,  $m$ ,  $n$  上のそれぞれに頂点をもつ正三角形の作図について考えた後に、3つの同心円のそれぞれに頂点をもつ正三角形の作図を考えたりすることや、与えられた三角形に内接する正三角形の作図について考えた後に、与えられた四角形に外接する正方形の作図を考えたりすることも考えられる。

## (2) 場合の数と確率

### (2) 場合の数と確率

場合の数と確率について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、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) 集合の要素の個数に関する基本的な関係や和の法則、積の法則などの数え上げの原則について理解すること。

(イ) 具体的な事象を基に順列及び組合せの意味を理解し、順列の総数や組合せの総数を求めること。

(ウ) 確率の意味や基本的な法則についての理解を深め、それらを用いて事象の確率や期待値を求めること。

(エ) 独立な試行の意味を理解し、独立な試行の確率を求めること。

(オ) 条件付き確率の意味を理解し、簡単な場合について条件付き確率を求めること。

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) 事象の構造などに着目し、場合の数を求める方法を多面的に考察すること。

(イ) 確率の性質や法則に着目し、確率を求める方法を多面的に考察すること。

(ウ) 確率の性質などに基づいて事象の起こりやすさを判断したり、期待値を意思決定に活用したりすること。

[用語・記号]  ${}_nP_r$ ,  ${}_nC_r$ , 階乗,  $n!$ , 排反

### [内容の取扱い]

(2) 内容の (2) のアの (ウ) 及び (オ) 並びにイの (イ) の確率については、論理的な確率及び頻度確率を扱うものとする。

場合の数と確率に関しては、中学校第1学年において、相対度数は、全体（総度数）に対する部分（各階級の度数）の割合を示す値で、各階級の頻度とみなされることや、多数の観察や多数回の試行の結果を基にして、不確実な事象の起こりやすさの傾向を読み取り表現する力などを養っている。さらに、第2学年では、同様に確からしいことに着目し、確率を求める方法を考察するとともに、確率を用いて不確実な事象を捉え考察し表現する力を養っている。具体的には、不確実な事象を取り扱うというこの領域の特質に配慮し、

正解を求めることができるということだけでなく、生徒が自分の予測や判断について根拠を明らかにして説明できるようにすることを大切にしている。例えば、「確率が  $1/6$  である」ことを求めるだけでなく、「確率が  $1/6$  である」ことの意味を理解し、それに基づいて「確率が  $1/6$  だから…」と判断したり説明したりすることができるようにしている。

「数学A」では、これらを踏まえ、確率の意味や基本的な法則についての理解を深めるとともに、それらに基づいて不確実な事象の起こりやすさを判断したり、期待値を意思決定に活用したりする力などを培う。なお、従前、「数学B」で取り扱われていた期待値は「数学A」で取り扱うことに留意する。

また、本科目の「(2) 場合の数と確率」を含め統計的な内容は、共通教科情報の「情報I」の「(3) コンピュータとプログラミング」のモデル化やシミュレーションとの関連が深く、生徒の特性や学校の実態等に応じて、教育課程を工夫するなど相互の内容の関連を図ることも大切である。

**集合の要素の個数に関する基本的な関係や和の法則、積の法則などの数え上げの原則について理解するとともに、具体的な事象を基に順列及び組合せの意味を理解し、事象の構造などに着目して場合の数を求める方法を多面的に考察し、順列の総数や組合せの総数を求めること（ア(7)(イ)、イ(7)）**

小学校算数科では、第6学年において、具体的な事柄について、起こり得る場合を順序よく整理して調べることを取り扱っている。また、中学校第2学年では、樹形図などを利用して起こり得るすべての場合を列挙することができる程度の事象について、起こり得る場合を順序よく整理し数え上げることによって確率を求めることを取り扱っている。

「数学A」では、これらを基に、場合の数をもれなく重複なく数え上げる上での基本的な考え方を「数え上げの原則」として整理する。例えば、あるものに着目して分類・整理したり、より分かりやすいものと1対1に対応付けたり、規則に基づき数の列をつくったりするなどである。これらが場合の数を求める方法を多面的に考察する基礎となる。

その上で、具体的な事象に関する場合の数を樹形図や表に整理して調べる方法を考察することを通して、順列・組合せの総数の求め方の公式を導く。

また、 ${}_nC_r = {}_nC_{n-r}$  などの関係式の指導に当たっても、具体的な場合の数を求める過程などでそれらの性質を見だし、それを一般化させることが大切である。さらに、円順列、重複順列、同じものを含む順列などを取り扱う場合の指導に当たっても、公式を導く過程を振り返らせどのような見方や考え方をしたのかを確認して、そこで働く数学的な見方・考え方に着目できるようにすることが大切である。

なお、集合の要素の個数に関する次の公式もここで取り扱う。

$$n(A \cup B) = n(A) + n(B) - n(A \cap B)$$

特に、 $A \cap B = \phi$  ならば  $n(A \cup B) = n(A) + n(B)$

**確率の意味や基本的な法則についての理解を深め、それらを用いて事象の確率や期待値を求めること（ア(7)、[内容の取扱い](2)）**

確率の捉え方についてはいくつかの考えがあり、例えば、頻度確率、論理的な確率、主観確率、公理的確率などがあげられる。急速に発展しつつある情報化社会では、不確実な事象に対して、データの傾向を読み取って判断や意思決定をすることが求められている。このような社会では、論理的な確率に加えて、頻度確率や主観確率の重要性も高まっている。頻度確率とは、確率を一様な実験を無限回繰り返したときの相対頻度の極限と考えるものである。例えば、さいころの1の目が出る確率は、「さいころを無限回投げたときに1の目が出る頻度」となり、大数の法則により、その値が $1/6$ になると考えられる。論理的な確率は、根元事象が同様に確からしいとき、

$$\frac{\text{事象 A に含まれる根源事象の数}}{\text{全ての根源事象の数}}$$

と考えるもので、古典的確率と言うこともある。主観確率は、確率を事象の生起に関する信念の度合いを表現したものでデータの観測とは無関係に先験的に設定できるものとする。ベイズ推定は主観確率を用いて行われている。また、「同様に確からしい」ということは、いわば主観的に、論理的に判断されたものと考え、論理的な確率も、主観確率の特殊な場合とみなすこともある。このような主観確率に対して、頻度確率は「客観確率」と言われることがある。ただし、頻度確率が前提とする一様な実験、すなわちまったく同じ条件下での実験や観察を無限回繰り返すことは不可能であり、実際には、多数回の観察や試行によって得られる標本における相対度数が確率の推定として用いられる。

ここで述べたような確率の捉え方に対する代表的な立場を知った上で指導に当たることは、生徒の確率の意味の理解を深める上で有用であると考えられる。

ここでは、論理的な確率及び頻度確率を取り扱う。例えば、中学校で学習した、さいころの1の目が出る確率の意味について振り返って考察させることが考えられる。中学校第1学年では、多数の観察や多数回の試行によって得られる確率として、ある事象の起こる回数の割合はある安定した値をとるという傾向、すなわち「大数の法則」をもとにして理解することが求められている。これに対して、中学校第2学年では、同様に確からしいことに着目し、 $1/6$ であることを学習している。前者が頻度確率であり、後者は論理的な確率である。

なお、確率の性質や法則としては、次のものを取り扱うことが考えられる。

- ① 任意の事象 A について  $0 \leq P(A) \leq 1$
- ② 空事象  $\phi$  の確率は、 $P(\phi) = 0$   
全事象 U の確率 P は、 $P(U) = 1$
- ③ 事象 A, B が互いに排反であるとき  $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$
- ④ 事象 A の余事象の確率  $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$

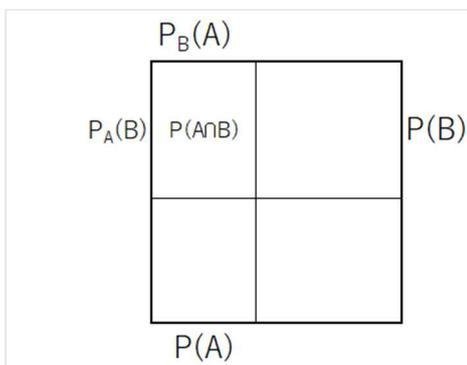
独立な試行や条件付き確率の意味を理解するとともに、確率の性質や法則に着目して確率を求める方法を多面的に考察し、独立な試行の確率や簡単な場合についての条件付き確率

### を求めること(ア(エ)(オ), イ(イ))

確率の性質や法則を用いて、ある事象が起こる蓋然性・確からしさを数量的に捉えるにはどのように考察し処理したらよいかを多面的に考察する力を培う。

独立な試行は、二つの試行の結果がお互いに影響を及ぼし合わない試行でのことであり、独立な試行 S, T を行うとき、試行 S では事象 A が起こり、試行 T では事象 B が起こるという事象 C の確率は、 $P(C)=P(A)P(B)$  (確率の乗法定理) となる。このことを用いて、様々な独立な試行の確率を求めることができるようにする。

また、事象の構造が分かりやすい簡単な場合について、条件付き確率を求めることができるようにする。条件付き確率の指導に当たっては、具体例や図を通して、その意味を理解できるようにすることが大切である。例えば、論理的な確率においては、条件付き確率は、すべての根元事象の起こる確率が等しければ、場合の数の数え上げに帰着して考えることができることを、具体例を通して見いださせたり、次のような図に表して考えさせたりすることが考えられる。



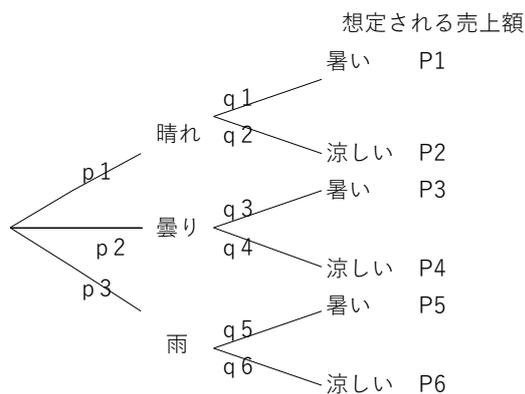
$$P(A \cap B) = P(A) P_A(B) = P(B) P_B(A) \quad (P(A) \neq 0)$$

なお、この条件付き確率の式 (一般的な確率の乗法定理) は、原因となる事象が生じた際に結果が生じる確率を計算する方法として、すべての確率に対して基本的な考え方となる。また、この式は、結果が生じたときに原因が生じている主観確率を計算するベイズの定理を導く基になる考え方でもあり、次のようなベイズ統計の基本的な考え方を知った上で指導に当たることも、生徒の確率の意味の理解を深めるために有用であると考えられる。

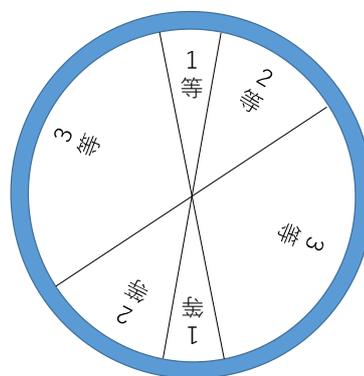
まず、データを観測する前に関心のある事象に主観確率 (事前確率) を与え、関心のある事象が生じた下での観測データが出現する客観的条件付き確率 (標本確率) を求めて乗法定理に基づき掛け算をする。それを用いて、関心のある事象のデータ観測という条件付き主観確率 (事後確率) を推定する。これがベイズ統計の基になる考え方である。

確率の性質などに基づいて事象の起こりやすさを判断したり、期待値を意思決定に活用したりすること(イ(ウ))

日常生活や社会生活における不確実な事象には、同様に確からしい事象は少ない。したがって、データの相対度数を確率とみなしたり、自ら確率を仮定したりし、それをもとに複雑な事象の確率や期待値を求め、それを解釈するという一連の過程を遂行できるようにする。例えば、ある店で、1週間後に行われるイベントに向けて、アイスクリームをどのくらい仕入れるかを考える場面を取り扱うことが考えられる。このとき、右のような図をかいて、 $p_1 \sim p_3$ 、 $q_1 \sim q_6$ の値を変えながら売上の期待値の変化や、どの確率が期待値にもっとも影響があるかを調べる



さらに、確率を面積比で考えることを取り扱うことが考えられる。例えば、右のようなルーレットで、1等、2等、3等が出る確率は面積比で考えることができ、各賞に賞金を決めれば期待値も計算できる。



指導に当たっては、日常の事象や社会の事象に対して、このような考えを適用し判断や意思決定をする場面を設定することが大切である。このように、確率の学習においても、事象を数学化したり、数学的に解釈したりする力を培うようにする。

### (3) 数学と人間の活動

#### (3) 数学と人間の活動

数学と人間の活動について、数学的活動を通して、それらを数理的に考察することの有用性を認識するとともに、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) 数量や図形に関する概念などと人間の活動との関わりについて理解すること。

(イ) 数学史的な話題、数理的なゲームやパズルなどを通して、数学と文化との関わりについての理解を深めること。

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) 数量や図形に関する概念などを、関心に基づいて発展させ考察すること。

(イ) パズルなどに数学的な要素を見だし、目的に応じて数学を活用して考察すること。

[内容の取扱い]

- (3) 内容の(3)の指導に当たっては、数学的活動を一層重視し、生徒の関心や多様な考えを生かした学習が行われるよう配慮するものとする。
- (4) 内容の(3)のアでは、整数の約数や倍数、ユークリッドの互除法や二進法、平面や空間において点の位置を表す座標の考え方などについても扱うものとする。

この内容は、従前の「数学活用」の趣旨を生かし、その内容の「(1) 数学と人間の活動」をさらに発展させた内容である。数学が文化と密接に関わりながら発展してきたことを踏まえ、数学的な見方や考え方、数学的な表現や処理、数学的活動や思索することの楽しさなどに焦点を当て、数理的に考察することの有用性や数学のよさを認識できるようにするとともに、統合的・発展的に考察する力や、事象を数理的に考察する力、数学を積極的に活用する態度などを培う。指導に当たっては、このねらいを十分達成できると考えられる教材を、生徒の特性や学習履歴などを踏まえて適切に取り上げることが大切である。

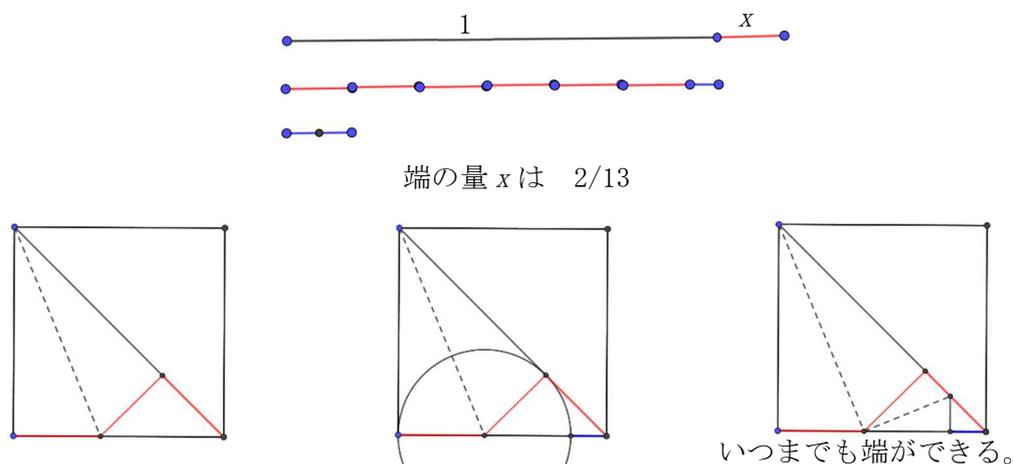
**数量や図形に関する概念などと人間の活動の関わりについて理解するとともに、数量や図形に関する概念などを、関心に基づいて発展させ考察する（ア(7)、イ(7)、[内容の取扱い](3)(4)）**

数学の起源に関わる人間の活動には、数える、測る、位置を示す、設計する、遊ぶ、説明するなどがあると言われる。これらの活動には、一方で文化的、社会的、歴史的な背景が存在し、他方では社会や文化を越えた共通性が見られる。数学がこのような人間の活動との関わりの中でつくられ発展してきたことや、数学を文化との関連から捉えることは、それ自身重要であるが、数学をより身近なものとして感じとらせ、数学に対する興味や関心を高めるための有効な方法の一つでもある。ここでは、数量や図形に関する概念などと人間の活動の関わりについて理解するとともに、それらに関心に基づいて発展的に考察できるようにする。

例えば、「数える」という活動に焦点を当て、記数法に関する話題を取り扱うことが考えられる。現在私たちが用いている10進位取り記数法が普及するまでには、長い年月をかけた様々な変遷があった。このようなことから、例えば、古代のエジプトやローマにおける記数法、中国における漢数字などを題材として、「0」の果たす役割の大きさについて理解できるようにする。また、バビロニアでは60進法の考えが用いられていたことなどを取り扱ったり、これらのことに関連して、循環小数や、コンピュータと2進法との関係などを取り扱ったりすることも考えられる。

また、「測る」という活動に焦点を当て、測量に関する話題を取り扱うことが考えられる。測量は、領土の確定や建造物の建築、航海の進路推定、暦の作成を目的に、それぞれの対象に応じて発展してきた。このようなことから、例えば、古代のエジプトの測量、大航海時代の測量、日本の江戸時代の測量などを題材として、図形の性質や三角比を用いた測量の方法について理解を深めることが考えられる。他に、ユークリッドの互除法を、下の図

のように端の量を測る方法や、1辺が1の正方形の対角線の長さが分数で表せないことの説明と関連付けて取り扱うことも考えられる。あわせて、ユークリッドの互除法が公約量を求めるアルゴリズムであることを理解できるようにした上で、2つの整数の公約数を求めたり、一次不定方程式の整数解を求めたりすることも考えられる。



さらに、「位置を示す」という活動に焦点を当て、平面や空間において点の位置を表す座標の考え方を取り扱うことが考えられる。空間の点の位置を表す座標は、平面上の点の位置を表す座標を自然に拡張したものであることを理解できるようにする。また、このことに関連して、全地球測位システム (GPS) やコンピュータグラフィックスの話題を取り上げ、身近な科学技術の背後で数学が役立っていることを理解できるようにすることも考えられる。

**数学史的な話題、数理的なゲームやパズルなどを通して、数学と文化との関わりについての理解を深めるとともに、パズルなどに数学的な要素を見だし、目的に応じて数学を活用して考察すること (ア(イ), イ(イ), [内容の取扱い] (3))**

数学史的な話題、数理的なゲームやパズルを取り上げ、数学と文化の人間との関わりについての認識を深めるとともに、パズルなどに数学的な要素を見だし、目的に応じて数学を活用して考察できるようにする。

人間を「遊ぶ人」を意味するホモ・ルーデンスという言葉で規定することがあるように、遊びは人間の活動の本質的なものであり、文化を生み出す源である。数学と遊びにも深い関係があり、ここでは遊びの中に数学が顕在する例として、論理的な思考を必要とする数理的なゲームやパズルなどを取り扱い、戦法などを考えさせることを通して論理的に考えることのよさや、数学と文化との関わりを理解できるようにする。指導に当たっては、自分の見いだした方法や考えについて、その根拠が的確に伝わるよう、分かりやすく表現できるようにすることが大切である。

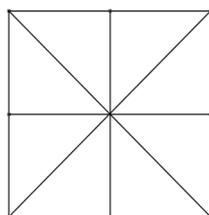
数学史的な話題としては、例えば、江戸時代に吉田光由が著した「塵劫記」の次のような問題を取り上げ、方程式などを利用して解き、その解の意味を考えたり、似たような問

題がないか調べ、人間の活動に数学がどのように関わっているかを考察したりする活動を行うことが考えられる。他に、算額に見られる問題を取り扱うことも考えられる。

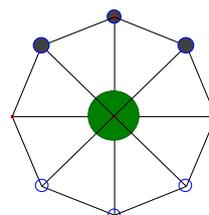
「一斗（十升）入りの桶に油が一斗入っている。七升枴と三升枴を使って、一斗桶と七升枴にそれぞれ五升ずつ油を分けたい。どのようにすればよいか。」（油分け算）

また、数理的なゲームやパズルとしては、下図のような、様々な国や地域にある三目並べを取り上げることが考えられる。グループで必勝法などを考え、自分の考えを表現したり伝え合ったりする活動を通して、論理的に考えることの楽しさやよさを認識できるようにする。さらに、ゲーム盤やコマのデザインや設定等に文化的な差異が見られる一方で、ルールには共通性が見られることから、数学と文化や人間の活動との関わりについて理解を深めさせることが考えられる。

タパタン（フィリピン）



シシマ（ケニア）



- それぞれが3つのコマを持つ。
- 順に、好きな格子点にコマを置く。
- 置き終わったら、順に、自分のコマを、線で結ばれた隣の格子点に動かす。ただし、コマのある格子点には動かせない。
- 自分のコマを一直線上に並べた方が勝ち。

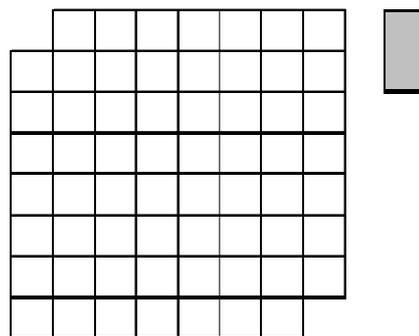
- を決め、コマを図のように置く。
- 順に、自分のコマを、線に沿って、あいている点に動かす。中央のシシマにも動かすことができる。ただし、動かすとき、コマを飛び越してはいけない。
- 自分のコマを一直線上に並べた方が勝ち。

これらの他に、魔方陣、「ハノイの塔」、「河渡りの問題」を取り扱い、論理的に考えることや再帰的な考えのよさを認識できるようにすることも考えられる。「河渡りの問題」とは次のような問題で、様々な時代や文化に応じた変種があると言われている。

「オオカミとヤギを連れ、キャベツのかごを持った男が、河を舟で渡ろうと思った。しかし、舟が小さくて男のほかになんか一つしか積むことができない。ところで、男がいないとオオカミはヤギを襲い、ヤギはキャベツを食べてしまう。どうしたら無事に河を渡ることができるだろうか。」

また、右図のような、いろいろな形のマス目を合同な図形で敷き詰めるパズルを取り扱い、二値化のよさを認識できるようにしたり、覆面算、ナンバープレイスなどを取り扱い、これらの背景に背理法の考えがあることを認識できるようにしたりすることも考えられる。

また、これらの指導に当たっては、条件を変えたりするなどして、発展的に考察する力を培うことが大切である。



たて8マス，よこ8マスの正方形の2つの向かい合う角の欠けたボードがある。そこには2マス分からなるタイルを敷き詰めることはできるか。

#### (4) 履修上の注意事項

この科目の履修については、その取扱いが [内容の取扱い] (1) で、次のように示されている。

(1) この科目は、内容の(1)から(3)までの中から適宜選択させるものとする。

この科目は、標準単位数は2単位である。履修に当たっては、生徒の特性や学校の実態、単位数等に応じて、内容の(1)から(3)までの中から適宜、適切な内容を選択させることとしている。なお、目標の(1)及び(2)については、選択した内容に応じた資質・能力の育成を目指すものとする。

## 第5節 数学B

### 1 性 格

この科目は、「数学Ⅰ」を履修した後に、履修させることを原則としている。この科目は、数学的な素養を広げようとする生徒や、将来自然科学や社会科学、人文科学など様々な分野に進もうとする生徒が、数学の知識や技能を活用して問題を解決したり意思決定をしたりすることなどを通して数学的に考える資質・能力を養うため、「数学Ⅰ」より進んだ内容で数学の活用面において基礎的な役割を果たすと考えられる「(1) 数列」、 「(2) 統計的な推測」及び「(3) 数学と社会生活」の三つの内容で構成している。三つの内容のすべてを履修させるときは、3単位程度を要するが、標準単位数は2単位であり、生徒の特性や学校の実態、単位数等に応じて内容を適宜選択させることとしている。

指導に当たっては、履修目的に沿って、履修内容や履修順序、単位数を適切に定めるとともに、各科目間の内容相互の関連と学習の系統性を十分に図り、生徒の多様な特性などに対応できるようにすることが大切である。

### 2 目 標

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 数列、統計的な推測についての基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、数学と社会生活の関わりについて認識を深め、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。
- (2) 離散的な変化の規則性に着目し、事象を数学的に表現し考察する力、確率分布や標本分布の性質に着目し、母集団の傾向を推測し判断したり、標本調査の方法や結果を批判的に考察したりする力、日常の事象や社会の事象を数学化し、問題を解決したり、解決の過程や結果を振り返って考察したりする力を養う。
- (3) 数学のよさを認識し数学を活用しようとする態度、粘り強く柔軟に考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う。

#### (1) 知識及び技能

「知識及び技能」に関しては、それを身に付ける過程において、「思考力、判断力、表現力等」とともに習得されるものであることに留意する必要がある。身に付ける過程の質によって、個々の生徒が得る「知識及び技能」の質が決まるからである。

「知識」に関しては、「数学B」も他の科目と同様に、学習するそれぞれの内容についての基本的な概念や原理・法則を体系的に理解することが重要である。そのために、新しく学習する概念や原理・法則などを一方的に提示するのではなく、数学的活動を重視し、既習の知識と関連付け、より深く体系的に理解できるようにする。例えば、等差数列や等比数列を既習の関数と関連付けて捉えたり、いろいろな数列の一般項や和を求め

るときに、等差数列、等比数列の一般項や和と関連付けて統合的に捉えたりすることで、その理解をより深めていくことができる。

また、「技能」に関しては、学習するそれぞれの内容について、「数学 I」での学習などを踏まえ、問題発見・解決の過程を一層自立的に遂行できるようにするために、その基礎をなす技能を身に付けることができるようにする。例えば、漸化式の学習では、与えられた漸化式から一般項を求めるだけでなく、事象の変化を漸化式に表したり、コンピュータなどの情報機器を用いてその変化の様子を調べたりする技能を身に付けることが重要である。

## (2) 思考力、判断力、表現力等

「数学 B」において育成を目指す「思考力、判断力、表現力等」に関わる資質・能力を具体的に示している。

例えば、「(1) 数列」では、離散的な変化の規則性に着目し、事象を数学的に表現し考察できるようにする。「(2) 統計的な推測」では、確率分布や標本分布の性質に着目し、母集団の傾向を推測し判断したり、標本調査の方法や結果を批判的に考察したりできるようにする。「(3) 数学と社会生活」では、日常の事象や社会の事象を数学化し、問題解決したり、解決の過程や結果を振り返って考察したりできるようにする。

## (3) 学びに向かう力、人間性等

「数学 I」の目標(3)では、育成を目指す「学びに向かう力、人間性等」に関わる資質・能力を、「数学のよさを認識し数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う」としている。「数学 B」では、このことを踏まえ、粘り強く「柔軟に」考え、数学的論拠に基づいて判断しようとする態度を養うこととした。また、数学のよさを認識し数学を活用しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養うことについては「数学 I」と同様であるが、「学びに向かう力、人間性等」に関わる資質・能力においても、「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」と同様に、全体を通して質的な向上を目指している。

### 3 内容と内容の取扱い

#### (1) 数列

##### (1) 数列

数列について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、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) 等差数列と等比数列について理解し、それらの一般項や和を求めること。

(イ) いろいろな数列の一般項や和を求める方法について理解すること。

(ウ) 漸化式について理解し、事象の変化を漸化式で表したり、簡単な漸化式で表された数列の一般項を求めたりすること。

(エ) 数学的帰納法について理解すること。

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) 事象から離散的な変化を見だし、それらの変化の規則性を数学的に表現し考察すること。

(イ) 事象の再帰的な関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、数列の考えを問題解決に活用すること。

(ウ) 自然数の性質などを見だし、それらを数学的帰納法を用いて証明するとともに、他の証明方法と比較し多面的に考察すること。

[用語・記号]  $\Sigma$

「(1) 数列」では、等差数列、等比数列や漸化式で表された簡単な数列及び数学的帰納法を取り扱う。ここでは、等差数列、等比数列などの簡単な数列について、一般項や第  $n$  項までの和を求めたり、記号  $\Sigma$  の意味を理解してそれを用いたりできるようにするとともに、事象から離散的な変化を見だし、それらの変化の規則性を数学的に表現し考察する力を養う。また、数列に関するこれらの考え方を基にして、漸化式と数学的帰納法について理解できるようにするとともに、事象の再帰的な関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、数列の考えを問題解決に活用する力を養う。さらには、自然数の性質などを見だし、それらを数学的帰納法を用いて証明するとともに、他の証明方法と比較して多面的に考察する力を養う。

事象から離散的な変化を見だし、それらの変化の規則性を数学的に表現して考察すること。等差数列と等比数列について理解し、それらの一般項や和を求めるとともに、いろいろな数列の一般項や和を求める方法について理解すること（ア（ア）（イ）、イ（ア））

数列  $\{a_n\}$  について、 $n$  の変化に伴う  $a_n$  の変化や  $n$  と  $a_n$  との対応関係に着目し、その変化や対応の関係を数学的に表現し考察することを通して、数列の一般項の意味や表し方を理解できるようにする。

ここではまず、等差数列や等比数列を取り扱い、等差数列や等比数列の変化の規則性に着目し、それらの一般項や第  $n$  項までの和を求める公式を導くことを通して、等差数列や

等比数列の一般項や和を求める方法を理解できるようにする。その際、それぞれの和の公式を導く際の工夫を明らかにし、等差数列の和の公式では、和が等しくなるような項の組合せを考えていること、等比数列の和の公式では、各項に公比をかけることで等しい数列を一部にもつ新たな数列を考えていることなど、公式が導かれる過程を理解できるようにすることが大切である。また、等差数列や等比数列と既習の関数とを関連付け、数列を自然数を定義域とする関数と見なすことができるようにすることも大切である。

また、数列の和の計算では、数列 $\{n\}$ 及び $\{n^2\}$ の和を取り扱うとともに、それらをもとにして、簡単な数列 $\{n(n+1)\}$ や $\{(2n+1)^2\}$ などについて、第 $n$ 項までの和を $\Sigma$ を用いて表しその値を求めることができるようにする。指導に当たっては、 $\Sigma$ を用いることで、数列の和を簡潔に表せることや、数列の和の性質を基に、形式的に処理したり、既習の数列の和に帰着することができることなど、 $\Sigma$ を用いることよき分かるようにすることが大切である。なお、 $\Sigma$ の取扱いは、生徒にとって理解しやすいものではないので、 $\Sigma$ を用いて表された数列の和を具体的な数の和の形で表したり、数列の和を $\Sigma$ を用いて表したりすることを通して、 $\Sigma$ を用いた和の表し方を十分理解できるようにする。

次に、階差数列について考察し、数列の一般項は

$$a_n = a_1 + \{(a_2 - a_1) + (a_3 - a_2) + \cdots + (a_n - a_{n-1})\}$$

のように、階差数列の和を用いて表せることを理解できるようにする。例えば、階差数列の和を用いた一般項の表し方を、等差数列の一般項の表し方をもとに考察したり、それらを統合的に捉えたりすることが考えられる。ここでは、階差数列が等差数列や等比数列となるような簡単な数列を取り扱う。例えば、三角数からなる数列 $1, 3, 6, 10, 15, \dots$ などを取り扱うことが考えられる。

さらに、等差数列と等比数列の各項同士の積を各項にもつ数列を取り上げ、その和の求め方を、等比数列の和の公式を導く際に用いた工夫を基に考察したり、それらを統合的に捉えたりすることも考えられる。このように、数列の一般項や和の公式だけでなく、それらの公式が導かれる過程を理解できるようにし、その過程で用いられている見方や考え方を他の事象の考察に活用できるようにすることが大切である。

**漸化式について理解し、事象の変化を漸化式で表したり、簡単な漸化式で表された数列の一般項を求めたりするとともに、事象の再帰的な関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、数列の考えを問題解決に活用すること（ア（ウ）、イ（イ））**

事象の再帰的な関係に着目し、その関係を漸化式で表現することを通して、漸化式の意味を理解できるようにする。また、簡単な漸化式を用いて表された数列の一般項を求めることができるようにする。ここでいう簡単な漸化式とは、一次の形の隣接二項間の漸化式のことである。指導に当たっては、具体的な事象を取り上げ、その事象における再帰的な関係を漸化式で表すことを通して、漸化式の有用性や一般項を求める意味を理解できるようにすることが大切である。例えば、「ハノイの塔」や「複利計算」などを取り扱うことが考えられる。指導に当たっては、場面に応じて、コンピュータなどの情報機器を用いるなどしてその変化の様子を調べ、一般項を予想したり、導き出した一般項の妥当性を検証し

たりすることも大切にする。このような活動を通して、数列の考えを問題解決に活用する力を養うようにする。

**数学的帰納法について理解し、自然数の性質などを見だし、それらを数学的帰納法を用いて証明するとともに、他の証明方法と比較し多面的に考察すること（ア（エ）、イ（ウ））**

自然数  $n$  を用いて表された命題を証明する一つの方法として、数学的帰納法の意味とその取扱い方を理解できるようにする。指導に当たっては、簡単な命題を取り上げ、数学的帰納法による証明の仕組みを理解できるようにすることが大切である。その際、自然数  $n$  を用いて表された命題の他に、ドミノ倒しなど、日常の事象と関連付けて証明の仕組みを考察することも考えられる。その上で、数学的帰納法による証明の書き方を指導することが大切である。なお、ここでいう簡単な命題とは、例えば、整数の性質や、高等学校でよく用いられる等式あるいは不等式に関する命題など、その命題の証明の考え方が比較的容易に理解できるものである。

また、漸化式と関連付けて、漸化式を用いて表される数列の一般項を推測し、数学的帰納法を用いてその推測が正しいことを証明することも考えられる。例えば、 $a_{n+1}=2a_n+1$ 、 $a_1=1$  で表される数列の一般項を  $2^n-1$  と推測して証明することなどを取り扱うことが考えられる。

さらに、自然数  $n$  を用いて表された命題を、数学的帰納法を用いて証明するだけでなく、他の証明方法と比較することで、自然数に関わる命題を多面的に考察できるようにすることも大切である。例えば、「自然数  $n$  について、 $n^5-n$  は 5 の倍数である」という命題を取り上げることが考えられる。 $n^5-n$  を  $n(n-1)(n+1)(n^2+1)$  と変形し、5 で割った余りに着目して場合分けする方法や、 $(n-2)(n-1)n(n+1)(n+2)+5n(n-1)(n+1)$  と変形する方法など、自然数に関わる命題は、数学的帰納法も含め、いろいろな方法で考察できることを理解できるようにし、数学的な見方・考え方のよさを感じられるようにする。

## (2) 統計的な推測

### (2) 統計的な推測

統計的な推測について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに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) 標本調査の考え方について理解を深めること。

(イ) 確率変数と確率分布について理解すること。

(ウ) 二項分布と正規分布の性質や特徴について理解すること。

(エ) 正規分布を用いた区間推定及び仮説検定の方法を理解すること。

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) 確率分布や標本分布の特徴を、確率変数の平均、分散、標準偏差などを用いて考察すること。

(イ) 目的に応じて標本調査を設計し、収集したデータを基にコンピュータなどの情報機器を用いて処理するなどして、母集団の特徴や傾向を推測し判断するとともに、標本調査の方法や結果を批判的に考察すること。

[用語・記号] 信頼区間，有意水準

中学校第3学年では、標本調査の必要性や意味について理解できるようにするとともに、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして無作為に標本を取り出し、整理することや、簡単な場合について標本調査を行い、母集団の傾向を捉え説明することなどを取り扱っている。

また、「数学Ⅰ」の「(4) データの分析」では、分散、標準偏差、散布図及び相関係数、具体的な事象において仮説検定の考え方などを取り扱い、データの傾向を把握して事象の特徴を表現する力や、主張の妥当性を、実験などを通して判断したり、批判的に考察したりする力を培っている。また、「数学Ⅱ」の「(1) いろいろな式」では二項定理を取り扱い、「数学A」の「(2) 場合の数と確率」では、場合の数、確率とその基本的な法則、独立な試行の確率、条件付き確率及び期待値などを取り扱い、確率の性質などに基づいて事象の起こりやすさを判断したり、期待値を意思決定に活用したりする力を培っている。

ここでは、「数学Ⅰ」で、具体的な事象において、実験などを通して仮説検定の考え方を取り扱っていることを踏まえながら、確率の理論を統計に応用し、正規分布を用いた区間推定と仮説検定の方法を理解できるようにする。さらにそれらを通して、母集団の特徴や傾向を推測し判断したり、標本調査の方法や結果を批判的に考察したりする力を養う。

なお、これらの内容については理論的な取り扱いに深入りせず、具体的な例を工夫したりコンピュータなどの情報機器を用いるなどして確率分布の考えや統計的な推測の考えを理解できるようにする。例えば、二項分布が正規分布で近似されることなどの数理的現象については、コンピュータなどを用いて直観的に理解できるようにすることが考えられる。また、ここでの学習に関して、「数学Ⅱ」及び「数学A」の該当する内容を履修していない場合には、適宜必要な事項を補足するなどの配慮が必要である。

また、本科目の「(2) 統計的な推測」を含め統計的な内容は、共通教科情報の「情報Ⅱ」の「(3) 情報とデータサイエンス」との関連が深く、生徒の特性や学校の実態等に応じて、教育課程を工夫するなど相互の内容の関連を図ることも大切である。

### 標本調査の考え方について理解を深めること（ア（7））

統計調査には、調査の対象となるものをもれなく調べる全数調査もあるが、全数調査では多くの時間、費用及び労力がかかり、実用的でないこともある。そこで、標本を抽出して調査し、その結果から全体の性質を推測する標本調査が必要となる。標本調査の目的は、抽出された標本の調査結果から、母集団の状況をできるだけ正確に推測することであり、そのためには、標本が母集団全体の特徴をよく表したものになるように、つまり、標本が母集団のよい縮図となるように標本調査を設計し、調査を実施する必要がある。中学校第3学年では、このような標本調査の必要性や意味を理解するとともに、無作為に抽出された標本から母集団の傾向を推定すればその結果が大きく外れることが少ないことや、標本の大きさが大きい方が母集団の傾向を推定しやすくなることを、コンピュータなどの情報機器を用いた実験や簡単な場合についての標本調査を通して経験的に理解してきている。

ここでは、中学校における学習を踏まえながら標本調査の考え方について理解を深め、目的に応じて標本調査を設計したり、標本調査の方法や結果を批判的に考察したりできるようにする。例えば、標本を無作為に抽出する方法として、母集団の全てのリストがない場合や、標本の抽出にかかる手間やコストを軽減したい場合には、クラスター抽出法（母集団を地域など複数の部分集団（クラスター）に分割し、部分集団を抽出してその集団に対しては全数調査を行う方法）や2段抽出法（クラスター抽出で抽出された部分集団から標本を抽出する方法）などの方法が用いられることを取り上げることが考えられる。

### 確率変数と確率分布について理解すること（ア（イ））

「数学Ⅰ」の「(4) データの分析」では、不確実な事象の起こりやすさに着目し、実験などを通して仮説検定の考え方を学んでいる。そこでは、実験などで集めたデータを基に、確率や確率分布等を直観的に取り扱っている。ここでは、それらの学習を踏まえ、分布を数学的に定式化するなどの目的を明確にした上で、確率変数とその分布について理解できるようにする。ここで取り扱う確率変数は、標本空間の各要素に対し一つの実数を対応させる写像のことである。例えば、互いに区別できる2枚の硬貨を投げる試行についての標本空間を

$S = \{(\text{表}, \text{表}), (\text{表}, \text{裏}), (\text{裏}, \text{表}), (\text{裏}, \text{裏})\}$  とする。この試行において、 $S$ のそれぞれの根元事象に対して表の出る枚数を確率変数  $X$  とすれば、 $(\text{表}, \text{表})$  のとき  $X=2$ 、 $(\text{表}, \text{裏})$  のとき  $X=1$ 、 $(\text{裏}, \text{表})$  のとき  $X=1$ 、 $(\text{裏}, \text{裏})$  のとき  $X=0$  となり、次のような確率分布表が得られる。

$X$	0	1	2	計
確率	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	1

このような具体例を通して、確率変数とその分布の意味を十分に理解できるようにするとともに、確率変数の平均（期待値）、分散及び標準偏差が確率分布のどのような特徴を示しているかを理解できるようにする。また、確率変数の性質については、その必要性が感じられる場面で取り扱うようにする。

二項分布と正規分布の性質や特徴について理解するとともに、確率分布や標本分布の特徴を、確率変数の平均、分散、標準偏差などを用いて考察すること（ア（り）、イ（7））

基本的な離散型確率分布である二項分布を取り扱う。一つの試行において、ある事象  $E$  が起こる確率を  $p$ 、起こらない確率を  $q$  とする。すなわち、 $P(E)=p$ 、 $q=1-p$ 、 $0 < p < 1$  とする。この試行を独立に  $n$  回だけ繰り返したとき、事象  $E$  の起こる回数を確率変数  $X$  とすれば、 $X$  は二項分布  $B(n, p)$  に従い、 $X$  が値  $k$  をとる確率は次のようになる。

$$P(X=k) = {}_n C_k p^k q^{n-k} \quad (k=0, 1, 2, \dots, n)$$

また、二項分布  $B(n, p)$  に従う確率変数  $X$  の平均は  $np$ 、分散は  $npq$  である。

指導に当たっては、生徒の特性等に応じて適切な具体例を取り上げ、二項分布に従う確率変数の特徴や分布の様子を理解できるようにすることが大切である。例えば、1 個のさいころを 5 回投げるとき、1 の目の出る回数を  $X$  回とすると、確率変数  $X$  は二項分布  $B(5,$

$\frac{1}{6})$  に従い、1 の目が  $k$  回出る確率は  $P(X=k) = {}_5 C_k \left(\frac{1}{6}\right)^k \left(\frac{5}{6}\right)^{5-k}$  となる。また、4 つの

選択肢のうち 1 つが正解である問題が 10 問あり、それぞれの問題に対してランダムに解答を選択するとき、正解を選択した問題数を  $X$  問とすれば、確率変数  $X$  は二項分布  $B(10,$

$\frac{1}{4})$  に従い、 $k$  問正解する確率は  $P(X=k) = {}_{10} C_k \left(\frac{1}{4}\right)^k \left(\frac{3}{4}\right)^{10-k}$  となる。このような例を通して、二項分布とは、一つの試行において、ある事象が起こるか、起こらないかだけに着目し、その試行を独立に何回も繰り返すような反復試行において見られる分布であることを理解できるようにする。また、確率分布表をもとに分布の様子をグラフに表すことで、二項分布  $B(n, p)$  に従う確率変数  $X$  の平均が  $np$  になることや標準偏差が  $\sqrt{npq}$  になることなどの二項分布の特徴を、グラフの特徴と関連付けて理解できるようにすることも大切である。

次に、連続型確率分布である正規分布を取り扱う。正規分布は、連続的な確率変数の分布であり、その定義には連続関数や積分の概念等が用いられるため、数学的に厳密に取り扱うことは高等学校数学の範囲の中では難しい。その一方で、日常の事象や社会の事象において観測される変数には、その分布が近似的に正規分布に従うとみなせるものや、変数の値に影響を与えている原因を制御すれば正規分布に従うとみなせるものが数多く存在し、正規分布は統計学において重要な役割を果たす。それゆえ、正規分布の定義や分布曲線を

与える式などについては理論的な取り扱いに深入りせず、具体的な例や実験などを通して、正規分布曲線の形や性質を理解できるようにすることが大切である。その際、確率変数  $X$  が正規分布  $N(\mu, \sigma^2)$  に従うとき、 $P(\mu - \sigma \leq X \leq \mu + \sigma) \doteq 0.683$ 、 $P(\mu - 2\sigma \leq X \leq \mu + 2\sigma) \doteq 0.954$ 、

$P(\mu - 3\sigma \leq X \leq \mu + 3\sigma) \doteq 0.997$  であることやその意味について触れることも大切である。

また、確率変数  $X$  が正規分布  $N(\mu, \sigma^2)$  に従うとき、 $Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$  と置くと  $Z$  は標準正規分布  $N(0, 1)$  に従うことを取り扱い、正規分布表を用いて確率  $P(a \leq X \leq b)$  を求めたり、日常の事象や社会の事象において観測され、正規分布に従うとみなせる変量について考察したりすることなどを取り扱う。

さらに、 $n$  の値が大きいとき、二項分布が近似的に正規分布とみなせることについて取り扱う。その際、 $n$  の値が大きくなると  $X$  の分布が、正規分布  $N(np, npq)$  に近づいていくことをコンピュータなどの情報機器を用いるなどして直観的に理解できるようにする。ここでは、二項分布で表わされる確率の近似値を、正規分布を活用して求めることに重点を置く。例えば、さいころを 720 回投げたとき、1 の目が出る回数が 100 回以下となる確率などを取り扱うことが考えられる。二項分布で計算すると、その確率を求める式は

$${}_{720}C_0 \left(\frac{5}{6}\right)^{720} + {}_{720}C_1 \left(\frac{1}{6}\right)^1 \left(\frac{5}{6}\right)^{719} + {}_{720}C_2 \left(\frac{1}{6}\right)^2 \left(\frac{5}{6}\right)^{718} + \cdots + {}_{720}C_{100} \left(\frac{1}{6}\right)^{100} \left(\frac{5}{6}\right)^{620}$$

となり、計算が煩雑となるが、 $n$  の値が大きいとき、二項分布は近似的に正規分布とみなすことができることや、確率変数  $X$  が正規分布  $N(\mu, \sigma^2)$  に従うとき、 $Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$  と置けば  $Z$  は標準正規分布  $N(0, 1)$  に従うことをもとにすると、その確率の近似値は正規分布表を用いて求めることができる。

### 正規分布を用いた区間推定及び仮説検定の方法を理解すること (ア (I))

統計的な推定や検定は、自然現象や社会現象を科学的に研究するための方法として広く用いられている。ここでは、正規分布を用いた区間推定と仮説検定を取り扱う。

正規分布を用いた区間推定としては、例えば、任意の標本における平均値から、母集団における平均値を推定することを取り扱うことが考えられる。ある変量  $x$  について、母平均  $m$ 、母標準偏差  $\sigma$  の母集団から大きさ  $n$  の標本を無作為に抽出し、その標本のもつ  $x$  の値を  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  とするとき、 $n$  の値が十分に大きければ標本平均  $\frac{X_1 + X_2 + X_3 + \cdots + X_n}{n}$

の値は母平均  $m$  に近い。さらに、標本平均と  $m$  の差を  $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$  で割って、 $Z = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \cdots + X_n - nm}{\sqrt{n}\sigma}$

と置くと、 $Z$  は平均 0、標準偏差 1 の分布に従う。そして、 $n$  の値が十分大きければ、 $Z$  の分布は標準正規分布  $N(0, 1)$  とみなすことができる。このことに基づいて母平均の区間推定が可能になる。

指導に当たっては、生徒の特性等に応じて、具体的な例を工夫するなどして区間推定の

意味や方法を理解できるようにすることが大切である。例えば、大量に生産された製品の中から無作為に抽出された製品に関するあるデータについて、そのデータの平均値と母標準偏差が与えられているとき、それらを用いて信頼度 95% で母平均を推定することが考えられる。また、母平均の信頼区間の意味を理解できるようにするために、幾つもの標本を抽出し、それぞれの標本平均を求めたり、95% または 99% の信頼区間を求めたりすることも考えられる。その際、コンピュータなどの情報機器を積極的に用いるようにする。

また、正規分布を用いた仮説検定としては、例えば、母平均に関する検定を取り扱うことが考えられる。「数学 I」では、具体的な事象において、実験などを通して仮説検定の考え方を理解することを取り扱っている。ここでは、「数学 I」での学習を踏まえながら、正規分布を用いた仮説検定の方法を理解できるようにする。

一般に、仮説検定は次のような手順で行われる。

- 1) ある事象  $E$  が起こった状況や原因を推測し、仮説を立てる。
- 2) その仮説を数学的に記述することで、統計的に実証したい仮説  $H_1$  (対立仮説) を立て、その否定命題としての帰無仮説  $H_0$  を考える。
- 3) 帰無仮説  $H_0$  が真であると仮定した場合に事象  $E$  が起こる確率  $p$  を求める。
- 4) 実験などを行う前に決めておいた「滅多に起こらないと判断する基準 (確率の値)」(有意水準) と  $p$  とを比較して、帰無仮説  $H_0$  が真であると考えられることを否定できるかどうかを判断し、仮説の妥当性を判断する。

指導に当たっては、生徒の特性等に応じて適切な具体例を取り上げ、仮説検定の方法を理解できるようにすることが大切である。例えば、次のような場面を考える。

あるコインにはどちらかの面が出やすくなるよう細工がされているという噂がある。そこで、実際にそのコインを投げる実験を行ったところ、100 回投げて、表が 61 回出た。このとき、このコインには細工がされていると主張してよいだろうか。

このとき、仮説検定ではまず、「このコインには細工がされている」という主張や仮説に対し、それを数学的に記述したもので統計的に実証したい仮説「表の出る確率と裏の出る確率は等しくない」(対立仮説  $H_1$ ) を立て、その否定命題である「表と裏が出る確率は等しい」という仮説 (帰無仮説  $H_0$ ) を考える。このような帰無仮説を立てる理由は、背理法において否定すべき仮説を立てる理由と同じである。背理法との違いは、否定したい命題 (帰無仮説) と観測された事象の矛盾を論理的矛盾ではなく確率が定められた値より小さいことで判断する点である。そして、「表と裏が出る確率は等しい」という帰無仮説  $H_0$  が真であったと仮定した場合に「表が 61 回以上出る」という事象  $E$  が起こる確率  $p$  を求める。このとき、表が出る回数  $n$  は二項分布  $(100, \frac{1}{2})$  に従い、 $z = \frac{n-50}{\sqrt{25}}$  とおくと、 $Z$  の分布は近似的に標準正規分布に従うと考えてよい。 $n=61$  のとき、 $Z=2.2$  であり、正規分布表

から  $P(n \geq 61)$  は約 1.4% と分かる。先に決めておいた「滅多に起こらないと判断する基準（確率の値）」（有意水準）が 5% であったとすると、5% と比べ  $p$  の値は小さいので、「表と裏が出る確率は等しい」という帰無仮説  $H_0$  が真であると考え、これを否定できると判断し、対立仮説が正しいと考え、「このコインには細工がされている」と考えることが妥当であると判断する。

このような具体的な事例を通して、統計的仮説検定では、帰無仮説を立てることや背理法に似た論法が用いられること、さらには帰無仮説が真であると仮定した場合のある事象が起こる確率について考えることなどを理解できるようにすることが考えられる。また、帰無仮説が否定されないときも、必ずしも帰無仮説が支持されるわけではないことや、仮説検定で支持される全ての命題が真であるわけではないことにも留意する。このように、ここでは、仮説検定の考え方についての理解を深めることに重点を置く。

**目的に応じて標本調査を設計し、収集したデータを基にコンピュータなどの情報機器を用いて処理するなどして、母集団の特徴や傾向を推測し判断するとともに、標本調査の方法や結果を批判的に考察すること（イ（イ））**

目的に応じて必要となる標本の大きさを、正規分布を用いた区間推定の方法をもとに計算して標本調査を設計したり、正規分布をなす母集団の平均値を検定したり、新聞やインターネットなどから得られた標本調査の方法や結果について、仮説検定の考え方に基づいて批判的に考察したりできるようにすることが大切である。また、生徒の特性等に応じて、情報科と連携していろいろな場面で検定を取り扱い、検定の有用性の理解を深めることも考えられる。

このような学習を通して、統計的な推測の意味やよさを理解できるようにし、日常の事象や社会の事象の考察に数学を活用しようとする態度を養うようにする。

### (3) 数学と社会生活

#### (3) 数学と社会生活

数学と社会生活について、数学的活動を通して、それらを数理的に考察することの有用性を認識するとともに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) 社会生活などにおける問題を、数学を活用して解決する意義について理解すること。

(イ) 日常の事象や社会の事象などを数学化し、数理的に問題を解決する方法を知ること。

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) 日常の事象や社会の事象において、数・量・形やそれらの関係に着目し、理想化したり単純化したりして、問題を数学的に表現すること。

(イ) 数学化した問題の特徴を見だし、解決すること。

(ウ) 問題解決の過程や結果の妥当性について批判的に考察すること。

(エ) 解決過程を振り返り、そこで用いた方法を一般化して、他の事象に活用すること。

[内容の取扱い]

(3) 内容の(3)のアの(イ)については、散布図に表したデータを関数とみなして処理することも扱うものとする。

OECDのPISA2012年調査では、「数学的リテラシー」を「様々な文脈の中で数学を定式化し、適用し、解釈する個人の能力」として、「数学的に推論することや、数学的な概念・手順・事実・ツールを使って事象を記述し、説明し、予測することを含む」ことが注意されている。

ここでは、このような国際的な調査で注目されている「数学的リテラシー」も念頭におきながら、社会生活等における問題を解決するための資質・能力を養う。

社会生活などにおける問題を、数学を活用して解決する意義について理解するとともに、日常の事象や社会の事象などを数学化し、数理的に問題を解決する方法を知ること(ア(7)(イ))

事象の数理的な考察には、主に二つの場合がある。

一つは、日常の事象や社会の事象などを数学化し、数学の手法によって処理し、その結果を現実に照らして解釈する場合、もう一つは、数学の世界における事象を簡潔な処理しやすい形に表現し適切な方法を選んで能率的に処理したり、その結果を統一的・発展的に考えたりする場合である。これらは、他の内容の指導においても取り入れられるものであるが、ここでは、具体的な問題の解決を通して、前者の方法を知ることができるようにする。

この方法は、おおむね次のような過程を経る。

- ① 数学的に、状況や問題を定式化する
- ② 数学的概念・事実・手順・推論を適用する
- ③ 数学的な結果を解釈し、適用し、評価する

「① 数学的に、状況や問題を定式化する」過程には、例えば、次のような活動が含まれる。

- ・状況あるいは問題の中にある数学的な構造(規則性、関係、パターンなど)を認識する。
- ・状況あるいは問題を、理想化したり単純化したりして、数学的な分析をしやすくする。
- ・適切な変数、記号、図表、標準的なモデルを用いて、状況や問題を数学的に表現する。

「② 数学的概念・事実・手順・推論を適用する」過程には、例えば、次のような活動が含まれる。

- ・数学的な解を見付けるための方略を考案して実行する

- ・コンピュータなどの情報機器を含む数学的ツールを使用し、厳密な、あるいは近似的な解を求める助けとする
- ・数、式、グラフで示された統計的データや図形を操作する
- ・解を求めるために用いた数学的手順に基づく一般化をする

「③ 数学的な結果を解釈し、適用し、評価する」過程には、例えば、次のような活動が含まれる。

- ・数学的に得た結果を、現実世界の文脈に戻して解釈する
- ・解釈した結果の妥当性を、現実世界の文脈の中で評価する
- ・数学的概念と数学的な結果が適用される範囲と限界を理解する
- ・問題を解くために使ったモデルの限界を批判的に考察し特定する

以上のことを、例えば、「全校生徒が1ヵ月間に使うレジ袋の数を推定すること」を例に説明する。

数学的に状況や問題を定式化する：

使用数に関する仮定を設定する。よく使う人、たまに使う人、全く使わない人などに分けて、それぞれについて「一人あたりの一週間の使用枚数」を仮定したり、「一クラスあたりで一日に使用する枚数」を仮定したりするなど、いろいろな仮定の設定の仕方が考えられる。

数学的概念・事実・手順・推論を適用する：

各々の仮定に基づいて、使用枚数を求める。

数学的な結果を解釈し、適用し、評価する：

この問題では、推定の妥当性は、仮定の妥当性そのものである。現実に関わらない仮定は不適切であると判断できるが、そうでない場合に仮定の妥当性の判断はできない。そこで、それぞれの仮定について、上限・下限を設定し、それらの値を用いることで、少なく見積もった場合と多く見積もった場合を求め、区間（範囲）として推定する。

自らの仮定に基づき使用枚数を求めるために式を立てるが、生徒数やクラス数のような予め決まっている数量は定数とし、使用枚数など仮定する数量は変数とみて、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして、使用枚数を探究することも考えられる。

### 日常の事象や社会の事象などを数学化し、数学的に問題を解決すること（イ（ア）（イ）（ウ）（エ）、[内容の取扱い]（3））

日常の事象や社会の事象などを数学化し、数学的に問題を解決する力を養う。

例えば、自転車の速度の出し過ぎが原因となる交通事故の話題を取り上げ、自転車の速度と制動距離や停止距離の関係について探究する場面を設定する。自転車の制動距離は速度の2乗に比例し、その比例定数は路面の状況、ブレーキの性能や握力によって異なる。また、比例定数は、速度メータやビデオカメラ等を利用して測定し求めさせることもできる。そこで、このようにして求めた比例定数を基に、速度を出し過ぎることの危険性について判断するとともに、そのことを数学的な表現を用いて他者に伝える活動を設定するこ

とが考えられる。

また、社会的な話題などを取り上げることも考えられる。例えば、「自転車シェアリング」に関わる話題として、サイクルポート（専用の貸出・返却場所）の設置台数を考察することが考えられる。「自転車シェアリング」は、都市や観光地での交通渋滞や大気汚染、放置自転車の緩和を目指し、注目を集めている。レンタサイクルと異なるのは、サイクルポートであれば、どこでも自転車を借りたり返したりできることにある。例えば、次のような問題を取り扱い、自転車の設置台数の変化を漸化式を用いて表したり、コンピュータなどの情報機器を用いるなどしてその変化の様子を調べたりすることが考えられる。

設置台数を検討するために、サイクルポートを仮設し社会実験を行った結果、ある日の結果は、次の表のようになった。

	割合
A→A	0.3
A→B	0.7
B→A	0.4
B→B	0.6

例えば、A→Aは、Aで借りられた自転車のうちの30%がAで返却されたことを表している。この割合に基づいて、ポートの設置台数について考察する。さらに、この割合が変化するとどうなるか、を考察する。



このほかに、省エネルギーや節約、騒音の大きさ、スポーツ競技の採点、為替レート、社会で用いられているさまざまな指標や指数などに関わる話題を取り扱うことが考えられる。いずれの話題を取り扱う場合も、生徒の判断とその根拠を的確に伝え合い、それらを質的に高めるようにすることが大切である。

また、ここでは、目的に応じて必要なデータを収集し、コンピュータなどの情報機器を積極的に活用して、二つのデータ間の関係を散布図や相関係数を用いて調べたり、散布図に表したデータを関数とみなして処理したりすることも取り扱う。

例えば、気温とある商品の売り上げとの関係について、散布図や相関係数を用いて調べたり、商品の売り上げを予測したりする。また、身近な地域における、過去30年間の8月の平均気温のデータを、移動平均を用いて処理し、その変化の傾向を考察することが考えられる。なお、移動平均とは、各時点のデータをその周辺の $n$ 個のデータの平均によって置き換えたものである。この他に、社会の中で用いられている統計グラフ等をデータに基づいて批判的に検討することを取り扱うことも考えられる。

変数間に関数関係があるとみなして処理することの例として、学校から自宅までの直線距離と通学路（電車・バス・徒歩経路全体）の距離との関係を、散布図を用いて調べることが考えられる。通常、直線距離よりは通学路距離の方が長い。また、直線距離が0なら

ば通学路距離は0として、直線距離が2倍になれば通学路距離は概ね2倍になると考えれば、直線距離と通学路距離の関係は近似的に比例か1次関数になると考えられる。クラスの全生徒のデータを用いて散布図に表し、実際のデータは直線上に並ぶと考えられるのか、直線から外れているデータはどのように解釈できるのかなどを考えたり、この種の関係性が実際の道路網や路線網でどのような影響を受けるのかといったことを考察したりすることも考えられる。

#### (4) 履修上の注意事項

この科目の履修については、その取扱いが [内容の取扱い] (1) で、次のように示されている。

(1) この科目は、内容の(1)から(3)までの中から適宜選択させるものとする。

この科目は、標準単位数は2単位である。履修に当たっては、生徒の特性や学校の実態、単位数等に応じて、内容の(1)から(3)までの中から適宜、適切な内容を選択させることとしている。なお、目標の(1)及び(2)については、選択した内容に応じた資質・能力の育成を目指すものとする。

## 第6節 数学C

### 1 性格

この科目は、「数学 I」を履修した後に履修させることを原則としている。この科目は、数学的な素養を広げようとする生徒や、将来自然科学や社会科学、人文科学など様々な分野に進もうとする生徒が、数学的な表現の工夫などを通して数学的に考える資質・能力を養うため、「数学 I」より進んだ内容で、新たな数学的な手法や表現を学習する内容として、「(1) ベクトル」、「(2) 平面上の曲線と複素数平面」及び「(3) 数学的な表現の工夫」の三つの内容で構成している。「数学 B」と同様に、生徒の実態に応じてその内容を適宜選択して履修させることとした。三つの内容のすべてを履修させるときは、3単位程度を要するが、標準単位数は2単位であり、生徒の特性や学校の実態、単位数等に応じて内容を適宜選択させることとしている。

指導に当たっては、履修目的に沿って、履修内容や履修順序、単位数を適切に定めるとともに、各科目間の内容相互の関連と学習の系統性を十分に図り、生徒の多様な特性などに対応できるようにすることが大切である。

### 2 目標

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) ベクトル、平面上の曲線と複素数平面についての基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、数学的な表現の工夫について認識を深め、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。
- (2) 大きさと向きをもった量に着目し、演算法則やその図形的な意味を考察する力、図形や図形の構造に着目し、それらの性質を統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。
- (3) 数学のよさを認識し数学を活用しようとする態度、粘り強く柔軟に考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う。

#### (1) 知識及び技能

「知識及び技能」に関しては、それを身に付ける過程において、「思考力、判断力、表現力等」とともに習得されるものであることに留意する必要がある。身に付ける過程の質によって、個々の生徒が得る「知識及び技能」の質が決まるからである。

「知識」に関しては、「数学 C」も他の科目と同様に、学習するそれぞれの内容についての基本的な概念や原理・法則を体系的に理解することが重要である。そのために、新しく学習する概念や原理・法則などを一方的に提示するのではなく、数学的活動を重視し、既習の知識と関連付け、より深く体系的に理解できるようにする。例えば、実数な

どの演算の法則と関連付けてベクトルの演算法則を考えたり，図形の移動などと関連付けて複素数の演算や累乗根などの意味を考えたりすることで，その理解をより深めていくことができる。

また，「技能」に関しては，事象を数学化したり，数学的に解釈したり，数学的に表現・処理したりするための技能を身に付けることが重要である。例えば，「(1) ベクトル」の学習では，平面図形や空間図形の考察にベクトルを活用できるようにするために，ベクトルの計算だけでなく，平面図形や空間図形の性質などをベクトルを用いて表したり，ベクトルで表された方程式の意味を図形に即して読み取ったりする技能を身に付けるようにする。また，「(2) 平面上の曲線と複素数平面」の学習では，いろいろな表し方で事象を捉え考察に活用できるようにするために，二次曲線やサイクロイド曲線を媒介変数を用いた式で表したり，直交座標を極座標で表したりする技能を身に付けるようにする。

## (2) 思考力，判断力，表現力等

「数学C」において育成を目指す「思考力，判断力，表現力等」に関わる資質・能力を具体的に示している。

例えば，「(1) ベクトル」の学習では，大きさと向きをもった量に着目し，演算法則やその図形的な意味を考察できるようにする。「(2) 平面上の曲線と複素数平面」の学習では，図形や図形の構造に着目し，それらの性質を統一的・発展的に考察できるようにする。「(3) 数学的な表現の工夫」の学習では，数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現できるようにする。

## (3) 学びに向かう力，人間性等

「数学I」の目標(3)では，育成を目指す「学びに向かう力，人間性等」に関わる資質・能力を，「数学のよさを認識し数学を活用しようとする態度，粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度，問題解決の過程を振り返って考察を深めたり，評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う」としている。「数学C」では，このことを踏まえ，粘り強く「柔軟に」考え，数学的論拠に基づいて判断しようとする態度を養うこととした。また，数学のよさを認識し，数学を活用しようとする態度，問題解決の過程を振り返って考察を深めたり，評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養うことについては「数学I」と同様であるが，「学びに向かう力，人間性等」に関わる資質・能力においても，「知識及び技能」，「思考力，判断力，表現力等」と同様に，全体を通して質的な向上を目指している。

### 3 内容と内容の取扱い

#### (1) ベクトル

##### (1) ベクトル

ベクトルについて、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、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) 平面上のベクトルの意味、相等、和、差、実数倍、位置ベクトル、ベクトルの成分表示について理解すること。

(イ) ベクトルの内積及びその基本的な性質について理解すること。

(ウ) 座標及びベクトルの考えが平面から空間に拡張できることを理解すること。

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) 実数などの演算の法則と関連付けて、ベクトルの演算法則を考察すること。

(イ) ベクトルやその内積の基本的な性質などを用いて、平面図形や空間図形の性質を見いだしたり、多面的に考察したりすること。

(ウ) 数量や図形及びそれらの関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、ベクトルやその内積の考えを問題解決に活用すること。

「(1) ベクトル」では、平面上のベクトル及び空間におけるベクトルを取り扱う。ここではまず、平面上のベクトルの意味や表し方、演算、内積などの基本的な概念や性質について理解できるようにするとともに、座標及びベクトルの考えが平面から空間に拡張できることを理解できるようにする。また、ベクトルやその内積の基本的な性質などを用いて、平面図形や空間図形の性質を見いだしたり、多面的に考察したりする力を養う。さらには、数量や図形及びそれらの関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、ベクトルやその内積の考えを問題解決に活用する力を養う。これらのことを通して、ベクトルの考えの有用性を認識できるようにする。

なお、ベクトルについては、理科の物理でも取り扱うこととされている。「数学C」で学習するベクトルは、上記の通り、代数的な性格や図形的な性質を中心に学習する内容となっている。一方、理科の物理で取り扱うベクトルは、物体の運動を表す速度、運動量をベクトルで表すことによってそれらの合成や分解などを中心に学習するものであり、中学校の理科や高等学校の「数学I」における「図形と計量」に関する学習内容等を基に理解することもできる内容となっているが、各科目の履修に当たっては、その相互の関連を図ることが大切である。

平面上のベクトルの意味、相等、和、差、実数倍、位置ベクトル、ベクトルの成分表示について理解するとともに、実数などの演算の法則と関連付けて、ベクトルの演算法則を考察すること（ア（ア）、イ（イ））

ベクトルの意味の指導に当たっては、風の吹き方や物体の移動など生徒が理解しやすい具体的な事象に即して導入し、向きと大きさをもった量が有向線分で表されることや、ベ

クトルが同じ向きと同じ大きさをもった有向線分の任意の一つで代表されることなどを理解できるようにすることが大切である。

ベクトルの演算については、実数などの演算法則と関連付け、数の演算と類似の法則が成り立つことを考察することを通して、向きと大きさをもつ多次元の量が、一次元の量と同じように取り扱えることを理解できるようにする。また、座標との関連において成分表示を取り扱い、ベクトルとその演算についての理解を深める。さらに、位置ベクトルを活用することによって、図形の性質の考察において形式的な処理ができることを理解できるようにし、いろいろな平面図形の性質の考察にベクトルを活用できるようにする。ベクトル方程式を取り扱うことも考えられる。

なお、「数学A」の「(1) 図形の性質」では、三角形や円に関する基本的な性質を取り扱っている。また、「数学II」の「(2) 図形と方程式」では、座標平面上の図形を方程式を用いて表現し、図形の性質や位置関係について考察する力を培っている。これらの内容を学習していない場合には、ベクトルを成分で表したり、基本的な平面図形の性質や関係をベクトルを用いて表現したりする際に配慮が必要である。

ベクトルの内積及びその基本的な性質について理解するとともに、ベクトルやその内積の基本的な性質などを用いて、平面図形や空間図形の性質を見いだしたり、多面的に考察したりすること（ア(イ)、イ(イ)）

二つのベクトルのなす角や成分表示に関連付けて、ベクトルの内積の意味や、次の基本的な性質について理解できるようにし、平面図形や空間図形の性質の考察にベクトルやその内積の基本的な性質などを活用できるようにする。

- ・  $\vec{a} \cdot \vec{a} = |\vec{a}|^2$
- ・  $\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{b} \cdot \vec{a}$
- ・  $(k\vec{a}) \cdot \vec{b} = \vec{a} \cdot (k\vec{b}) = k(\vec{a} \cdot \vec{b})$
- ・  $\vec{a} \cdot (\vec{b} + \vec{c}) = \vec{a} \cdot \vec{b} + \vec{a} \cdot \vec{c}$

指導に当たっては、既習の図形の性質を取り上げたり、ベクトルを用いた証明と初等幾何による証明などを比較したりすることを通して、数学的な手法の広がりや認識できるようにし、図形の性質を多面的に考察できるようにすることが大切である。例えば、三角形の3つの中線は1点で交わることの初等幾何による証明とベクトルを用いた証明とを対比したり、内積を活用した平面図形の性質の考察として、三角形の各頂点からそれぞれの対辺に下ろした3つの垂線が1点で交わることやひし形の対角線は垂直に交わることなどを取り扱ったりすることが考えられる。「数学II」を履修している場合には、 $\cos(\alpha - \beta) = \cos\alpha \cos\beta + \sin\alpha \sin\beta$  となることをベクトルとその内積を用いて示すことも考えられる。具体的には、単位円周上の2点  $(\cos\alpha, \sin\alpha)$ ,  $(\cos\beta, \sin\beta)$  と原点とを結ぶ2つのベクトルの内積を、2通りの表し方で表現することによって  $\cos(\alpha - \beta) = \cos\alpha \cos\beta + \sin\alpha \sin\beta$  の式を導くことができる。空間図形の考察としては、例えば、正四面体  $OABC$  において、 $OA \perp BC$  を示すことなどが考えられる。空間図形の考察においては、それまでの学習履歴を踏まえた上で、具体物を利用するなどより丁寧な指導が必要である。

### 座標及びベクトルの考えが平面から空間に拡張できることを理解すること（ア（ウ））

空間座標の概念を導入し、その意味や表し方について理解できるようにするとともに、成分や内積などの平面上のベクトルの考えを空間に拡張して空間ベクトルを理解できるようにする。ここでは、平面ベクトルと対比し、空間のベクトルが平面のベクトルの拡張であることが理解できるようにすることに重点を置く。

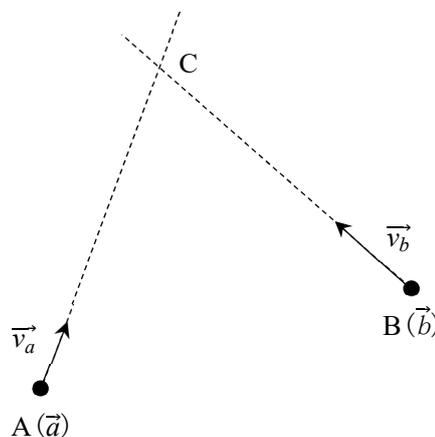
中学校第1学年では、平面における座標の意味を学習するとともに、観察、操作や実験などの活動を通して、空間図形について取り扱っている。また、「数学Ⅰ」の「図形と計量」で、三角比を用いて簡単な空間図形の計量を取り扱っている。さらに、「数学A」で「図形の性質」を学習している場合には、空間における直線や平面の位置関係やなす角、多面体などについて、また、「数学と人間の活動」を学習している場合には、平面や空間において点の位置を表す座標の考え方について取り扱っている。一方、「数学A」で「数学と人間の活動」を学習していない場合には、空間における点の位置を、座標を用いて表すことはここで初めて学習することになる。空間座標の概念の導入の指導に当たっては、平面における座標の意味を基にしながら、空間における点の位置も、平面における点の位置と同じように、一点で交わる3本の数直線を軸として、その点に三つの数の組を対応させることによって表現できることを理解できるようにすることが大切である。

また、平面のベクトルと同様に、空間内の有向線分で、その位置を問題にしないで向きと大きさだけを考えたものが空間のベクトルであり、空間のベクトルも平面のベクトルと同様の演算法則が成り立つことを理解できるようにする。その上で、ベクトルの加減や内積などの成分による表し方を、平面の場合から類推し、統合的・発展的に考察することが考えられる。

### 数量や図形及びそれらの関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、ベクトルやその内積の考えを問題解決に活用すること（イ（ウ））

日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、ベクトルやその内積の考えを問題解決に活用したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりする問題を取り扱う。

例えば、海面上を航行する2つの帆船A、Bそれぞれの速度ベクトルを $\vec{v}_a$ 、 $\vec{v}_b$ 、秒速を $|\vec{v}_a|$  m、 $|\vec{v}_b|$  mとする。この2つの帆船がこのままの速度で進んだ場合、2つの帆船が衝突するかどうかを調べる方法について考察することなどが考えられる。例えば、2つの帆船の初めの位置をそれぞれ $A(\vec{a})$ 、 $B(\vec{b})$ とし、点Aから $\vec{v}_a$ の方向に、また点Bから $\vec{v}_b$ の方向にそれぞれひいた直線の交点をCとする。帆船Aは $s$ 秒後に、帆船Bは $t$ 秒後にそれぞれ点Cの位置にいるとすると、点Cの位置ベクトルは実数 $s$ 、 $t$ を用いて



$\vec{a} + s\vec{v}_a$  または  $\vec{b} + t\vec{v}_b$  と表せる。それゆえ、2つの帆船を点とみたとき、それらが衝突する条件は  $s=t$  と定式化することができ、2つの帆船が衝突するかどうかを調べる一つの方法は、このような実数  $s$  (または  $t$ ) が存在するかどうかを調べることである。また、もし仮にこの2つの帆船が  $k$  秒後に点  $C$  で衝突するならば、 $\overrightarrow{AC} = k\vec{v}_a$ ,  $\overrightarrow{BC} = k\vec{v}_b$ ,  $\overrightarrow{AB} = k(\vec{v}_a - \vec{v}_b)$  となることから、2つの帆船が衝突するかどうかは、点  $A$  から  $\vec{v}_a - \vec{v}_b$  (もしくは点  $B$  から  $\vec{v}_b - \vec{v}_a$ ) のベクトルを伸ばし、その延長線上に相手側の点が存在するかどうかを調べることも確かめられる。他にも、 $p$  秒後の2つの帆船  $A, B$  の位置ベクトルを  $A' (\vec{a} + p\vec{v}_a)$ ,  $B' (\vec{b} + p\vec{v}_b)$  とし、この2点間の距離に着目することで、2つの帆船が衝突する条件を  $|A'B'| = 0$  と定式化することもできる。このような2点間の距離に着目した定式化は、2つの物体の大きさを考慮する際に特に有効である。さらに、潮の流れがある場合や風の影響がある場合について考察することも考えられる。

このように、数量や図形及びそれらの関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、ベクトルやその内積の考えを問題解決に活用することで、ベクトルやその内積の有用性を認識したり、意思決定の手法として活用したりできるようにする。

また、生徒の特性等によって、本科目の「(3) 数学的な表現の工夫」の行列とベクトルを関連させて取り扱うことも考えられる。

## (2) 平面上の曲線と複素数平面

### (2) 平面上の曲線と複素数平面

平面上の曲線と複素数平面について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、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) 放物線、楕円、双曲線が二次式で表されること及びそれらの二次曲線の基本的な性質について理解すること。

(イ) 曲線の媒介変数表示について理解すること。

(ウ) 極座標の意味及び曲線が極方程式で表されることについて理解すること。

(エ) 複素数平面と複素数の極形式、複素数の実数倍、和、差、積及び商の図形的な意味を理解すること。

(オ) ド・モアブルの定理について理解すること。

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) 放物線、楕円、双曲線を相互に関連付けて捉え、考察すること。

(イ) 複素数平面における図形の移動などに関連付けて、複素数の演算や累乗根などの意味を考察すること。

(ウ) 日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、コンピュータなどの情報機器を用いて曲線を表すなどして、媒介変数や極座標及び複素数平面の考えを問題解決に活用したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること。

[用語・記号] 焦点, 準線

「数学Ⅱ」の「(2) 図形と方程式」において、座標平面上の図形を方程式を用いて表現し、図形の性質や位置関係について考察する力を養っている。

ここでは、幾何学的な定義に基づいて導き出された二次曲線の方程式とその概形について考察し、二次曲線の基本的な性質を理解できるようにする。また、曲線を表す式として媒介変数を用いた式や極方程式を理解できるようにし、それらを具体的な事象の考察に活用する力を養う。

複素数については、「数学Ⅱ」の「(1) いろいろな式」で、その概念や演算について取り扱い、さらに二次方程式の解の性質や簡単な高次方程式の解を求める方法について取り扱っている。ここでは、複素数平面を用いて複素数を図表示し、複素数の実数倍、和、差、積及び商の幾何学的な意味を理解できるようにし、ド・モアブルの定理を取り扱う。

放物線、楕円、双曲線が二次式で表されること及びそれらの二次曲線の基本的な性質について理解するとともに、放物線、楕円、双曲線を相互に関連付けて捉え、考察すること（ア（ア）、イ（イ））

考察の範囲を直線や円から放物線、楕円、双曲線まで広げ、幾何学的な定義に基づいて曲線の方程式を導き、それぞれの曲線の基本的な性質を理解できるようにするとともに、解析幾何学的方法についての理解を深める。ただし、二次曲線を回転させて考察することは含まれない。

例えば、放物線については、座標平面上の定点  $F(p, 0)$  と、 $F$  を通らない定直線  $l(x = -p)$  までの距離が等しい点の軌跡として定義し、放物線の方程式の標準形  $y^2 = 4px$  を導く。なお、「数学 I」の二次関数のグラフが放物線であることを確認しておくことも大切である。

楕円については、座標平面上の相異なる 2 定点  $F(c, 0)$ 、 $F'(-c, 0)$  からの距離の和が一定 ( $=2a$ ) である点の軌跡として定義し、楕円の方程式の標準形  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 (b^2 = a^2 - c^2)$  を導く。このほかに、中心が原点で半径が  $a$  の円を、 $y$  軸方向に  $b/a$  倍して標準形を導くことも考えられる。

また、双曲線については、座標平面上の相異なる 2 定点  $F(c, 0)$ 、 $F'(-c, 0)$  からの距離の差が一定 ( $=2a$ ) である点の軌跡として定義し、双曲線の方程式の標準形  $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$

( $b^2 = c^2 - a^2$ ) を導く。なお、双曲線の漸近線の存在やその方程式を導く際には、直観的に理解できるようにする。例えば、双曲線がその中心から遠ざかるにつれて、次第に一定の直線に接近していく様子をコンピュータなどの情報機器を用いて確認することが考えられる。

このようにして導き出した放物線、楕円、双曲線がいずれも 2 つの変数  $x$ 、 $y$  の二次方程式で表されることから、二次曲線という代数的な一つ概念にまとめられることを理解できるようにする。また、これらの曲線は、円錐をその頂点を通らない平面で切ったときの切り口にできる曲線であることから円錐曲線ともいわれることや、点  $P$  から定点  $F$  までの距離と、点  $P$  から  $F$  を通らない定直線  $l$  までの距離の比の値（離心率）によって分類できることなどを取り扱うことも考えられる。これらを通して放物線、楕円、双曲線を相互に関連付けて捉え、考察する力を養う。

### 曲線の媒介変数表示について理解すること（ア（イ））

平面上の曲線  $C$  が一つの変数、例えば  $t$  を用いて  $x = f(t)$ 、 $y = g(t)$  の形に表されたとき、この表し方を曲線  $C$  の媒介変数表示といい、変数  $t$  を媒介変数という。このとき、2 つの変数  $x$ 、 $y$  は、独立して変化するものではなく、 $t$  を媒介としていることから、 $t$  の値を一つ決めることによってそれに対応する  $x$ 、 $y$  の値の組が一つに決まる関係であることを理解できるようにする。また、放物線や楕円などの二次曲線を媒介変数で表示するだけでなく、媒介変数表示以外では表すことの難しい曲線として、例えばサイクロイド曲線を取り上げ、媒介変数を用いればいろいろな曲線を式で表せることなど、媒介変数表示のよさを理解できるようにすることが考えられる。

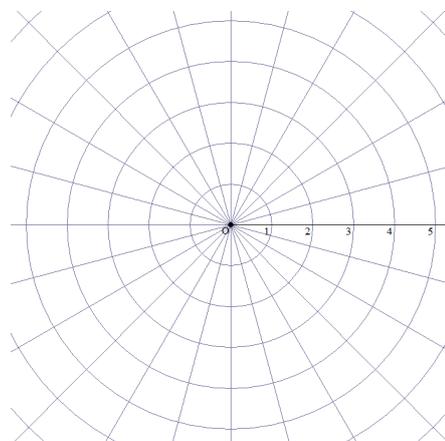
サイクロイド曲線を取り扱う際には、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして、円が定直線上をすべることなく転がる様子やその円周上の点の動く様子を観察するなどし

て、半径  $a$  の円が直線上をすべることなく  $\theta$  だけ回転したとき、円の中心は  $x$  軸方向に  $a\theta$  だけ平行移動していることや、円周上の点の座標は  $\theta$  を用いて  $x=a(\theta - \sin \theta)$ ,  $y=a(1 - \cos \theta)$  と表せることなどを理解できるようにすることが大切である。簡単な曲線については、対応表にしたがって点をプロットしてかくことも有用である。また、サイクロイド曲線は、その一部が最速降下曲線（曲線に沿って物を転がしたとき最も速く転がり落ちる曲線）の特徴をもつことなどを紹介することも考えられる。

### 極座標の意味及び曲線が極方程式で表されることについて理解すること（ア（ウ））

平面上の点の座標の新たな表し方として極座標による表し方や、直線や曲線の新たな表し方として極方程式による表し方を理解できるようにする。また、極座標  $(r, \theta)$  と直交座標  $(x, y)$  との関係  $x=r \cos \theta$ ,  $y=r \sin \theta$  についても取り扱う。

平面上に点  $O$  と半直線  $OX$  を定めると、平面上の  $O$  以外の任意の点  $P$  の位置は、 $OP$  の長さ  $r$  と、 $OX$  から  $OP$  へ測った角  $\theta$  で決まる。このとき、二つの数の組  $(r, \theta)$  を点  $P$  の極座標といい、定点  $O$  を極、半直線  $OX$  を始線、角  $\theta$  を偏角という。偏角  $\theta$  の大きさは弧度法を用いて表す。平面上の点の位置が、基準点からの距離と基準線からの角度で定まることを理解できるようにするために、右の図のような極座標グラフを用いて、点の位置を極座標で表したり、極座標をもとに点を図示したりすることなどが考えられる。



また、平面上の図形  $F$  が極座標に関する方程式を満たす点の集合であるとき、その方程式を図形  $F$  の極方程式という。極方程式の意味を理解できるようにするために、対応表にしたがって極座標グラフ上に点をプロットしたり、式とグラフを相互に関連付けて考察したりすることが考えられる。また、アルキメデスの渦巻線  $r=\theta$  などについても対応表にしたがって極座標グラフ上に点をプロットしたり、式とグラフを相互に関連付けて考察したり、コンピュータなどの情報機器を用いるなどして曲線をかいたりすることで、極方程式の意味やよさについての理解を深めることも考えられる。ただし、曲線の極方程式は生徒には分かりづらいところもあるので、極方程式のよさを感じ取ることでできる曲線を取り扱うようにすることが大切である。

### 複素数平面と複素数の極形式、複素数の実数倍、和、差、積及び商の図形的な意味を理解するとともに、複素数平面における図形の移動などに関連付けて複素数の演算などの意味を考察すること（ア（I）、イ（I））

座標平面上の点に複素数を対応させることにより複素数平面を導入し、複素数平面上の各点が複素数を表していることを理解できるようにするとともに、図形の移動などに関連付けて複素数の演算などの意味を考察する力を養う。指導に当たっては、複素数の図形的な意味を理解し、複素数も実数と同様、仮想の数でないことを理解できるようにすること

が大切である。

例えば、複素数の和や差を式で表し、式の意味を読み取ったり、複素数平面上の点の位置を比べたりすることを通して、複素数  $z$  に  $a=a+bi$  を加えることは、点  $z$  を実軸方向に  $a$ 、虚軸方向に  $b$  だけ平行移動した点に移すことであることなど、複素数の和や差の図形的な意味を理解できるようにする。

さらには、複素数  $z$  の絶対値を  $r$ 、偏角の大きさを  $\theta$  として、 $z$  の極形式

$$z=r(\cos\theta+i\sin\theta)$$

を導く。さらに、二つの複素数の積、商が

$$z_1z_2=r_1r_2\{\cos(\theta_1+\theta_2)+i\sin(\theta_1+\theta_2)\}$$

$$\frac{z_1}{z_2}=\frac{r_1}{r_2}\{\cos(\theta_1-\theta_2)+i\sin(\theta_1-\theta_2)\}$$

で与えられることを三角関数の加法定理を用いて導き、 $z$  に  $a=r_0(\cos\theta_0+i\sin\theta_0)$  をかけることは、点  $z$  を原点のまわりに  $\theta_0$  だけ回転し、原点からの距離を  $r_0$  倍した点に移すことであることなど、複素数の積や商の図形的な意味を理解できるようにする。特に、 $z$  に  $i$  をかけることは、点  $z$  を原点のまわりに  $90^\circ$  回転させることであることを理解できるようにする。

なお、本科目の「(1) ベクトル」を学習していれば、複素数の和、差及び実数倍の図表示を、ベクトルの和、差及び実数倍と関連付けて取り扱うこともできる。また、数学Ⅱを履修していない場合には、二つの複素数の積や商の指導に当たって三角関数の加法定理を補うなどの配慮が必要である。

**ド・モアブルの定理について理解するとともに、複素数平面における図形の移動などに関連付けて、累乗根の意味を考察すること (ア (オ), イ (イ))**

極形式による複素数の積の一般化として、ド・モアブルの定理

$$(\cos\theta+i\sin\theta)^n=\cos n\theta+i\sin n\theta \quad (n \text{ は整数})$$

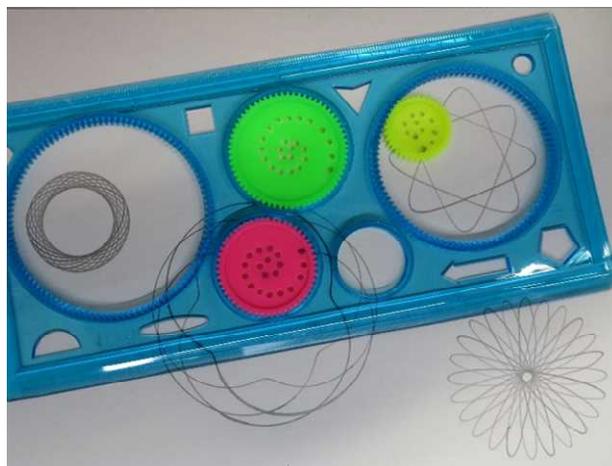
を導く。また、簡単な場合について、方程式  $z^n=1$  の解を複素数平面上に図示し、累乗根の図形的な意味を考察することを通して、1 の  $n$  乗根は単位円周上にあり、点 1 を頂点の一つとする正  $n$  角形の頂点を表す複素数であることを理解できるようにする。その際、例えば  $z^3=1$  などの具体的な場合についての考察から始め、数学的活動を通して生徒自身が  $z^n=1$  の解の意味を見いだすことができるようにすることが大切である。

これらの取り扱いを通して、複素数の諸演算が平面上の図形の移動などに関連付けられることを認識できるようにするとともに、極形式による表現のよさを理解できるようにする。

日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、コンピュータなどの情報機器を用いて曲線を表すなどして、媒介変数や極座標及び複素数平面の考えを問題解決に活用したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること (イ (ウ))

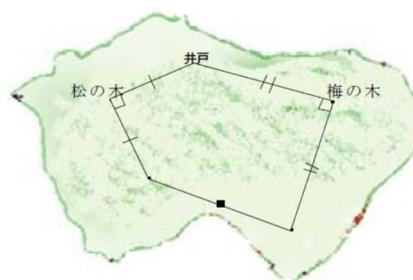
日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、媒介変数や極座標及び複素数平面の考えを問題解決に活用したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりする問題を取り扱う。

例えば、自転車のタイヤの外側の一点に蛍光塗料を塗り、夜に走っている様子を横から見たときに観察できる点の軌跡がサイクロイド曲線になることを媒介変数を用いて考察することが考えられる。この他にも、右の写真のような曲線をえがく道具やコンピュータなどの情報機器を用いて、内トロコイドや外トロコイドを実際に描いてみたり、その曲線の媒介変数表示を考察したりすることなども考えられる。



また、次のような「財宝探しの問題」を複素数を用いて考察することも考えられる。

ある島に井戸と松の木と梅の木がある。井戸から松の木まで歩いていき、左回りに90度向きを変え、同じ距離だけ進み、そこに杭を打つ。さらに、井戸から梅の木まで歩いていき、右回りに90度向きを変え、同じ距離だけ進み、そこに杭を打つ。この杭と杭の真ん中の地点に財宝を埋めたと、古文書には書いてある。その財宝を見付けようと、行ってみると松の木と梅の木はあるが、井戸が埋まってしまっていて、見付けられなかった。あなたは、財宝を見付けられるか。



### (3) 数学的な表現の工夫

#### (3) 数学的な表現の工夫

数学的な表現の工夫について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに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) 日常の事象や社会の事象などを、図、表、統計グラフなどを用いて工夫して表現することの意義を理解すること。

(イ) 日常の事象や社会の事象などを、離散グラフや行列を用いて工夫して表現することの意義を理解すること。

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) 図、表、統計グラフ、離散グラフ及び行列などを用いて、日常の事象や社会の事象などを数学的に表現し、考察すること。

[内容の取扱い]

(2) 内容の(3)の指導に当たっては、数学的活動を一層重視し、生徒の関心や多様な考えを生かした学習が行われるよう配慮するものとする。

急速に発展しつつある現代社会においては、事象を数学化し、数理的に問題を解決したり、批判的に考察したりすることの重要性がますます高まっている。小学校算数科では、「データの活用」領域を新設し、データを分類整理することや、表やグラフに表すこと、相対度数や確率の基になる割合を学習している。また、それらを活用して、日常生活の具体的な事象を考察し、その特徴を捉えたり、問題解決したりする力を養っている。また、中学校数学科では、第1学年で、目的に応じてデータを収集し、コンピュータを用いるなどしてデータを表やグラフに整理し、データの分布の傾向を読み取り、批判的に考察して判断する力を養っている。第2学年で、複数の集団のデータの分布に着目し、四分位範囲や箱ひげ図を用いてデータの分布の傾向を比較して読み取り批判的に考察して判断する力を養い、第3学年で、母集団から標本を取り出し、標本の傾向を調べることで母集団の傾向を推定し判断したり、調査の方法や結果を批判的に考察したりする力を養っている。

これらを踏まえ、「数学I」の「(4) データの分析」では、仮説検定の考え方などを取り扱い、データの傾向を把握して事象の特徴を表現する力や、主張の妥当性に、実験などを通して判断したり、批判的に考察したりする力などを培っている。また、「数学A」の「(2) 場合の数と確率」では、確率の性質などに基づいて事象の起こりやすさを判断したり、期待値を意思決定に活用したりする力を培うとともに、「数学B」の「(2) 統計的な推測」では、母集団の特徴や傾向を推測し判断するとともに、標本調査の方法や結果を批判的に考察する力、「(3) 数学と社会生活」では、日常の事象や社会の事象などを数学化し、数理的に問題を解決する力を養っている。

ここでは、これらの力を一層高めるために、日常の事象や社会の事象などを、図、表、

統計グラフ、離散グラフや行列などを用いて工夫して表現することの意義を理解し、それを基に事象を考察する力を養う。このことを通して、数学の有用性を一層認識できるようにする。

日常の事象や社会の事象などを、図、表、統計グラフなどを用いて工夫して表現することの意義を理解するとともに、それらを用いて、日常の事象や社会の事象などを数学的に表現し、考察すること（ア（7）、イ（7）、[内容の取扱い]（2））

データの種類に応じて適切な図、表、統計グラフなどの表現方法を選択したり、目的に応じて表現方法を工夫したりできるようにする。

例えば、データの種類や分析の目的に応じて、棒グラフ、折れ線グラフ、ヒストグラム、箱ひげ図、散布図などの図やグラフを選択し、表現方法を工夫することが考えられる。また、項目ごとの値を降順に並べた棒グラフとそれらの値の累積比率の折れ線グラフとを合わせた「パレート図」や、3つの変数の関係を同時に表現するために、散布図で2つの変数の関係を表し、点（円）の大きさで3つ目の変数を表す「バブルチャート」、クロス集計表（分割表）から各層を縦棒の積み上げグラフとして表し、横幅を各層の度数の合計に比例させた「モザイク図」などを扱うことも考えられる。指導に当たっては、初めからこれらの図やグラフを提示するのではなく、既に知っている図やグラフではどのような情報が読み取りにくいかなどを考え、表現の改善点や改善方針を見いだすことができるようにすることが大切である。

なお、図やグラフの作成には、コンピュータなどの情報機器を積極的に用いるようにする。

日常の事象や社会の事象などを、離散グラフや行列を用いて工夫して表現することの意義を理解するとともに、それらを用いて、日常の事象や社会の事象などを数学的に表現し、考察すること（ア（4）、イ（7）、[内容の取扱い]（2））

日常の事象や社会の事象などを、離散グラフや行列を用いて表現し、考察する力を養う。ここでいう離散グラフとは、頂点と、頂点と頂点を結ぶ辺で構成された図のことである。例えば、一筆書きや地図の塗り分けの問題を、離散グラフを用いて表現し、考察することが考えられる。他に、総当り戦の試合進行、最短経路の探索、数理パズルなどに関する話題を取り扱うことも考えられる。

行列についても、日常の事象や社会の事象などに見られる要素やその関係、計算などを表現する方法として取り扱う。例えば、AからEの5人に自分以外の4人それぞれについて「親しいと思うか」、「信頼できると思うか」を尋ね、その回答を下図のように行列で表したり、これら2つの行列の和の意味について考察したりすることが考えられる。

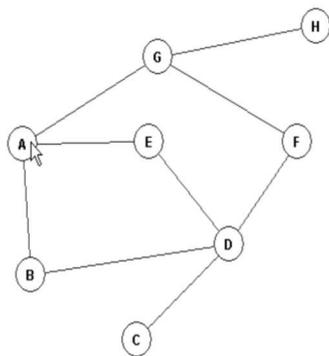
$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccccc}
 & A & B & C & D & E \\
 A & \left( \begin{array}{ccccc} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{array} \right) \\
 B \\
 C \\
 D \\
 E
 \end{array}
 &
 \begin{array}{ccccc}
 & A & B & C & D & E \\
 A & \left( \begin{array}{ccccc} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{array} \right) \\
 B \\
 C \\
 D \\
 E
 \end{array}
 \end{array}$$

また、他にも、スマートフォンを購入する際に、候補となる製品を下の表のようなくつかの視点から評価し、どの製品を購入すればよいかを検討する場面に行列を利用することが考えられる。表の総得点は、各機能の重要度と製品の評価の積の総和であるが、これは重要度（重み付け）の行列と、各機能に対する評価の行列の積と考えることができる。

		重要度	製品A	製品B	製品C
機能	画面が大きい	5	3	4	2
	カメラの画質がよい	3	4	5	3
	充電電池の持ちがよい	2	3	1	5
総得点			33	37	29

$$(5 \ 3 \ 2) \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 3 \end{pmatrix} = 33$$

さらには、次のように離散グラフと行列とを関連させて取り扱うことも考えられる。例えば、文化祭などでのイベント会場の順路を設計する問題を取り扱うことが考えられる。具体的には、下の図のように、幾つかの会場に別れて行われるイベントの地図を、会場を頂点、会場間を結ぶ通路を辺とする離散グラフで表し、同じ通路を2回使用しない順路や同じ会場に2回訪れない順路を探したり、そのような順路が存在する条件を考えたりする。さらに、離散グラフを行列で表現し、その行列の積が二つの会場を結ぶ経路の数の数え上げに利用できることを考察する。なお、行列の計算では必要に応じてコンピュータなどの情報機器を用いるようにする。



	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	1	0	0	1	0	1	0
B	1	0	0	1	0	0	0	0
C	0	0	0	1	0	0	0	0
D	0	1	1	0	1	1	0	0
E	1	0	0	1	0	0	0	0
F	0	0	0	1	0	0	1	0
G	1	0	0	0	0	1	0	1
H	0	0	0	0	0	0	1	0

指導に当たっては、例えば行列の演算方法や離散グラフを用いた考察の仕方などを一方的に教え込むのではなく、このような数学的な表現を工夫して用いることで、能率的に処理したり、事象の様子を的確に伝えたりすることができることを認識できるようにするとともに、数学的活動を一層重視し、生徒が充実感や達成感をもって学習が進められるようにすることが大切である。

#### (4) 履修上の注意事項

この科目の履修については、その取扱いが [内容の取扱い] (1) で、次のように示されている。

(1) この科目は、内容の(1)から(3)までの中から適宜選択させるものとする。

この科目は、標準単位数は2単位である。履修に当たっては、生徒の特性や学校の実態、単位数等に応じて、内容の(1)から(3)までの中から適宜、適切な内容を選択させることとしている。なお、目標の(1)及び(2)については、選択した内容に応じた資質・能力の育成を目指すものとする。

## 第3章 各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い

### 第1節 指導計画作成上の配慮事項

教育課程の編成及び指導計画の作成に当たって一般的に配慮すべき事項は、学習指導要領第1章総則に示されており、また、高等学校数学科に関しては、第2章第4節数学第3款に「各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い」として示されている。

#### 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、数学的活動を通して、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、数学的な見方・考え方を働かせながら、日常の事象や社会の事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決し、学習の過程を振り返り、概念を形成するなどの学習の充実を図ること。

この事項は、高等学校数学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、高等学校数学科の特質に応じて、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。

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<sup>かん</sup>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出すために、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、といった観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。

高等学校数学科では、数学的な見方・考え方を働かせながら、事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決し、学習の過程を振り返り、概念を形成するなどの学習が充実されるようにすることが大切である。これは、生徒の数学学習に関わる目的意識をもった主体的活動というこれまで重視してきた数学的活動を学習指導においてより明確に反映させ、学習活動の質を向上させることを意図している。

授業の改善に当たっては、生徒自らが、問題の解決に向けて見通しをもち、粘り強く取り組み、問題解決の過程を振り返り、よりよく解決したり、新たな問いを見いだしたりするなどの「主体的な学び」を実現することが求められる。

また、事象を数学的な表現を用いて論理的に説明したり、よりよい考えや事柄の本質について話し合い、自身の考えをよりよい考えに高めたり事柄の本質を明らかにしたりするなどの「対話的な学び」を実現することが求められる。

さらに、数学に関わる事象や、日常生活や社会に関わる事象について、数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、新しい概念を形成したり、よりよい方法を見いだしたりするなど、新たな知識・技能を身に付けてそれらを統合し、思考、態度が変容する「深い学び」を実現することが求められる。

このような活動を通して生徒の「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」が実現できているかどうかについて確認しつつ一層の充実を求めて進めることが大切であり、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踏まえた上で指導計画等を作成することが必要である。

## 2 各科目の履修に関する配慮事項（順序、系統性への配慮）

- (2) 「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」を履修させる場合は、「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」の順に履修させることを原則とすること。
- (3) 「数学A」については、「数学Ⅰ」と並行してあるいは「数学Ⅰ」を履修した後に履修させ、「数学B」及び「数学C」については、「数学Ⅰ」を履修した後に履修させることを原則とすること。

ここでは、「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」及び「数学Ⅲ」の履修についての配慮事項を述べている。すなわち、これらの各科目の履修に当たっては、「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」の順に履修することを原則とする。ここで定めている各科目の履修の順序は、この教科の系統性に基つき、後に履修する科目の内容が前に履修する科目の内容を前提として定められていることによるものであり、生徒にはこの順序に則って履修させることが求められる。

なお、今回の改訂においても、高等学校数学科の各科目の履修学年については特に示していない。

(3)は、A、B、Cを付した科目の履修順序について述べている。「数学A」の履修については、従前と同じである。「数学B」及び「数学C」の履修については、「数学I」を履修した後に履修するという規定を設けているが、「数学I」以外の科目との履修の順序は規定していない。したがって、これらの科目については、生徒の特性や進路、学校の実態などに応じて、例えば、「数学B」と「数学C」を並行して履修することや「数学B」を履修せずに「数学C」を履修することなども可能である。

### 3 教科内の科目相互・他教科等との関連

(4) 各科目を履修させるに当たっては、当該科目や数学科に属する他の科目の内容及び理科、家庭科、情報科、この章に示す理数科等の内容を踏まえ、相互の関連を図るとともに、学習内容の系統性に留意すること。

(4)は、各科目を履修させるに当たっては、当該科目だけでなく、高等学校数学科に属する他の科目や理科、家庭科、情報科及び新たに設けられた理数科などの他教科についても、その内容相互の関連を図るとともに、学習内容の系統性に留意し、生徒の多様な特性等に適切に対応できるようにすることを求めたものである。

数学と他教科等との関連を踏まえることは重要で、数学で学習した知識や技能を他教科等の学習に活用したり、他教科の内容に関連した課題を設け解決したりすることによって、数学を学習する意義を実感できるようにするとともに、学習内容の理解を一層深めることができる。

また、各科目の内容に掲げる事項の順序は、指導の順序を示すものではないので、各事項のまとめ方、順序及び重点の置き方に適切な工夫を加えて、効果的な指導ができるよう配慮しなければならない。(学習指導要領第1章第2款3の(5)、3の(6))しかし、高等学校数学科においては、教科の性格上、各科目の内容に関する事項の間には系統性があるので、指導計画の作成に当たっては、系統的な指導が十分行われるよう配慮することが大切である。特に、「数学A」、「数学B」及び「数学C」を履修させる場合には、「数学I」、「数学II」及び「数学III」の内容との関連、「数学A」、「数学B」及び「数学C」の科目相互の内容との関連や、生徒の学習履歴及び内容の系統性を考えるなど、十分な配慮が必要である。

### 4 障害のある生徒などへの指導

(5) 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、児童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、小・中学校における特別支援学級、特別支援学校において、児童生徒の十分な学びを確保し、一人一人の児童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。

高等学校の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、高等学校数学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も配慮する必要がある。

例えば、高等学校数学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ことなどの工夫を行う。

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。

## 第2節 内容の取扱いに当たっての配慮事項

指導計画の作成及び実際の学習指導に当たって、一般的に配慮しなければならないことは、学習指導要領第1章総則第5款の5に示されている。

また、高等学校数学科に関しては、内容の取扱いに当たって配慮するものとして、同第2章第4節数学第3款の2及び3において示されている。

### 1 言語活動

(1) 各科目の指導に当たっては、思考力、判断力、表現力等を育成するため、数学的な表現を用いて簡潔・明瞭・的確に表現したり、数学的な表現を解釈したり、互いに自分の考えを表現し伝え合ったりするなどの機会を設けること。

高等学校数学科においては、生徒が既習の数学を活用して思考したり判断したりすることをよりよく行うことができるよう、言葉や数、式、図、表、グラフなどの数学的な表現を用いて、論理的に考察し表現したり、その過程を振り返って考えを深めたりする学習活動を充実させる。その際、数学的な表現を適切に用いることができるよう、具体的な事象を数学的に表現したり、処理したりする技能を高める学習活動の充実を図ることが考えられる。また、数学的な推論を的確に進めることができるよう、思考の過程や判断の根拠などを数学的な表現を用いて簡潔・明瞭・的確に表現して説明したり、数学的に表現されたものについて話し合っって解釈したりする学習活動の充実を図ることも考えられる。

このように問題解決の結果や過程、見いだした数や図形の性質などについて説明し伝え合う機会を設け、お互いの考えを改善したり、一人では気付くことのできなかつたことを協働して見いだしたりする機会を設けることに配慮する。こうした学習を通して、数学的に表現したり、それを解釈したりすることのよさを実感できるようにすることに配慮する。

### 2 情報機器の活用等に関する配慮事項

(2) 各科目の指導に当たっては、必要に応じて、コンピュータや情報通信ネットワークなどを適切に活用し、学習の効果を高めるようにすること。

(2)は、必要に応じて生徒が主体的にコンピュータや情報通信ネットワークなどを活用して数学の学習に取り組むことができるようにすることを述べたものである。なお、「など」には、例えば電卓（グラフ表示などができる電卓を含む。）が含まれる。

コンピュータや情報通信ネットワークなどの活用は指導方法や学習形態に多様な可能性をもたらすことになり、生徒一人一人を生かす個に応じた指導を行う上において、極めて有効である。

また、前述の「主体的・対話的で深い学び」の過程において、コンピュータなどを活用することも効果的である。例えば、一つの問題について複数の生徒の解答を大型画面で映して、どのような表現がよいかを考え自分の表現と比較したり、授業の終わりにその授業

を振り返って大切だと思ったことや疑問に感じたことなどをタブレット型のコンピュータに整理して記録しておき、一定の内容のまとめりと共に再度振り返ってどのような学習が必要かを自分で考えたりすることで主体的な学びを促すこともできる。

ただし、コンピュータ等を活用することで、問題の正解や結論が容易に得られることがあるので、コンピュータ等を用いる場合には、得られた結果を基にして「なぜ、そのような結果になるのか」を問い、理解を深めるようにすることが大切である。

### 3 用語・記号

(3) 各科目の内容の〔用語・記号〕は、当該科目で扱う内容の程度や範囲を明確にするために示したものであり、内容と密接に関連させて扱うこと。

(3)は、学習指導要領における用語・記号の示し方や指導上の配慮事項について述べたものである。

各科目の内容の〔用語・記号〕は、実際の指導に当たって扱うべきすべての用語・記号の基準を示したものではないことに注意する必要がある。学習指導要領では、数学の学習においてそれを使用することが必要と考えられる用語・記号や内容の取扱いを明確にするのに必要と考えられるものを取り上げた。そのため、「不定積分」や「定積分」のように、当該科目の内容として記述したものについては取り上げていない。

用語・記号に関する取扱いは、数学の指導において極めて重要であり、具体的な内容と関連付けるなど、その意味や内容が十分に理解でき、用語・記号を用いることのよさが把握できるよう指導することが必要である。

### 4 数学的活動の取組に関わる配慮事項

3 各科目の指導に当たっては、数学を学習する意義などを実感できるよう工夫するとともに、次のような数学的活動に取り組むものとする。

(1) 日常の事象や社会の事象などを数理的に捉え、数学的に表現・処理して問題を解決し、解決の過程や結果を振り返って考察する活動。

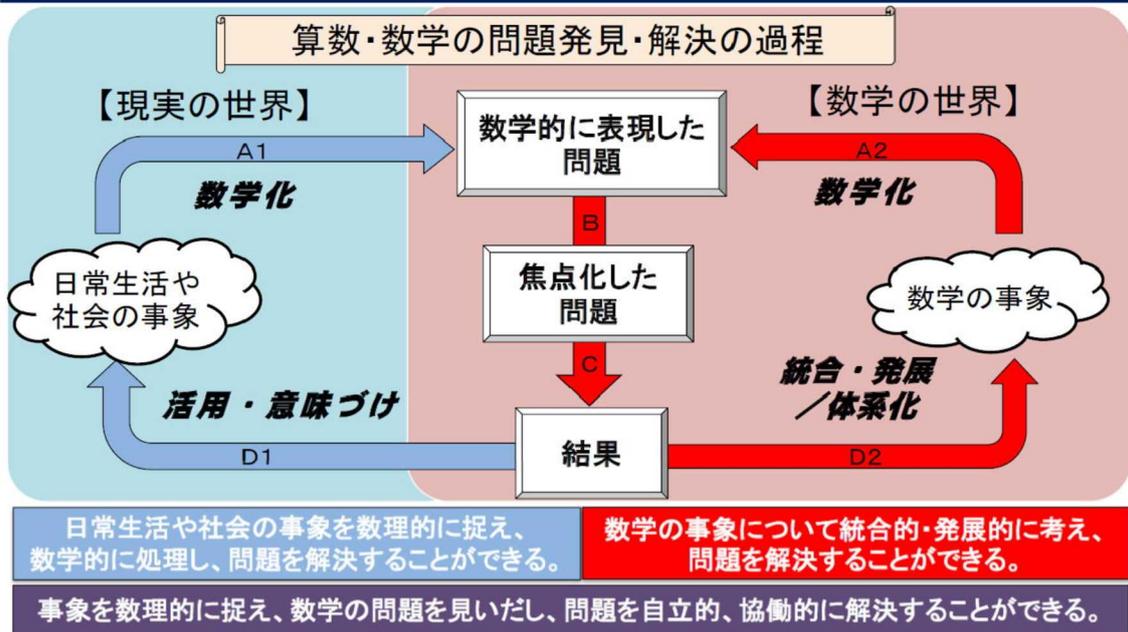
(2) 数学の事象から自ら問題を見だし解決して、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察する活動。

(3) 自らの考えを数学的に表現して説明したり、議論したりする活動。

数学的活動とは、「事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決する過程を遂行すること」である。従前の学習指導要領で述べた「数学学習に関する目的意識をもった主体的な活動」と本質的には変化していない。

数学的活動の配慮事項として三つの事項を上げている。

## 算数・数学の学習過程のイメージ



上の図と比較すると(1)はA1→B→C→D1のサイクルを表し、(2)はA2→B→C→D2のサイクルを表していることが捉えられる。数学の発展を歴史的に捉えると、(1)のサイクルと(2)のサイクルを別々に周るよりむしろ相互に乗り入れて発展することの方が多いと考えられる。実際の授業においても、教科書に記載されている「数学的に表現された問題」から取り掛かり、結果を得て既習の知識との関係を見直し、さらに問題を発展させて新たな結果を得た後に日常生活や社会の事象などに活用するなどの進み方が考えられる。いずれにしても生徒に学習の目的を感じ取らせ主体的な学習にすることに留意すべきである。

なお、「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」及び「数学Ⅲ」には課題学習を設け「内容を生活と関連付けたり発展させたりするなどした課題を設け、生徒の主体的な学習を促し、数学のよさを認識させ、学習意欲を含めた数学的に考える資質・能力を高めるようにする。」と規定されている。課題学習では、生活と関連付けた課題を設けたり、生徒の疑問を課題として取り上げたりすることなどが大切であり、(1)及び(2)のサイクルを意識するとともに、それぞれの場面で(3)で述べたような言語活動が重視されなければならない。

### 第3節 総則に関連する事項

#### 1 道徳教育との関連（第1章総則第1款2(2)の2段目）

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求し、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、高等学校数学科の目標との関連をみると、特に次のような点を指摘することができる。

高等学校数学科においては、教科の目標に「(2)数学を活用して事象を論理的に考察する力、事象の本質や他の事象との関係を認識し統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。」と述べられている。

生徒が事象を数学的に考察し筋道を立てて考え、表現する能力や、事象の本質を見だし考察して、得られた結果を他の事象から得られた結果との関係を考察して統合する能力は、自律的に物事を思考し判断することにつながるものであり、道徳的判断力の育成にも資するものである。また、高等学校数学科の目標に「創造性の基礎を養う」と述べられているように、高等学校数学科の学習を通じて、知的好奇心や豊かな感性、粘り強く考える態度を含め、創造性の基礎を養うことが意図されており、道徳教育の目指す方向と同じ方向を目指していると言うこともできる。

#### 2 学校設定科目（第1章総則第2款3(1)エ）

エ 学校においては、生徒や学校、地域の実態及び学科の特色等に応じ、特色ある教育課程の編成に資するよう、イ及びウの表に掲げる教科について、これらに属する科目以外の科目（以下「学校設定科目」という。）を設けることができる。この場合において、学校設定科目の名称、目標、内容、単位数等については、その科目の属する教科の目標に基づき、高等学校教育としての水準の確保に十分配慮し、各学校の定めるところによるものとする。

学校設定科目の名称、目標、内容、単位数等は各学校において定めるものとされているが、その際には、「その科目の属する教科の目標に基づき」という要件が示されていること、及び科目の内容の構成については関係する各科目の内容との整合性を図ることに十分配慮する必要がある。

高等学校数学科においては、教科の目標に基づいて科目を設け、生徒の特性や学科の特色及び学校の実態に応じた教育が一層進められるようにすることが期待される。例えば、

中学校の内容の習熟と高等学校数学への導入を目的とする科目（例：「高校数学入門」）を設けたり、大学との接続を考慮し高等学校数学の発展的・拡充的な内容を取り扱う科目（例：「線形代数学入門」、「解析学入門」など）を設けたりすることが考えられる。

### 3 必履修教科・科目の減単位（第1章総則第2款3（2）ア（ア））

ア 各学科に共通する必履修教科・科目及び総合的な探求の時間

(ア) 全ての生徒に履修させる各教科・科目（以下「必履修教科・科目」という。）は次のとおりとし、その単位数は、(1)のイに標準単位数として示された単位数を下らないものとする。ただし、生徒の実態及び専門学科の特色等を考慮し、特に必要がある場合には、「数学Ⅰ」及び「英語コミュニケーションⅠ」については2単位とすることができ、その他の必履修教科・科目（標準単位数が2単位であるものを除く。）についてはその単位数の一部を減じることができる。

第1章総則第2款3においては、必履修教科・科目及びその単位数について示している。ここに示されている各教科・科目は、課程や学科を問わず、全ての生徒に履修させる各教科・科目であり、標準単位数を下らない単位数を配当して履修させることとしている。ただし、生徒の実態及び専門教育を主とする学科の特色等を考慮し、「数学Ⅰ」及び「英語コミュニケーションⅠ」については、例外的に2単位とすることができるほか、その他の必履修教科・科目（標準単位数が2単位であるものを除く。）については、その単位数の一部を減じることができるとしている。

高等学校数学科の必履修科目「数学Ⅰ」については、原則として各学校においては標準単位数の3単位を確保することが望まれる。また、この特例を用いる場合でも、「(1) 数と式」、「(2) 図形と計量」、「(3) 二次関数」、「(4) データの分析」及び「課題学習」はすべて取り扱うなど教科及び科目の目標を実現できる範囲で行わなければならない。

### 4 学習指導要領で示されている内容を適切に選択して指導する場合の配慮事項（第1章総則第2款3（5）エ）

エ 学校においては、特に必要がある場合には、第2章及び第3章に示す教科及び科目の目標の趣旨を損なわない範囲内で、各教科・科目の内容に関する事項について、基礎的・基本的な事項に重点を置くなどその内容を適切に選択して指導することができる。

学習指導要領の第2章及び第3章に示す各教科・科目の内容に関する事項については、学校において、特に必要がある場合、その教科及び科目の目標の趣旨を損なわない範囲内で内容の一部を省略し、適切に選択して指導することができる。その際、指導に当たっては、基礎的・基本的事項を含む内容の適切な選択について十分に留意する必要がある。

内容の一部省略を認める場合の「特に必要がある場合」とは、第1章総則第2款3（2）アの必履修教科・科目の単位数の一部を減ずる措置を認める場合に限らないが、その認定に

については十分に慎重を期さなければならない。また、その場合にあっては無制限の内容省略を認めるものではなく、教科及び科目の目標の趣旨を損なわないよう十分配慮する必要がある。すなわち、高等学校数学科においては、その内容のすべてを履修する科目である「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」については、大項目についてはすべて取り扱うよう留意しなければならない。

## 5 義務教育段階での学習内容の確実な定着（総則第2款4（2））

生徒や学校の実態等に応じ、必要がある場合には、例えば次のような工夫を行い、義務教育段階での学習内容の確実な定着を図るようにすること。

- ア 各教科・科目の指導に当たり、義務教育段階での学習内容の確実な定着を図るための学習機会を設けること。
- イ 義務教育段階での学習内容の確実な定着を図りながら、必履修教科・科目の内容を十分に習得させることができるよう、その単位数を標準単位数の標準の限度を超えて増加して配当すること。
- ウ 義務教育段階での学習内容の確実な定着を図ることを目標とした学校設定科目等を履修させた後に、必履修教科・科目を履修させるようにすること。

本項では、従来に引き続き、学校や生徒の実態等に応じて義務教育段階の学習内容の確実な定着を図るための指導を行うことを指導計画の作成に当たって配慮すべき事項として示し、生徒が高等学校段階の学習に円滑に移行できるようにすることを重視している。

義務教育段階の学習内容の確実な定着を図る指導を行うことが求められるのは、「学校や生徒の実態等に応じ、必要がある場合」であり、全ての生徒に対して必ず実施しなければならないものではないが、前述の必要がある場合には、こうした指導を行うことで、高等学校段階の学習に円滑に接続できるようにすることが求められている。

これは、高等学校を卒業するまでに全ての生徒が必履修教科・科目の内容を学習する必要があるが、その内容を十分に理解するためには、義務教育段階の学習内容が定着していることが前提として必要となるものであることから、それが不十分であることにより必履修教科・科目の内容が理解できないということのないよう、必履修教科・科目を履修する際又は履修する前などにそうした学習内容の確実な定着を図れるようにする配慮を求めたものである。

例えば、「数学Ⅰ」では、指導において関連する中学校の内容を適宜取り入れ復習をした上で学習を進めたり、新たに学習した内容を踏まえて中学校の内容を見直したりすることが考えられる。例えば、「図形と計量」を取り扱う際に、中学校で学習した図形の相似や三平方の定理を復習した上で数学Ⅰの内容に入ったり、数学Ⅰの「図形と計量」の余弦定理を学習した後で改めて三平方の定理の意味を考えたりさせることが考えられる。また、生徒の特性等を踏まえ、標準単位数の標準の限度を超えて単位数を配当し、それぞれの内容に関連する中学校の内容を十分な時間をかけて確実な定着を図る機会を設けることも考えられる。さらに、義務教育段階での学習内容の確実な定着を図ることを目標とした学校設

定科目を設けて履修させ、その後「数学Ⅰ」を履修させることも考えられる。なお、学校設定科目を設けて義務教育段階の内容を取り扱う場合にも計算練習などだけにならないよう留意し、高等学校で学習する内容との関連を十分に踏まえることが大切である。

## 第2部

主として専門学科において開設  
される教科「理数」編

# 第1章 総説

## 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たりするIoTが広がるなど、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

で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つては、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。

### (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、自らの可能性を發揮し、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發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、学習を見直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 理数科改訂の趣旨及び要点

### 1 理数科改訂の趣旨

平成28年12月の中央教育審議会答申において、教育課程の改訂の基本的な考え方、今回の改訂で充実すべき重要事項等が示されるとともに、各教科等の主な改善事項が示された。このたびの主として専門学科において開設される教科「理数」（以下、「理数科」という。）の改訂は、これらを踏まえて行ったものである。答申の中では、数学及び理科の具体的な改善事項、専門教育に関する各教科・科目の具体的な改善事項については、次のように示されている。

#### 3 算数・数学

##### (2) 具体的な改善事項

###### ①教育課程の示し方の改善

###### i) 資質・能力を育成する学びの過程についての考え方

○ 資質・能力を育成していくためには、学習過程の果たす役割が極めて重要である。算数科・数学科においては、「事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決し、解決過程を振り返って概念を形成したり体系化したりする過程」といった数学的に問題解決する過程が重要である。

○ この数学的に問題解決する過程は、別添4-3に示したとおり、日常生活や社会の事象を数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決し、解決過程を振り返り得られた結果の意味を考察する、という問題解決の過程と、数学の事象について統合的・発展的に捉えて新たな問題を設定し、数学的に処理し、問題を解決し、解決過程を振り返って概念を形成したり体系化したりする、という問題解決の過程の二つのサイクルが相互に関わり合って展開する。その際、これらの各場面で言語活動を充実し、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。また、これらの過程については、自立的に、時に協働的に行い、それぞれに主体的に取り組めるようにすることが大切である。このことにより、資質・能力が育成されるよう指導の改善を図ることが重要である。

○ より具体的には、これらの問題解決の過程において、よりよい解法に洗練させていくための意見の交流や議論など対話的な学びを適宜取り入れていくことが必要であるが、その際にはあらかじめ自己の考えを持ち、それを意識した上で、主体的に取り組むようにし、深い学びを実現することが求められる。

###### ii) 指導内容の示し方の改善

○ 「内容」に関しては、育成を目指す「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」がより明確となり、それらを育成するための学習過程の改善が図られるよう、どのような「数学的な見方・考え方」を働かせて数学的活動を行い、どのような「知識・技能」及び「思考力・判断力・表現力等」を身に付けることを目指すのかを示していくことが必要である。その上で、「内容」の系統性、「内容」と育成され

る資質・能力とのつながり及びこれまでに明らかになっている課題などを意識した「内容」の構成，配列にすることが求められる。

## ②教育内容の改善・充実

### i) 科目構成の見直し

○ 高等学校の「数学活用」については，開設されている学校が少ないことや，スーパーサイエンスハイスクールなどの取組で成果を上げている課題研究と同様の趣旨の「理数探究」及び「理数探究基礎」が新設されることに伴い廃止する。ただし，「数学活用」は事象を数理的に考察する能力や数学を積極的に活用する態度などを育てる内容で構成されており，これらは今回の改訂でも重視すべきことであることから，新たに「数学C」を設けて高等学校数学科を「数学Ⅰ」，「数学Ⅱ」，「数学Ⅲ」，「数学A」，「数学B」，「数学C」に再編するとともに，「数学活用」の内容をその趣旨などに応じてそれぞれ「数学A」，「数学B」，「数学C」に移行することが適当である。なお，高等学校数学科の必修科目は「数学Ⅰ」とする。

(別添4-4を参照)

○ 「数学C」は，高等学校の多様な履修形態に対応し，活用面において基礎的な役割を果たす「データの活用」その他の内容で構成することが適当と考えられる。

○ なお，高等学校の統計的な内容については，特に情報科などとの連携を重視することが求められる。

### ii) 教育内容の見直し

○ 算数・数学を学ぶことは，問題解決の喜びを感得し，人生をより豊かに生きることにより寄与するものと考えられる。また，これからの社会を思慮深く生きる人間を育成することにも大きく貢献すると考えられる。このため，数学と人間との関わりや数学の社会的有用性についての認識が高まるよう，十分に配慮した内容としていくことが求められる。

○ これからの時代を生き抜くため，米国等ではSTEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) 教育の推進が図られており，その基盤に数学が位置付けられている。数学には，諸事象に潜む数理を見だし，それを的確に表現することへの大きな期待が寄せられている。また，PISA調査の読解力の定義が，読むテキストの形式として物語，論説などの「連続テキスト」と，表，図，ダイアグラムなどの「非連続テキスト」があり，両者を含めて読む対象とするとして，より広い言語観に立って規定されているなど，言語としての数学の特質が一層重視されてきており，このことに配慮する必要がある。

○ また，社会生活などの様々な場面において，必要なデータを収集して分析し，その傾向を踏まえて課題を解決したり意思決定をしたりすることが求められており，そのような能力を育成するため，高等学校情報科等との関連も図りつつ，小・中・高等学校教育を通じて統計的な内容等の改善について検討していくことが必要である。

- さらに、プログラミング教育については、他教科においても学習機会の充実に向けた検討がなされているところであるが、小学校の算数科においても、時代を超えて普遍的に求められる力であるプログラミング的思考を身に付けることが重要であると考えられる。そのため、プログラミング的思考と、算数科で身に付ける論理的な思考とを関連付けるなどの活動を取り入れることも有効である。

#### 4 理科

##### (2) 具体的な改善事項

###### ①教育課程の示し方の改善

###### i) 資質・能力を育成する学びの過程についての考え方

- 理科においては、高等学校の例を示すと、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。（別添5-4を参照）
- この学習過程の例で示す資質・能力については、「思考力・判断力・表現力等」として掲げてある探究の過程を実施するための力を中心に、「知識・技能」や「学びに向かう力・人間性等」についても加えた上で、それぞれの過程において主に必要とされる資質・能力に細分化して示したものである。
- 特に、このような探究の過程全体を生徒が主体的に遂行できるようにすることを目指すとともに、生徒が常に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ることや、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ることを重視すべきである。
- 学習過程については、必ずしも一方向の流れではなく、必要に応じて戻ったり、繰り返したりする場合があること、また、授業においては全ての学習過程を実施するのではなく、その一部を取り扱う場合があることに留意する必要がある。また、意見交換や議論など対話的な学びを適宜取り入れていくことが必要であるが、その際にはあらかじめ自己の考えを形成した上で行うようにすることが求められる。
- 小学校及び中学校においては、それぞれの発達の段階に応じて、学習過程の一部を省略したり統合的に取り扱ったりすることはあり得るものの、基本的には高等学校の例と同様の流れで学習過程を捉えることが必要である。

###### ii) 指導内容の示し方の改善

- 各内容項目について、どのような学習過程において、どのような「見方・考え方」を働かせることにより、どのような「知識・技能」及び「思考力・判断力・表現力等」を身に付けることを目指すのかを示していくことが必要である。その上で、内容の系統性ととも、育成を目指す資質・能力のつながりを意識した構成、配列となるようにする必要がある。

- 「学びに向かう力・人間性等」については、「知識・技能」，「思考力・判断力・表現力等」とは異なり，内容項目ごとに大きく異なるものではないことから，内容項目ごとに整理するのではなく，各学年や各分野の「目標」において整理されたものを，全ての内容項目において共通的に扱うこととするのが適当である。
- 三つの柱に沿って整理された資質・能力を総合的に育成する観点から，実際の指導の場面において留意すべき点等については，「指導計画の作成と内容の取扱い」において示していくことも必要である。

## ②教育内容の改善・充実

### i) 科目構成の見直し

- 高等学校理科の科目構成に関しては，新たに共通教科として「理数」を位置付け「理数探究」及び「理数探究基礎」を科目として設けることとしており，「理数探究」などが現行の理科の「理科課題研究」，数学科の「数学活用」及び専門教科「理数」の「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，「理科課題研究」については廃止する。
- 高等学校理科における他の科目については，各高等学校における開設状況や履修状況が望ましい方向に向かっていることから，現行どおりとすることが適当である。

### ii) 教育内容の見直し

- 国際調査において，日本の生徒は理科が「役に立つ」，「楽しい」との回答が国際平均より低く，理科の好きな子供が少ない状況を改善する必要がある。このため，生徒自身が観察・実験を中心とした探究の過程を通じて課題を解決したり，新たな課題を発見したりする経験を可能な限り増加させていくことが重要であり，このことが理科の面白さを感じたり，理科の有用性を認識したりすることにつながっていくと考えられる。
- また，現代社会が抱える様々な課題を解決するためにイノベーションが期待されており，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，米国等におけるSTEM教育の推進はその一例である。STEM教育においては，問題解決型の学習やプロジェクト型の学習が重視されており，我が国における探究的な学習の重視と方向性を同じくするものである。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あるが，観察・実験等を重視して学習を行う教科である理科がその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。
- さらに，子供たちが将来どのような進路を選択したとしても，これからの時代に共通に求められる力を育むために，小学校段階での理科で重視してきた問題解決の過程において，プログラミング的思考の育成との関連が明確になるように適切に位置付けられるようにするとともに，実施に当たっては，児童一人一人の学びが一層充実するものとなるように十分配慮することが必要である。

#### 1 4 主として専門学科において開設される各教科・科目

##### Ⅱ その他の専門教育に関する各教科・科目

- 職業以外の専門教育に関する各教科・科目についても、専門分野ごとに求められる資質・能力を、関係団体等との間で共有化しつつ、三つの柱を踏まえて各教科・科目の位置付けを明確化し、目標を示すこととする。
- また、専門教育を主とする学科の特色が一層生かされ、一人一人の生徒の進路に応じた多様な可能性を伸ばすために、より高度で専門的な学習ができる科目構成に見直すなどの改善を行う。
- 具体的には、例えば、専門教科「英語」においては、高度な発表、討論・議論、交渉等ができる総合的なコミュニケーションの力を高める学習の充実を図る観点から、「ディベート&ディスカッションⅠ・Ⅱ」を設けるなどの改善を行う。  
また、前述5. のとおり、各学科に共通する教科として「理数」を設定し、科目として「理数探究基礎」及び「理数探究」を位置付けることとしており、専門教科「理数」における「課題研究」については廃止する。

なお、理数に関する学科は、昭和42年10月に理科教育及び産業教育審議会においてなされた「高等学校における理科・数学に関する学科の設置について」の答申に基づき、昭和43年4月に初めて設置されて今日に至っている。

理数に関する学科の役割は、科学と数学に興味をもち、しかもその学習に対する相応の能力・適性があり、この方面の学習をより深めたいと希望する生徒に対して科学的、数学的な能力を高めることであり、そのような教育によって、我が国の科学技術教育の振興を図ることにある。改訂に当たっては、これらのことを踏まえ、社会の変化や時代の要請についても考慮した。

## 2 理数科改訂の要点

今回の改訂に当たっては、次のような点を重視した。

第1に、従前から引き続き、数学的、科学的に考察し表現する力などを養い、新しい進歩を生み出す創造的な力を育成することを重視することである。

第2に、理数科の目標及び各科目の目標を、「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」を踏まえて述べていることである。基本的な知識及び技能を確実に習得させるとともに、これらの活用や探究的な学習を一層重視して、思考力、判断力、表現力等を育成することは従前と同様である。

第3に、数学や理科の履修においては、生徒一人一人の興味・関心を深め、育成を目指す資質・能力を一層伸長するように配慮することである。

以上のような点に基づいて、理数科に属する科目を次のように改訂した。

数学的分野については、「理数数学Ⅰ」、「理数数学Ⅱ」及び「理数数学特論」で編成しており、これらの科目は高等学校学習指導要領第2章第4節数学に示されている各科目の内容を発展的、系統的にまとめたものである。

理数的分野については、「理数物理」、「理数化学」、「理数生物」及び「理数地学」で編成しており、これらの科目は高等学校学習指導要領第2章第5節理科に示されている各科目の内容を発展的、系統的にまとめたものである。

今回、新設した各学科に共通する教科「理数」に属する科目である「理数探究」を理数に関する学科の全ての生徒が原則として履修する科目とし、従前の理数科に属する科目である「課題研究」を廃止した。「理数探究」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・能力を育成するものである。また、総則において、「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（高等学校学習指導要領総則第2款の3(3)コ）としている。

なお、理数に関する学科の特色を十分に発揮できる学習を可能にするため、各科目の内容は大項目を示す程度にとどめているが、具体的な内容の取扱いについては、高等学校学習指導要領第2章第4節数学及び第5節理科の各科目の「内容」及び「内容の取扱い」を参照して扱うようにする。

### 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・考え方などを働かせ、数学的活動や観察、実験などを通して、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。

- (1) 数学及び理科における基本的な概念、原理・法則などについての系統的な理解を深め、探究するために必要な知識や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、数学的、科学的に考察し表現する力などを養うとともに創造的な力を高める。
- (3) 数学や理科などに関する事象や課題に向き合い、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を養う。

今回の改訂では、理数科において育成を目指す資質・能力を、「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」の三つの柱に沿って整理して示した。

この目標は、数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を働かせ、数学的活動や観察、実験などを通して、数学及び理科における基本的な概念、原理・法則などについて系統的な理解を深め、探究するために必要な知識や技能を身に付けること、数学的、科学的に考察し表現する力を養うとともに創造的な力を高めること、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を養うことを示している。

「様々な事象に関わり」とあるが、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なことである。

「数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を働かせ」とあるが、「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・空間的關係などの科学的視点で捉え、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。

また、「多角的、複合的に事象を捉え」とあるが、知的好奇心をもって様々な視点から事象を観察したり、数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を組み合わせて働かせたりするなどして、数学や理科における基本的な概念や原理・法則などについての系統的な理解を深める。さらに、このような概念等の理解の上に立って、様々な事象を数学的、科学的に考察し表現する力を伸ばし、生徒自らが創造的な力を高めることを示している。

「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を養う」とあるが、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新たな価値の創造にも期待が寄せられている。そのため、自ら課題を見いだしたり、未知のものに挑戦したりする態度を養うことが重要であり、理数科では、特にこのような態度を養う必要があることを示している。

## 第4節 理数科の科目編成

### 1 科目の編成

理数科は、次の7科目で編成されている。

理数数学Ⅰ  
理数数学Ⅱ  
理数数学特論  
理数物理  
理数化学  
理数生物  
理数地学

なお、以上の各科目の標準単位数については、設置者の定めるところによるものとして  
いるので、それを踏まえ各学校の実態や教育課程編成の方針に基づいて適切に定めるもの  
とする。

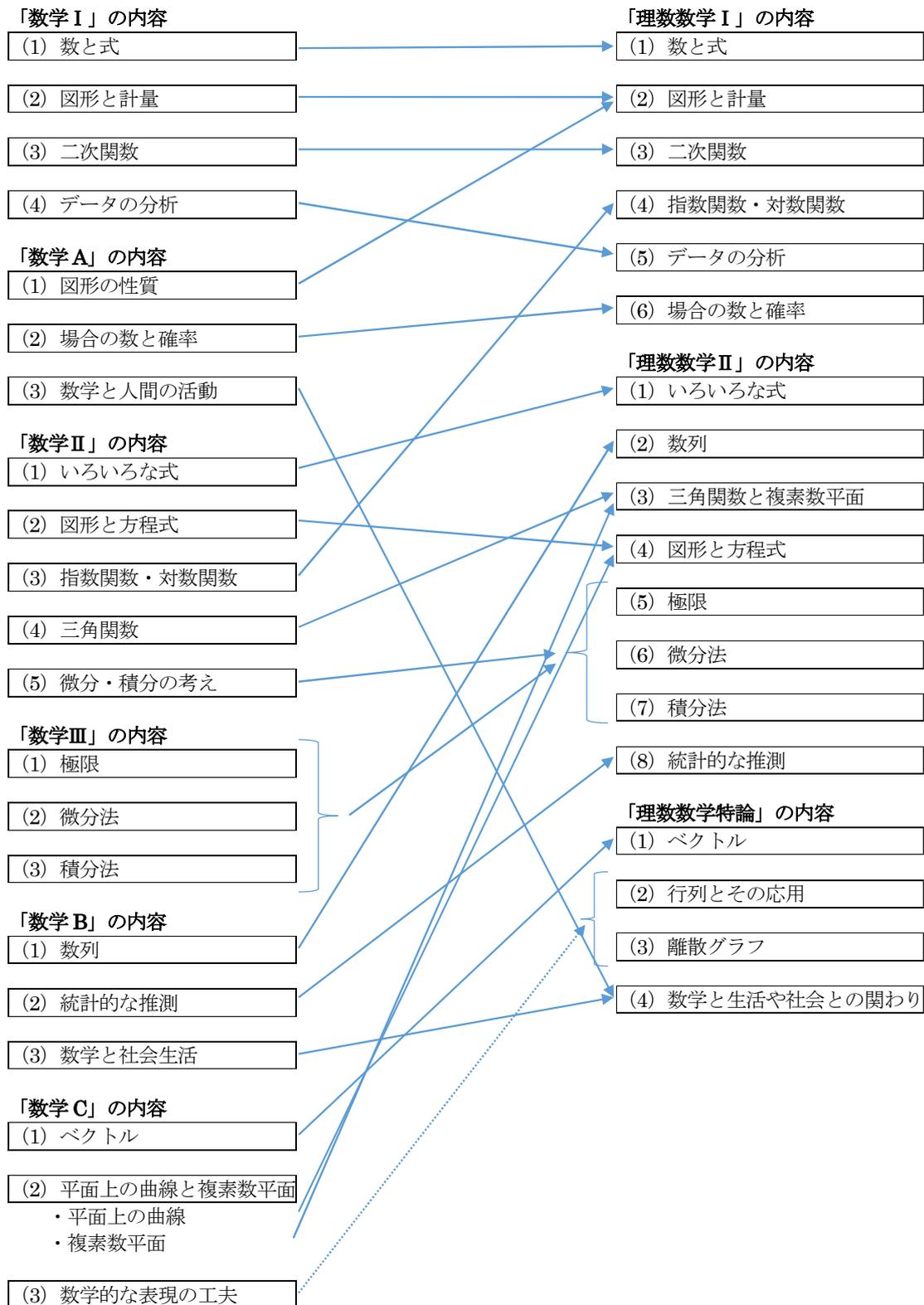
## 2 科目の履修

数学的分野については、「理数数学Ⅰ」及び「理数数学Ⅱ」を全ての生徒に履修させることを原則としている（学習指導要領第3章第9節第3款の1(2)）。また、理数科に属する各科目の履修年次については特に示していないが、「理数数学Ⅰ」の内容は、「数学Ⅰ」の内容を中心に、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」及び「数学A」の一部の内容を含み、これらを再編成して発展、拡充したものであることや、「理数数学Ⅰ」の履修をもって「数学Ⅰ」の履修に替えることができる（同第1章総則第2款の3(2)イ(イ)）ことなども踏まえる必要がある。さらに、「理数数学Ⅱ」及び「理数数学特論」は、原則として「理数数学Ⅰ」を履修した後に履修させることとしている（同第3章第9節第3款の1(4)）。

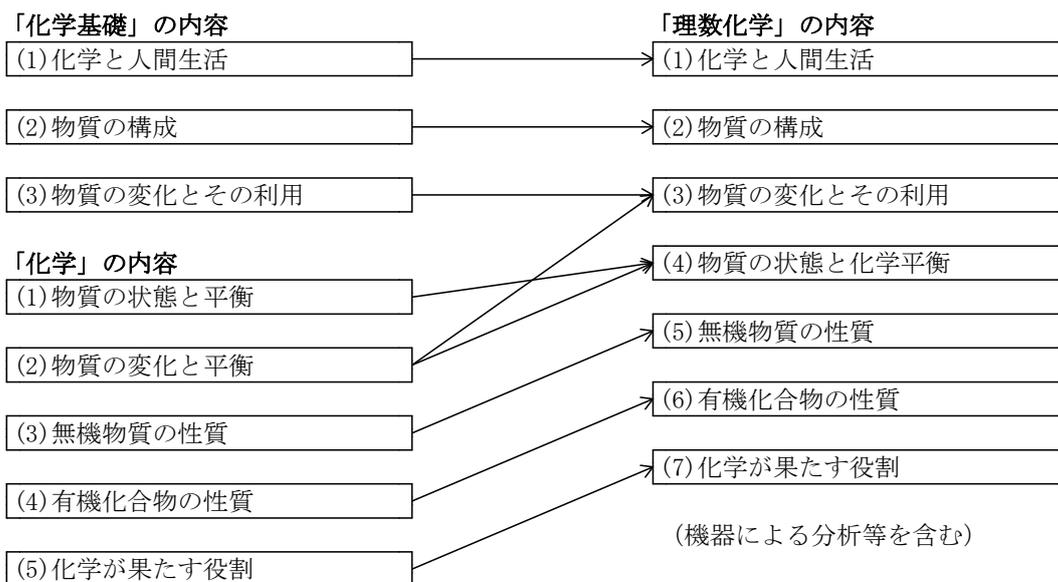
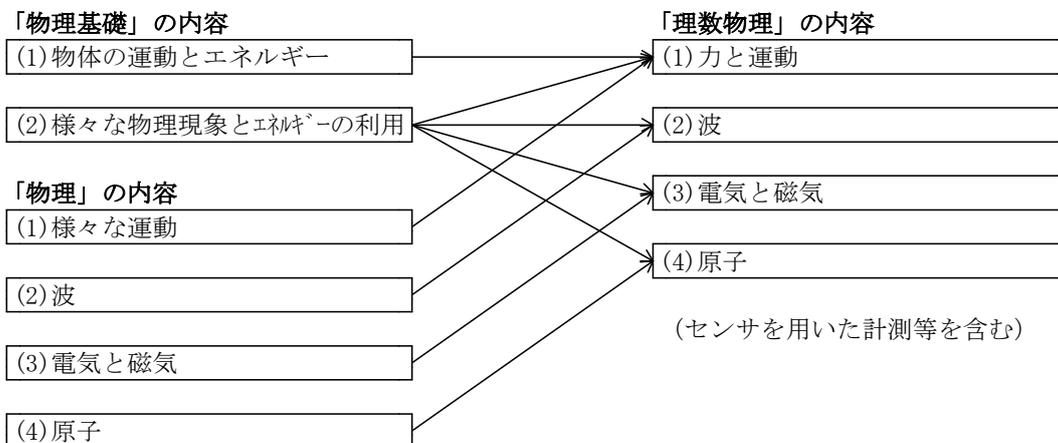
理数的分野については、「理数物理」、「理数化学」、「理数生物」及び「理数地学」のうちから3科目以上を履修させることを原則としている（同第3章第9節第3款の1(3)）。また、これら3科目以上の履修をもって、同第1章総則第3款の1(1)オの理科の必履修科目の履修に替えることができる（同第1章総則第2款の3(2)イ(イ)）。

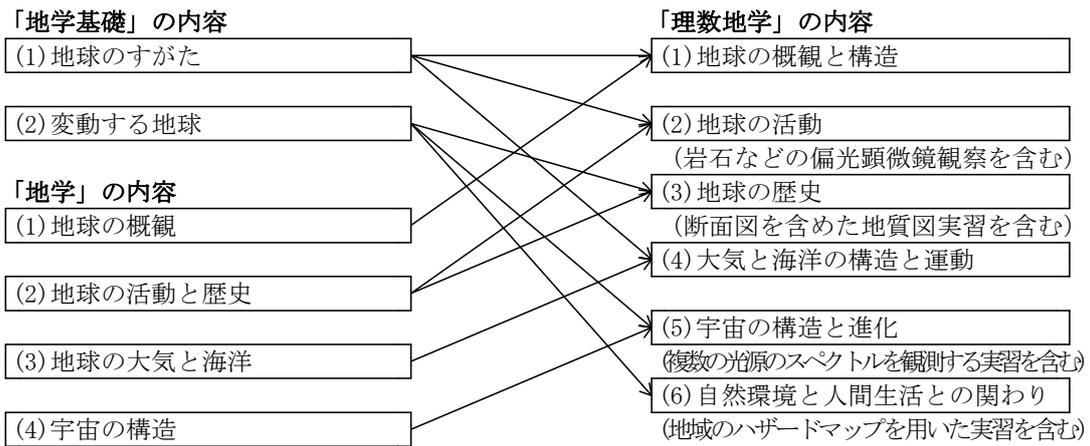
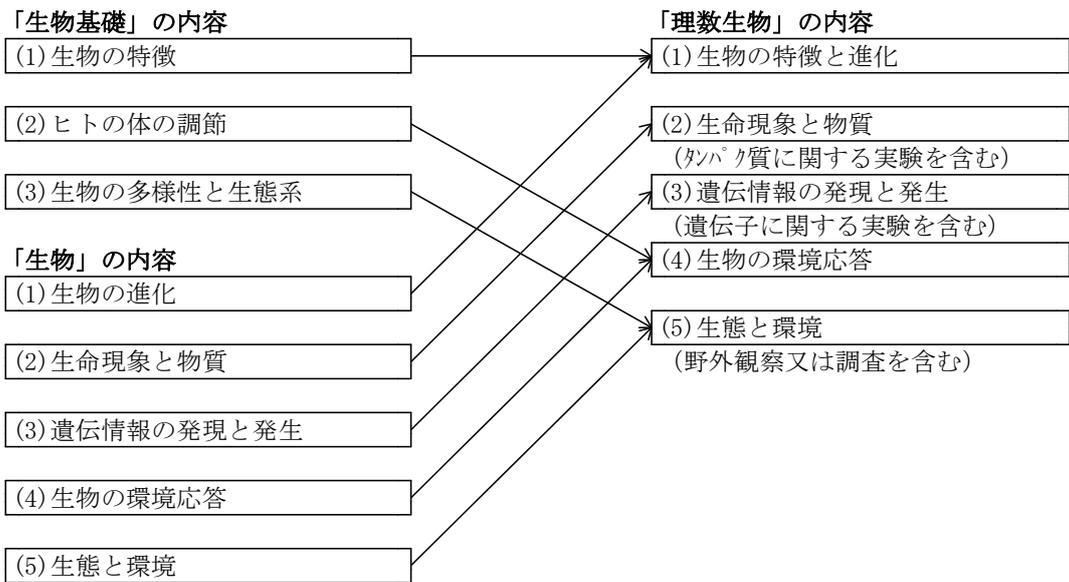
また、理数科に属する科目である「理数探究」を、原則として全ての生徒に履修させることとしている。（同第2章第11節第3款の1(5)）

## 数学科の科目と理数科の科目との関係



## 理科の科目と理数科の科目との関係





## 第2章 理数科の各科目

### 第1節 理数数学Ⅰ

#### 1 性格

この科目は、事象を数学的に考察し表現する基礎的な能力を養い、知識や技能などを的確に活用する態度を育てることをねらいとし、中学校数学の学習内容を踏まえつつ「理数数学Ⅱ」及び「理数数学特論」の履修への基礎を築くものである。内容は、「数学Ⅰ」の内容を中心に「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」及び「数学A」の内容の一部を含み、これらを再編成して発展、拡充させたものである。

原則として理数に関する学科の全ての生徒が履修する科目である。

## 2 目標

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、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。

- (1) 数学における基本的な概念や原理・法則を系統的に理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。
- (2) 事象を数学的に捉え、論理的・統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。
- (3) 数学のよさを認識し、数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、事象を数学的に探究しようとする態度を養う。

この科目は理数科の数学的分野における基盤的な科目であり、その目標は、理数科の目標と「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」及び「数学A」の目標が踏まえられている。

数学における基本的な概念や原理・法則を系統的に理解することと、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養うことは事象の考察を通して進められるものであり、数学的活動の一層の充実が求められる。また、数学的活動を通して数学的に問題を解決する楽しさや面白さを感じ得るようにすることも大切である。

### 3 内容とその取扱い

1に示す資質・能力を身に付けることができるよう、次の〔指導項目〕を指導する。

〔指導項目〕

- (1) 数と式
- (2) 図形と計量
- (3) 二次関数
- (4) 指数関数・対数関数
- (5) データの分析
- (6) 場合の数と確率

(内容の取扱い)

- (1) 指導に当たっては、第2章第4節第2款の第1の「数学Ⅰ」、第2の「数学Ⅱ」、第3の「数学Ⅲ」及び第4の「数学A」の内容等を参照し、必要に応じて、これらの科目の内容を発展、拡充させて取り扱うものとする。
- (2) 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。
  - ア 内容の(1)については、「数学Ⅰ」の内容の(1)に加えて、ユークリッドの互除法や二進法も扱うこと。
  - イ 内容の(2)については、「数学Ⅰ」の内容の(2)及び「数学A」の内容の(1)を扱うこと。
  - ウ 内容の(3)については、「数学Ⅰ」の内容の(3)及び「数学Ⅲ」の内容の(1)のアの(ウ)及び(エ)、イの(イ)を扱うこと。
  - エ 内容の(4)については、「数学Ⅱ」の内容の(3)を扱うこと。
  - オ 内容の(5)については、「数学Ⅰ」の内容の(4)を扱うこと。
  - カ 内容の(6)については、「数学A」の内容の(2)を扱うこと。

#### (1) 数と式

「数学Ⅰ」の「(1) 数と式」を参照して扱う。

数については、数直線をよりどころとして、自然数、整数、有理数、無理数の存在を具体的に把握させ、数直線上の点で表現される全ての数を実数としてまとめることになる。二重根号の取扱いについては、二重根号をはずす計算まで扱い、根号の中が無理数でもよいことを認識させたり、絶対値の取扱いに触れさせたりすることも考えられる。

集合と論理については、数学全般にわたって基本的な役割を果たすものであるので、他の内容との密接な関連を図り、論理的な思考力を一層伸ばすようにすることが大切である。発展、拡充させる内容としては、真理値表を用いて、命題「 $p \rightarrow q$ 」の否定が「 $p \wedge (\neg q)$ 」であることなどを扱うことが考えられる。

また、式については、発展、拡充させる内容として、連立一次不等式などを扱うことが考えられる。

## (2) 図形と計量

「数学Ⅰ」の「(2) 図形と計量」と「数学A」の「(1) 図形の性質」を参照して扱う。

「図形の性質」をここで扱うことによって、図形と計量を系統的に理解させることができる。また、図形の性質を論理的に考察する力を伸ばし、三角比の考えのよさを一層認識させることができる。

発展、拡充させる内容としては、垂心、傍心を含めた三角形の五心やヘロンの公式などを扱うことが考えられる。

## (3) 二次関数

「数学Ⅰ」の「(3) 二次関数」を参照して扱う。

「内容の取扱い」の(2)のウに示されているように、簡単な分数関数や無理関数もここで扱う。

例えば、分数関数について、次のように「理数物理」の電気抵抗の並列接続に関連付けて扱うことが考えられる。 $x(\Omega)$ 、 $a(\Omega)$ の電気抵抗を並列接続した場合、その合成抵抗を $y(\Omega)$ とすると、 $\frac{1}{x} + \frac{1}{a} = \frac{1}{y}$ の関係がある。このとき、 $y = \frac{ax}{x+a}$ と変形して、 $a$ の値を一定にしたときの $x$ と $y$ の関係を調べることなどである。また、無理関数についても、単振子の糸の長さや周期との関係などに関連付けて扱うことが考えられる。

なお、ここでは、分数関数については、分母が一次式であるものを中心に扱い、無理関数については、 $y = \sqrt{ax+b}$ の形のものを中心に扱う。その際、コンピュータなどの情報機器を適切に活用して、その理解を助けることも大切である。

関数の指導に当たっては、式で与えられた関数だけを扱うのではなく、具体的な事象から関数関係を見だし、それを数式に表し、数学的に考察・処理した後、再び具体的な場面に戻ってその意味を考えることも大切である。

発展、拡充させる内容としては、 $x^2 - x + 2 > 2x + 6$ のような二次不等式の解法において、左辺と右辺のそれぞれの関数のグラフを利用する方法と移項して因数分解する方法を比較し、関数的な考え方と代数的な考え方のそれぞれのよさを理解させ、数学のよさを認識できるようにすることなどが考えられる。簡単な分数方程式や無理方程式などを扱うことも考えられる。

## (4) 指数関数・対数関数

「数学Ⅱ」の「(3) 指数関数・対数関数」を参照して扱う。

指数関数及び対数関数は自然事象を表現するため必要となる関数であり、「理数数学Ⅰ」の内容としている。

例えば、水素イオン指数 pH は、水溶液中の水素イオン濃度  $x \text{ mol/l}$  に対して  $\text{pH} = -\log_{10}x$  で定義される。対数の理解を深めるために、この水素イオン指数を扱うことが考えられる。

## (5) データの分析

「数学Ⅰ」の「(4) データの分析」を参照して扱う。

実験や観察，調査によって得られた資料を整理し，そこから新たな情報を引き出すことは，自然科学や社会科学の諸分野で広く行われている。この統計の考えは，数学と社会との関わりの中で特に大切である。とりわけ，標準偏差や相関係数は統計の考えを学習するための基礎となるものである。また，仮説検定の考え方については，「理数数学 II」の「(8) 統計的な推測」の学習の素地となるよう，ここでは「帰無仮説」などの用語は用いずに，実験を通して，仮説検定の考え方を理解できるようにすることが大切である。

なお，ここでの学習は，「理数探究」において，コンピュータなどの情報機器を用いたデータの整理・分析を行う際にも生かすことができる。

発展，拡充させる内容としては，データの回帰の考え方などを扱うことが考えられる。

#### (6) 場合の数と確率

「数学 A」の「(2) 場合の数と確率」を参照して扱う。

場合の数について発展，拡充させる内容としては，三つ以上の集合の交わりや重複組合せ，異種のもの異なる箱への分配又は同種のもの異なる箱への分配などを扱うことが考えられる。

また，確率について発展，拡充させる内容としては，事象の独立や従属などを扱うことが考えられる。

## 第2節 理数数学Ⅱ

### 1 性格

この科目は、事象を数学的に考察し表現する能力を伸ばし、知識及び技能などを積極的に活用する態度を育てることをねらいとし、「理数数学Ⅰ」の基礎の上に立って、理数に関する学科の特色が生かされるようにしている。内容は、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」の内容及び「数学B」、「数学C」の内容の一部を再編成し、更に発展、拡充させたものである。特に、「(3) 三角関数と複素数平面」及び「(4) 図形と方程式」については「数学Ⅱ」及び「数学C」にあるそれぞれの内容を系統的・一体的に扱い、「(6) 微分法」及び「(7) 積分法」については「数学Ⅱ」及び「数学Ⅲ」にあるそれぞれの内容を系統的・一体的に扱っている。また、事象を数学的に考察し処理する能力を伸ばす観点から、簡単な微分方程式などを取り扱うようにしている。

原則として理数に関する学科の全ての生徒が履修する科目である。なお、この科目は複数年次にわたって履修することが考えられるが、その場合には、学習の系統性に留意して指導計画の作成に当たることが大切である。

## 2 目標

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、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。

- (1) 数学における基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深めるとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能に習熟するようにする。
- (2) 事象を数学的に捉え、論理的・統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を伸ばす。
- (3) 数学のよさを認識し、数学を積極的に活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、事象を数学的に探究しようとする態度を養う。

この科目の目標は、理数科の目標と主に「数学Ⅱ」及び「数学Ⅲ」の目標を踏まえたものである。

### 3 内容とその取扱い

1に示す資質・能力を身に付けることができるよう、次の〔指導項目〕を指導する。

〔指導項目〕

- (1) いろいろな式
- (2) 数列
- (3) 三角関数と複素数平面
- (4) 図形と方程式
- (5) 極限
- (6) 微分法
- (7) 積分法
- (8) 統計的な推測

(内容の取扱い)

- (1) 指導に当たっては、第2章第4節第2款の第2の「数学Ⅱ」、第3の「数学Ⅲ」、第5の「数学B」及び第6の「数学C」の内容等を参照し、必要に応じて、これらの科目の内容を発展、拡充させて取り扱うものとする。
- (2) 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。
  - ア 内容の(1)については、「数学Ⅱ」の内容の(1)に加えて、最大公約数及び最小公倍数も扱うこと。
  - イ 内容の(2)については、「数学B」の内容の(1)を扱うこと。
  - ウ 内容の(3)については、「数学Ⅱ」の内容の(4)及び「数学C」の内容の(2)のアの(エ)(オ)及びイの(イ)とそれらの活用を扱うこと。
  - エ 内容の(4)については、「数学Ⅱ」の内容の(2)及び「数学C」の内容の(2)のアの(ア)(イ)(ウ)及びイの(ア)とそれらの活用に加えて、円と円の共有点を求めることも扱うこと。
  - オ 内容の(5)については、「数学Ⅲ」の内容の(1)のアの(ア)(イ)(ウ)及びイの(ア)(ウ)を扱うこと。
  - カ 内容の(6)については、「数学Ⅱ」の内容の(5)のアの(ア)(イ)及びイの(ア)(イ)、「数学Ⅲ」の内容の(2)を扱うこと。
  - キ 内容の(7)については、「数学Ⅱ」の内容の(5)のアの(ウ)及びイの(ウ)、「数学Ⅲ」の内容の(3)に加えて、 $\frac{dy}{dx} = ky$  ( $k$ は定数)程度の簡単な微分方程式の意味と解法も扱うこと。
  - ク 内容の(8)については、「数学B」の内容の(2)を扱うこと。

#### (1) いろいろな式

「数学Ⅱ」の「(1) いろいろな式」を参照して扱う。

「内容の取扱い」の(2)のアに示されているように、多項式の最大公約数及び最小公倍数を扱う。このことにより、分母がより複雑な分数式についても扱うことができる。その際、

整式や分数式の計算を整数や分数の計算と対比させて扱うなど、式の計算の意味が十分に理解できるようにすることが大切である。

発展、拡充させる内容としては、三次方程式の解と係数との関係を考察することなどが考えられる。

## (2) 数列

「数学B」の「(1) 数列」を参照して扱う。

漸化式を扱う際には、その意味の理解に重点を置くものとする。

発展、拡充させる内容としては、隣接三項間の漸化式から一般項を求めることなどが考えられる。複雑な漸化式を扱う場合には、コンピュータなどの情報機器を用いて数列の各項を具体的に表示し考察できるようにすることも大切である。

## (3) 三角関数と複素数平面

「数学Ⅱ」の「(4) 三角関数」及び「数学C」の「(2) 平面上の曲線と複素数平面」の複素数平面に関わる内容を参照して扱う。

簡単な分数関数については、「理数数学Ⅰ」の「(3) 二次関数」で扱っているので、正接関数のグラフの漸近線についても理解を深めることができる。発展、拡充させる内容としては、三角関数の和を積に直すなどの公式を導いたり、コンピュータなどの情報機器を用いて三角関数を含む複雑な関数のグラフの特徴を調べたりすることが考えられる。例えば、音の合成と関連付けて扱い、三角関数の和のグラフに関する理解を深めることが考えられる。

複素数平面については、三角関数と関連付け、ここで扱う。複素数の極形式の乗法・除法では三角関数の加法定理が前提になっている。複素数を極形式で表し加法定理を用いることにより、複素数の乗法・除法は原点を中心とする回転と相似変換になることが理解できる。これにより、複素数の図形的表象が定着し複素数も実数と同様、仮想の数でないことが分かる。発展、拡充させる内容としては、次のような複素数についての簡単な関数を扱うことが考えられる。

$$w = \alpha z + \beta, \quad w = \frac{\alpha}{z}$$

## (4) 図形と方程式

「数学Ⅱ」の「(2) 図形と方程式」及び「数学C」の「(2) 平面上の曲線と複素数平面」の平面上の曲線に関わる内容を参照して扱う。

「内容の取扱い」の(2)のエに示されているように、二つの円の位置関係を調べ、その共有点を求めることも扱う。

発展、拡充させる内容としては、二つの円の共有点を通る直線や円について扱うことが考えられる。また、点P(x, y)を $x=r\cos\theta$ ,  $y=r\sin\theta$ で表したとき、この点を原点を中心にな $a$ だけ回転した点P'(x', y')は、 $x'=r\cos(\theta+a)$ ,  $y'=r\sin(\theta+a)$ となることから回転に関する公式を導き、例えば、曲線 $xy=k$ を $\pi/4$ だけ回転した場合の概形などについて扱うことも

考えられる。

媒介変数表示では放物線，楕円，双曲線，サイクロイド及びアステロイドを，極座標では二次曲線以外にアルキメデスの渦巻き線及びカージオイドなどを扱うことにより，それらの理解を一層深めさせることも考えられる。また，例えば，車が一定の速度を保ったまま，運転者がハンドルを一定の角速度で回して走行した場合の車の軌跡と関連付けて，クロソイド曲線を扱うことも考えられる。その際，コンピュータなどの情報機器を効果的に活用することが大切である。

#### (5) 極限

「数学Ⅲ」の「(1) 極限」を参照して扱う。

発展，拡充させる内容としては，無限級数で定義される簡単な関数，例えば， $f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{x^2+1}\right)^n$ などを扱うことが考えられる。

#### (6) 微分法

「数学Ⅱ」の「(5) 微分・積分の考え」の微分の考えに関わる内容及び「数学Ⅲ」の「(3) 微分法」を参照し，系統的・一体的に扱う。

発展，拡充させる内容としては，微小変化量の計算に微分法が有効に応用されている例として関数の近似式を扱うことが考えられる。その際，近似の様子をコンピュータなどの情報機器を用いて視覚的に捉えさせることが考えられる。

#### (7) 積分法

「数学Ⅱ」の「(5) 微分・積分の考え」の積分の考えに関わる内容及び「数学Ⅲ」の「(4) 積分法」を参照し，系統的・一体的に扱う。指導に当たっては，概念の発生的な立場から，区分求積の考えを基に級数の和の極限として定積分を導入した後，不定積分を扱うことも考えられる。

積分の応用として，「内容の取扱い」の(2)のキに示されているように， $\frac{dy}{dx} = ky$  ( $k$ は定数)程度の簡単な微分方程式の意味と解法を扱う。微分方程式を用いることにより，いろいろな現象を数学的に考察することができる。ここでは，例えば空気中の物質の冷却，放射性同位体による年代測定及び人口増加などに関連した微分方程式などを扱うことが考えられる。

発展，拡充させる内容として，具体的な関数のグラフと  $x$  軸及び  $x$  軸に垂直な2つの直線によって囲まれる部分の面積を台形公式やシンプソンの公式を用いて求めることなどが考えられる。

#### (8) 統計的な推測

「数学B」の「(2) 統計的な推測」を参照して扱う。

確率分布について発展，拡充させる内容としては，二つの確率変数の独立，確率変数の和，確率変数の和の期待値，互いに独立であるときの分散の性質，チェビシェフの不等式

及び大数の法則等を扱うことが考えられる。

また、統計的な推測について発展、拡充させる内容としては、確率変数  $X$  の確率密度関数が

$$f(x) = \begin{cases} 0 & (x \leq 0) \\ 1 & (0 < x \leq 1) \\ 0 & (1 < x) \end{cases}$$

で与えられる一様分布や

$$f(x) = \begin{cases} 0 & (x \leq -1) \\ 1 - |x| & (-1 < x \leq 1) \\ 0 & (1 < x) \end{cases}$$

で与えられる簡単な連続型分布などを用いて、確率密度関数、平均、分散、標準偏差を扱うことが考えられる。

また、 $t$ 検定やカイ二乗検定を取り扱い、統計的仮説検定の有用性を一層感得させることも考えられる。

### 第3節 理数数学特論

#### 1 性格

この科目は、より広い数学の分野にわたって事象を数学的に考察し表現する能力を伸ばし、知識や技能などを積極的に活用する態度を育てることをねらいとしている。「理数数学Ⅰ」の基礎の上に立って、「数学C」の「(1) ベクトル」に「行列とその応用」と「離散グラフ」を加えるとともに、「数学A」の「数学と人間の活動」と「数学B」の「数学と社会生活」を「数学と生活や社会との関わり」として一体的にして加え、更に発展、拡充させたものである。

各学校や生徒の実態、単位数などに応じて、内容を選択して履修させる科目である。

## 2 目標

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、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。

- (1) 数学における基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を広げるとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能に習熟するようにする。
- (2) 事象を数学的に捉え、論理的・統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を伸ばす。
- (3) 数学のよさを認識し、数学を積極的に活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、事象を数学的に探究しようとする態度を養う。

この科目の目標は、理数科の目標と「数学A」、「数学B」及び「数学C」の目標を踏まえたものである。

### 3 内容とその取扱い

1に示す資質・能力を身に付けることができるよう、次の〔指導項目〕を指導する。

〔指導項目〕

- (1) ベクトル
- (2) 行列とその応用
- (3) 離散グラフ
- (4) 数学と生活や社会との関わり

(内容の取扱い)

- (1) 内容の(1)から(4)までについては、適宜選択させるものとする。指導に当たっては、第2章第4節第2款の第4の「数学A」、第5の「数学B」及び第6の「数学C」の内容等を参照し、必要に応じて、これらの科目の内容を発展、拡充させて取り扱うものとする。
- (2) 内容の(1)から(4)までの取扱いに当たっては、次の事項に配慮するものとする。
  - ア 内容の(1)については、「数学C」の内容の(1)に加えて、空間における直線や平面の方程式も扱うこと。
  - イ 内容の(2)については、行列の表し方や演算、行列の積と逆行列、行列を用いた連立一次方程式の解法及び点の移動を扱うこと。
  - ウ 内容の(3)については、離散グラフの基本的な考え方、いろいろな離散グラフ及び離散グラフの活用を扱うこと。
  - エ 内容の(4)については、「数学A」の内容の(3)及び「数学B」の内容の(3)を扱うこと。

#### (1) ベクトル

「数学C」の「(1) ベクトル」を参照して扱う。

空間におけるベクトルについては、平面上の座標やベクトルの概念を空間まで拡張し、この概念が次元を越えて同じ形式で扱えることの意味を図り、それらを活用することができるようにする。

「内容の取扱い」の(2)のアに示されているように、空間におけるベクトル方程式を利用して、空間における直線や平面の方程式を導く。

発展、拡充させる内容としては、直線や平面の方程式を用いて、それらの位置関係を考察したり、交点の座標や交線の方程式を求めたりすることが考えられる。

#### (2) 行列とその応用

「(2) 行列とその応用」は、行列についての加法や乗法などの演算を定義し、成り立つ法則について調べ、行列の概念とその基本的な性質について理解させるとともに、事象を数学的に考察し表現する能力を伸ばすようにする。さらに、多元的なものを一つにまとめて考察したり、連立一次方程式を解いたり、点の移動を考察したりすることに行列を活用

できるようにする。

## ア 行列

ここでは、行列の相等や演算を通して行列の演算の基本的な性質を理解させる。

### (7) 行列とその演算

行列の意味、相等及び演算としての加法、減法及び実数倍を扱う。行列の導入に当たっては、具体的な例を用いて、多元的なものを考察の対象とすることの意義や一つにまとめて表すことの有用性を理解させる。また、加法についての交換法則や結合法則が成り立つかどうかを調べ、数の場合との類似に気付かせる。また、「(2) ベクトル」を履修している場合には、行列の演算としての加法、減法及び実数倍は、ベクトルにおけるそれらの演算と本質的な差異がないことに触れることも考えられる。

### (4) 行列の積と逆行列

単に行列の積の定義を示すのではなく、具体例を通してその妥当性が納得できるようにする。

行列の積に関しては、次の事柄に注意させる。

①  $AB$  と  $BA$  は必ずしも等しくない。

②  $A \neq 0$ 、 $B \neq 0$  であっても  $AB = 0$  となることがある。

また、 $2 \times 2$  行列の逆行列については、その意味を十分理解させ、実際に求めることができるようにする。

なお、行列  $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$  が逆行列  $A^{-1}$  をもつための必要十分条件についても触れる。

## イ 行列の応用

### (7) 連立一次方程式

中学校第2学年で、連立二元一次方程式の解法として加減法などを扱っている。ここでは、連立一次方程式が行列を用いて簡潔に表現できることを示し、行列を用いた解法を扱う。例えば、連立二元一次方程式  $\begin{cases} ax + by = u \\ cx + dy = v \end{cases}$  について、行列  $A$ 、 $X$ 、 $B$  をそれぞれ、

$$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}$$

と置くと、連立二元一次方程式は、

$$AX = B \quad \cdots \cdots \cdots \text{①}$$

と表現することができる。 $A$  の逆行列  $A^{-1}$  が存在するとき、①の両辺の左から  $A^{-1}$  をかければ、

$X = A^{-1}B$  となる。

連立方程式の解法と関連して、解が無数に存在する場合や解をもたない場合などの条件を扱うことも考えられる。

### (4) 点の移動

座標平面上の点  $(x, y)$  を点  $(x', y')$  に移す移動のうち  $x'$ 、 $y'$  がそれぞれ  $x$ 、 $y$  の同次

一次式によって表すことのできる移動を扱う。

例えば、平面上の点  $(x, y)$  を点  $(x', y')$  に移す移動が

$$\begin{cases} x' = ax + by \\ y' = cx + dy \end{cases}$$

で表されるとき、

$$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}, X' = \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix}$$

と置くと、

$$X' = AX$$

と簡潔に表すことができる。

ここでは、 $x$  軸に関する点の対称移動などの具体的な例を通して移動の意味を理解させること、さらに、このような移動とそれを表す行列が 1 対 1 に対応していることや点の移動を代数的に取り扱えることを理解させる。その際、原点を中心とした点の回転移動を扱うことも考えられる。

さらに、これらの行列の積が、それぞれの移動の合成に対応していることなどを通して、行列の積の意味についての理解を一層深める。

### (3) 離散グラフ

#### ア 離散グラフの基本的な考え方

グラフという用語は、「二次関数のグラフ」や「三角関数のグラフ」などのように用いられることが多いが、ここでいう「離散グラフ」とは、頂点と、頂点と頂点を結ぶ辺で構成される図である。近年、情報科学の進展などとともに離散グラフの応用範囲は広がっている。

ここでは、具体的な問題を通して離散グラフの基本的な考え方を理解させるとともに、その考え方のよさを感じ取らせるようにする。

例えば、ケーニヒスベルクの橋の問題を一筆書きの問題に発展させ、一筆書きが可能であるための必要十分条件を扱うことが考えられる。また、関連してハミルトングラフを扱うことも考えられる。ただし、与えられた離散グラフがハミルトングラフであるか否かを判定する単純な判定法はないことに留意する。

指導に当たっては、具体的な問題の解決を通して離散グラフの基本的な考え方を理解させるようにし、必要な場面で適宜用語などを取り上げるよう配慮する。また、離散グラフは、数理構造を視覚化し、情報を図で表現し思考することのよさを感じさせることのできる教材であることを踏まえ、「言葉で考える」、「自分の理解を根拠に言葉で検証する」などの活動を重視することが大切である。

#### イ いろいろな離散グラフ

ここでは、いくつかの基本的な離散グラフについて扱う。例えば、完全グラフや二部グラフ、木などである。なお、木とは、樹形図のような閉路を持たないつながった有限の離散グラフのことである。

## ウ 離散グラフの活用

課題を離散グラフで捉えることにより有効に解決できる題材や、離散グラフを用いて、アルゴリズム、交通問題、ネットワーク、ゲームなどの課題の解決につながるものを扱う。

例えば、地図の塗り分けの問題やラムゼーの定理などを生徒に分かりやすい形にして扱うことが考えられる。また、「(2) 行列とその応用」を学習していれば、離散グラフと行列との関係を扱うことも考えられる。

指導に当たっては、離散グラフのよさの感得や、数学的活動における思考そのものを楽しむことを大切にす。

### (4) 数学と生活や社会との関わり

「数学A」の「(3)数学と人間の活動」及び「数学B」の「(3) 数学と社会生活」を参照して扱う。

数学が文化や生活、社会と密接に関わりながら発展してきたことを踏まえ、事象を数理的に考察することの有用性や数学のよさを認識できるようにするとともに、事象を数理的に考察する能力、数学を積極的に活用する態度などを養う。

例えば、ある建物の建築に伴う日照時間の変化について季節ごとに考察することや、人の音に対する感覚と騒音の基準についてデータを収集し考察すること、放射性物質の半減期や落下物の終端速度に関する数学的モデルをつくり考察することなどが考えられる。

このような考察は、日常の事象や社会の事象などを数学化し、数学的な手法によって処理し、その結果を現実に照らして解釈するという一連のサイクルを通してなされるようにすることが大切である。「事象の数学化」とは、事象を、数、量、図形などの数学的な側面に着目し、その特徴や関係を的確に捉えて、理想化したり単純化したりして、数学の対象に変えることである。数学化したことによって得られる結果は、適用範囲の制約や限界に留意して解釈する必要があることを理解させることも大切である。

## 第4節 理数物理

### 1 性格

「理数物理」は、原則として理数に関する学科において物理を履修する生徒に対して設けられた科目である。したがって「理数物理」は、中学校理科での学習内容を基礎として、更に進んだ方法や考え方で、物理的な事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成する科目である。

物理学の特徴の一つは、できるだけ単純化した条件下で、自然の事物・現象について観察、実験などを行い、観測・測定された量の間関係からより普遍的な法則を見だし、更にその法則から新しい事物・現象を予測したり、説明したりすることができることにある。

「理数物理」では、物理学のこのような特徴を踏まえ、エネルギーの保存など、物理学に共通する重要な概念や、保存量、粒子性、波動性及び場など物理学における基本概念の理解が深まるよう、指導することが大切である。その際、観察、実験などを行い、自然の事物・現象を定量的に捉え、数学的な操作によって実験データを分析し、考察することを通して、探究していく態度を身に付けさせることが重要である。なお、分析を行う際には、数式のもつ物理学的な意味について十分に指導することが大切である。

## 2 目標

物理的な事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、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。

- (1) 物理学における基本的な概念、原理・法則などについての系統的な理解を深め、科学的に探究するために必要な知識や技能を身に付けるようにする。
- (2) 物理的な事物・現象に関して、観察、実験などを行い科学的に探究する力を養う。
- (3) 自然に対する関心を高め、事物・現象を科学的に探究しようとする態度を養う。

「理数物理」の目標は、物理的な事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成することである。

「見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、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」とあるのは、観察、実験などを行う目的や予想される結果を考えるだけでなく、情報の収集、仮説の設定、実験の計画、実験による検証、実験データの分析・解釈、法則性の導出、報告書の作成、発表などの探究の過程全体を通して、探究に必要な知識や技能を主体的に身に付けさせたり、科学的な探究心を高めさせたりする必要があること示している。

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、物理的な事物・現象に関する基礎的な知識及び基本的な概念や原理・法則について、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して系統的に理解を深めるとともに探究するための技能を身に付けることが重要である。

物理学の基本となる概念や原理・法則は抽象化された形で与えられているが、重要なことはそれらを活用することである。そのためには、幾つかの事象が同一の概念によって説明できることを見いだしたり、概念や原理・法則を新しい事象の解釈に応用したりする活動を行うことが重要である。特に、観察、実験などを通して探究し、基本的な原理・法則の理解を深め、知識の定着を促し、活動に応じた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、物理的な事物・現象の中から問題を見だし、観察、実験を中心に科学の方法を適用し、得られた結果や既習の様々な分野の知識を関連させ、課題を解決していくという探究の過程をたどらせることが重要である。その際、物理学の発展や科学技術に果たす役割についての認識を深めさせ、物理学の応用の有用性やその限界などについて科学的に判断する力を養うなど、自然の事物・現象を分析的、総合的に考察する力を育てることが重要である。

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、積極的に観察、実験などを行うことによって、生徒自身の自然に対する知的好奇心や探究心を一層高めることが重要である。また、観察、実験などを通して、物理的な事物・現象への興味・関心を喚起し、物

理と身近な社会や生活との関連を理解して、自然の事物・現象に対して科学的に探究しようとする態度を養うとともに、課題の解決に向けて積極的に挑戦しようとする態度を養うことが重要である。

### 3 内容とその取扱い

1に示す資質・能力を身に付けることができるよう、次の〔指導項目〕を指導する。

〔指導項目〕

- (1) 力と運動
- (2) 波
- (3) 電気と磁気
- (4) 原子

(内容の取扱い)

(1) 内容の指導に当たっては、物理学の基本的な概念の形成と科学の方法の習得が無理なく行われるようにする。また、第2章第5節第2款の第2の「物理基礎」及び第3の「物理」の内容等を参照し、必要に応じて、これらの科目の内容を発展、拡充させて取り扱うものとする。

(2) 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。

ア 内容の(1)については、「物理基礎」の内容の(1)及び(2)のアの(イ)並びに「物理」の内容の(1)を扱うこと。

イ 内容の(2)については、「物理基礎」の内容の(2)のアの(ア)及び「物理」の内容の(2)を扱うこと。

ウ 内容の(3)については、「物理基礎」の内容の(2)のアの(ウ)及び「物理」の内容の(3)を扱うこと。

エ 内容の(4)については、「物理基礎」の内容の(2)のアの(エ)(オ)及び「物理」の内容の(4)を扱うこと。

オ 内容の(1)から(4)までの中で、身近な物理現象についてセンサを用いた計測とコンピュータを用いた分析の手法も扱うこと。

#### (1) 力と運動

「物理基礎」の「(1) 物体の運動とエネルギー」、 「(2) 様々な物理現象とエネルギーの利用」及び「物理」の「(1) 様々な運動」を参照して扱う。

力と運動については、力のつり合い、運動の法則、エネルギーの変換と保存、運動量、円運動と単振動、万有引力、熱と温度、気体分子の運動などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、固定軸のまわりの剛体の回転運動などが考えられる。

#### (2) 波

「物理基礎」の「(2) 様々な物理現象とエネルギーの利用」及び「物理」の「(2) 波」を参照して扱う。

波については、波の性質、波の表し方、音、光などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、フレネルレンズの構造と機能などが考えられる。

#### (3) 電気と磁気

「物理基礎」の「(2) 様々な物理現象とエネルギーの利用」及び「物理」の「(3) 電気と磁気」を参照して扱う。

電気と磁気については、電荷と電界、電気回路、電流と磁界、電磁誘導と電磁波などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、交流のより進んだ扱いなどが考えられる。

#### (4) 原子

「物理基礎」の「(2) 様々な物理現象とエネルギーの利用」及び「物理」の「(4) 原子」を参照して扱う。

原子については、粒子性と波動性、原子と原子核、物理学が築く未来などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、宇宙と物質の起源などが考えられる。

なお、これらの内容を扱う中で、身近な物理現象についてセンサを用いた計測とコンピュータを用いた分析の手法も扱う。例えば、物体の運動についてセンサを用いて計測し、そのデータをコンピュータを用いて処理し分析することなどが考えられる。

## 第5節 理数化学

### 1 性格

「理数化学」は、原則として理数に関する学科において化学を履修する生徒に対して設けられた科目である。したがって「理数化学」は、中学校理科での学習内容を基礎として、更に進んだ方法や考え方で、化学的な事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成する科目である。

化学の特徴の一つは、自然全体を物質という視点で捉えるところにあり、観察、実験などによって物質の構造や性質、反応性を調べることにより物質に関わる原理・法則を見いだし、新しい物質を発見したり、合成したりすることができることにある。

「理数化学」では、化学のこのような特徴を踏まえ、物質の構造や反応に関する基本概念や、無機物質や有機化合物の性質についての理解が深まるよう、指導することが大切である。その際、観察、実験などを行い、自然の事物・現象を定性的又は定量的に捉え、分析し、考察することを通して、探究していく態度を身に付けさせることが重要である。なお、日常生活や社会で用いられている物質の有用性を知るとともに、その使用による弊害や限界を知り、その光と陰の両面から考察できるようにするなど、物質の利用について総合的に判断する力を育成することが大切である。

## 2 目標

化学的な事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、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。

- (1) 化学における基本的な概念、原理・法則などについての系統的な理解を深め、科学的に探究するために必要な知識や技能を身に付けるようにする。
- (2) 化学的な事物・現象に関して、観察、実験などを行い科学的に探究する力を養う。
- (3) 自然に対する関心を高め、事物・現象を科学的に探究しようとする態度を養う。

「理数化学」の目標は、化学的な事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成することである。

「見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、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」とあるのは、観察、実験などを行う目的や予想される結果を考えさせるだけでなく、情報の収集、仮説の設定、実験の計画、実験による検証、実験データの分析・解釈、報告書の作成、発表などの探究の過程全体を通して、探究に必要な知識や技能を主体的に身に付けさせたり、科学的な探究心を高めさせたりする必要があること示している。

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、化学的な事物・現象に関する基礎的な知識及び基本的な概念や原理・法則について、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して系統的に理解を深めるとともに探究するための技能を身に付けることが重要である。

化学の基本となる概念や原理・法則は単に記憶するだけではなく、それらを活用することが重要である。そのためには、幾つかの事象が同一の概念によって説明できることを見いだしたり、また、概念や原理・法則を新しい事象の解釈に応用したり、物質の変化の結果を予測したりする活動を行うことが重要である。特に、観察、実験などを通して探究し、基本的な原理・法則の理解を深め、知識の定着を促し、活動に応じた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、化学的な事物・現象の中から問題を見だし、観察、実験を中心に科学の方法を適用し、得られた結果や既習の様々な分野の知識を関連させ、課題を解決していくという探究の過程をたどらせることが重要である。その際、事物・現象を自然環境とのつながりや人間生活との関連で把握することで、環境や生活における化学の役割や、化学の応用の有用性とその限界などについて科学的に判断する力を養うなど、自然の事物・現象を分析的、総合的に考察する力を育てることが重要である。

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，積極的に観察，実験などを行うことによって，生徒自身の自然に対する知的好奇心や探究心を一層高めることが重要である。また，観察，実験などを通して，化学的な事物・現象への興味・関心を喚起し，化学と身近な社会や生活との関連を理解して，自然の事物・現象に対して科学的に探究しようとする態度を養うとともに，課題の解決に向けて積極的に挑戦しようとする態度を養うことが重要である。

### 3 内容とその取扱い

1に示す資質・能力を身に付けることができるよう、次の〔指導項目〕を指導する。

〔指導項目〕

- (1) 化学と人間生活
- (2) 物質の構成
- (3) 物質の変化とその利用
- (4) 物質の状態と化学平衡
- (5) 無機物質の性質
- (6) 有機化合物の性質
- (7) 化学が果たす役割

(内容の取扱い)

(1) 内容の指導に当たっては、化学の基本的な概念の形成と科学の方法の習得が無理なく行われるようにする。また、第2章第5節第2款の第4の「化学基礎」及び第5の「化学」の内容等を参照し、必要に応じて、これらの科目の内容を発展、拡充させて取り扱うものとする。

(2) 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。

ア 内容の(1)については、「化学基礎」の内容の(1)を扱うこと。

イ 内容の(2)については、「化学基礎」の内容の(2)を扱うこと。

ウ 内容の(3)については、「化学基礎」の内容の(3)及び「化学」の内容の(2)のアの(7)を扱うこと。

エ 内容の(4)については、「化学」の内容の(1)及び(2)のアの(イ)を扱うこと。

オ 内容の(5)については、「化学」の内容の(3)を扱うこと。

カ 内容の(6)については、「化学」の内容の(4)を扱うこと。

キ 内容の(7)については、「化学」の内容の(5)を扱うこと。

ク 内容の(1)から(7)までの中で、機器による分析又はその原理、理論を学ぶことができる観察、実験などを扱うこと。

#### (1) 化学と人間生活

「化学基礎」の「(1) 化学と人間生活」を参照して扱う。

化学と人間生活については、化学と物質などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、グリーンサステイナブルケミストリーなどが考えられる。

#### (2) 物質の構成

「化学基礎」の「(2) 物質の構成」を参照して扱う。

物質の構成については、物質の構成粒子、物質と化学結合などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、電子の軌道と分子の形などが考えられる。

### (3) 物質の変化とその利用

「化学基礎」の「(3) 物質の変化とその利用」及び「化学」の「(2)ア(ア) 化学反応とエネルギー」を参照して扱う。

物質の変化とその利用については、物質と化学反応式、化学反応、化学が拓く世界、化学反応とエネルギーなどを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、混合溶液の中和滴定などが考えられる。

### (4) 物質の状態と化学平衡

「化学」の「(1) 物質の状態と平衡」及び「(2)ア(イ) 化学反応と化学平衡」を参照して扱う。

物質の状態と化学平衡については、物質の状態とその変化、溶液と平衡、化学反応と化学平衡などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、反応が進む向きについてのエンタルピー、エントロピー、ギブズエネルギーを考慮した考察などが考えられる。

### (5) 無機物質の性質

「化学」の「(3) 無機物質の性質」を参照して扱う。

無機物質の性質については、典型元素や遷移元素からなる無機物質の性質や反応などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、遷移金属イオンの電子配置と色などが考えられる。

### (6) 有機化合物の性質

「化学」の「(4) 有機物質の性質」を参照して扱う。

有機化合物の性質については、炭化水素、官能基をもつ化合物及び芳香族化合物の性質や反応、合成高分子化合物と天然高分子化合物の性質や反応などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、電子の授受に注目した置換反応や付加反応の考察などが考えられる。

### (7) 化学が果たす役割

「化学」の「(5) 化学が果たす役割」を参照して扱う。

化学が果たす役割については、人間生活の中の化学などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、新素材に関する調査などが考えられる。

なお、これらの内容を扱う中で、機器による分析又はその原理、理論を学ぶことができる観察、実験などを扱う。例えば、薄層クロマトグラフィーによる混合物の実験や、高速液体クロマトグラフィーの簡単な原理を学ぶことなどが考えられる。

## 第6節 理数生物

### 1 性格

「理数生物」は、原則として理数に関する学科において生物を履修する生徒に対して設けられた科目である。したがって「理数生物」は、中学校理科での学習内容を基礎として、更に進んだ方法や考え方で、生物や生物現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成する科目である。

生物学の特徴の一つは、共通性や多様性の視点及び進化の視点などを通して、生物の性質や生物と環境とのつながりを捉えるところにあり、観察、実験などによって、生物のつくり、様々な生物現象に関わる仕組み、環境の中での生物の働きなどを明らかにするところにある。

「理数生物」では、生物学のこのような特徴を踏まえ、生物と生物現象に関する基本的な概念や原理・法則の理解を深めさせ、科学的に探究する力や態度を育成することが大切である。その際、適切な材料と方法を用いて観察、実験などを行い、科学的に探究する方法を習得させ、報告書を作成させたり、発表を行う機会を設けたりすることが求められる。なお、生物本来の活動を理解するには野外での観察や調査が重要であり、生物を個別に捉えるだけでなく、環境との関わりで捉える視点をもつよう指導することが大切である。

## 2 目標

生物や生物現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、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。

- (1) 生物学における基本的な概念、原理・法則などについての系統的な理解を深め、科学的に探究するために必要な知識や技能を身に付けるようにする。
- (2) 生物や生物現象に関して、観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う。
- (3) 自然に対する関心を高め、事物・現象を科学的に探究しようとする態度を養う。

「理数生物」の目標は、生物や生物現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成することである。

「見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、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」とあるのは、問題を見いだすための観察、情報の収集、仮説の設定、実験の計画、実験による検証、調査、データの分析・解釈、推論、報告書の作成、発表などの探究の過程全体を通して、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成する必要があ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、生物や生物現象に関する基本的な概念や原理・法則などについての系統的な理解を深めるとともに探究するための技能を身に付けることが重要である。

生物や生物現象が多様性に富んでいる反面、どの生物にも共通する基本的な機能や特性があるため、その学習に当たっては、個々の事象を取り扱うだけでなく、それらに関する基本的な概念や原理・法則などについての系統的な理解を深めさせる必要があることを示したものである。特に、観察、実験などを通して探究し、基本的な原理・法則の理解を深め、知識の定着を促し、活動に応じた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、生物や生物現象の中から問題を見だし、観察、実験などを通して、探究の過程をたどらせることによって探究の方法を習得させ、科学的に探究する力を養うことが重要である。その際、他の科目の学習成果とも関連させるなど、調査や継続観察などを含めて、生物や生物現象を探究することを通して、科学的に探究する力を養うとともに、自然の事物・現象を分析的、総合的に考察する力を育てることが重要である。

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、積極的に観察、実験などを行うことによって、生徒自身の自然に対する知的好奇心や探究心を一層高めることが重要である。また、観察、実験などを通して、生物や生物現象に対する興味・関心を喚起し、生物学と日常生活や社会との関連を理解して、自然の事物・現象に対して科学的に探究しよ

うとする態度を養うとともに、生命を尊重し、自然環境の保全に寄与する態度や、課題の解決に向けて積極的に挑戦しようとする態度を養うことが重要である。

### 3 内容とその取扱い

1に示す資質・能力を身に付けることができるよう、次の〔指導項目〕を指導する。

〔指導項目〕

- (1) 生物の特徴と進化
- (2) 生命現象と物質
- (3) 遺伝情報の発現と発生
- (4) 生物の環境応答
- (5) 生態と環境

(内容の取扱い)

(1) 内容の指導に当たっては、生物学の基本的な概念の形成と科学の方法の習得が無理なく行われるようにする。また、第2章第5節第2款の第6の「生物基礎」及び第7の「生物」の内容等を参照し、必要に応じて、これらの科目の内容を発展、拡充させて取り扱うものとする。

(2) 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。

ア 内容の(1)については、「生物基礎」の内容の(1)及び「生物」の内容の(1)を扱うこと。

イ 内容の(2)については、「生物」の内容の(2)に加えて、タンパク質に関する実験も扱うこと。

ウ 内容の(3)については、「生物」の内容の(3)に加えて、遺伝子に関する実験も扱うこと。

エ 内容の(4)については、「生物基礎」の内容の(2)及び「生物」の内容の(4)を扱うこと。

オ 内容の(5)については、「生物基礎」の内容の(3)及び「生物」の内容の(5)に加えて、野外観察又は調査も扱うこと。

(3) 内容の(1)については、この科目の導入として位置付け、以後の学習においても、進化の視点を意識させるよう展開すること。

#### (1) 生物の特徴と進化

「生物基礎」の「(1) 生物の特徴」及び「生物」の「(1) 生物の進化」を参照して扱う。

生物の進化については、生命の起源、細胞の進化と遺伝子の変化、進化の仕組み、生物の系統と進化などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、DNAやタンパク質の生物間の比較による系統分類などが考えられる。

なお、「3 内容の取扱い」の(3)で示されたように、内容の「(1) 生物の特徴と進化」が、この科目の導入として位置付けられているのは、生物の進化が、この科目を学習する上で重要な視点であり、この視点を生かして以後の学習を展開していくことを示している。

#### (2) 生命現象と物質

「生物」の「(2) 生命現象と物質」を参照して扱う。

生命現象と物質については、細胞と分子、代謝などを扱うとともに、タンパク質に関する実験を行い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、発酵や窒素同化などが考えられる。タンパク質に関する実験としては、酵素の働きや性質を探究的に調べる実験などが考えられる。

### (3) 遺伝情報の発現調節と発生

「生物」の「(3) 遺伝情報の発現と発生」を参照して扱う。

遺伝情報の発現と発生については、遺伝情報とその発現、発生と遺伝子発現、遺伝子を扱う技術などを扱うとともに、遺伝子に関する実験を行い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、遺伝子組換え技術などが考えられる。遺伝子に関する実験については、電気泳動を用いた DNA の分析実験などが考えられる。

### (4) 生物の環境応答

「生物基礎」の「(2) ヒトの体の調節」及び「生物」の「(4) 生物の環境応答」を参照して扱う。

生物の環境応答については、動物の体内環境の維持、動物の反応と行動、植物の環境応答などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、免疫不全症や花芽形成などが考えられる。

### (5) 生態と環境

「生物基礎」の「(3) 生物の多様性と生態系」及び「生物」の「(5) 生態と環境」を参照して扱う。

生態と環境については、植生と遷移、個体群と生物群集、生態系とその保全などを扱うとともに野外観察又は調査を行い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、地球規模の生態系の変動と保全についての現状把握と具体策の検討などが考えられる。野外観察又は調査については、身近な河川の水生昆虫の観察や、土壌中の生物群集の調査などが考えられる。

## 第7節 理数地学

### 1 性格

「理数地学」は、原則として理数に関する学科において地学を履修する生徒に対して設けられた科目である。したがって「理数地学」は、中学校理科での学習内容を基礎として、更に進んだ方法や考え方で、地球や地球を取り巻く環境に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成する科目である。

地学の特徴の一つは、その対象である地球と宇宙に関する事物・現象が、日常的に体験できる時間的・空間的スケールを超えて、極めて広い幅の中で起こっていることであり、それぞれの事象が複雑に関連し合っていることである。

「理数地学」では、地学のこのような特徴を踏まえ、地球と宇宙の構造やそれらの時間的な変化についての理解が深まるよう、指導することが大切である。その際、観察、実験などを行い、自然の事物・現象を様々な時間的・空間的スケールや事象相互の複雑な関連に配慮しながら分析し、考察することを通して、探究していく態度を身に付けさせることが重要である。なお、地球環境の変化、日本の自然環境とその恩恵や災害など、日常生活や社会との関連を意識しながら指導することも大切である。

## 2 目標

地球や地球を取り巻く環境に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、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。

- (1) 地学における基本的な概念、原理・法則などについての系統的な理解を深め、科学的に探究するために必要な知識や技能を身に付けるようにする。
- (2) 地学的な事物・現象に関して、観察、実験などを行い科学的に探究する力を養う。
- (3) 自然に対する関心を高め、事物・現象を科学的に探究しようとする態度を養う。

「理数地学」の目標は、地学的な事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成することである。

「見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、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」とあるのは、情報の収集、仮設の設定、実験の計画、野外観察、調査、データの分析・解釈、推論、報告書の作成、発表などの探究の過程全体を通して、探究に必要な知識や技能を主体的に身に付けさせたり、科学的な探究心を高めさせたりする必要があ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、地学的な事物・現象に関する基本的な知識及び基本的な概念や原理・法則について、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して系統的に理解を深めるとともに探究するための技能を身に付けることが重要である。

地学の基本となる概念や原理・法則は、その対象が多岐にわたっているが、個々の事象を取り扱うだけでなく、それらの関係性について系統的な理解を深めさせる必要があることを示したものである。また、対象となる地球や宇宙については、分析の技術や精度の向上、資料の蓄積などに伴い、知見が更新されていることも踏まえる必要がある。特に、観察、実験などを通して探究し、基本的な原理・法則の理解を深め、知識の定着を促し、活動に応じた技能を身に付けさせることが重要である。地学の学習においては、野外から直接得られる情報に加えて、継続的な観察と記録、資料の蓄積などに基づいた学習も重要である。

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、地学的な事物・現象の中から問題を見だし、観察、実験などを通して、探究の過程をたどらせることによって探究の方法を習得させ、科学的に探究する力を養うことが重要である。その際、野外観察によって対象の時間的・空間的スケールを体得しつつ、それを踏まえモデル実験の結果を実際の現象に適用させられる範囲を考える能力や、自然現象と人間生活の相互作用について科学的に判断する力を養うなど、自然の事物・現象を分析的、総合的に考察する力を育てることが重要である。

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，積極的に観察，実験などを行うことによって，生徒自身の自然に対する知的好奇心や探究心を一層高めることが重要である。また，観察，実験などを通して，地学的な事物・現象への興味・関心を喚起し，地学と日常生活や社会との関連を理解して，自然の事物・現象に対して科学的に探究しようとする態度を養うとともに，自然環境の保全に寄与する態度や，課題の解決に向けて積極的に挑戦しようとする態度を養うことが重要である。

### 3 内容とその取扱い

1に示す資質・能力を身に付けることができるよう、次の〔指導項目〕を指導する。

〔指導項目〕

- (1) 地球の概観と構造
- (2) 地球の活動
- (3) 地球の歴史
- (4) 大気と海洋の構造と運動
- (5) 宇宙の構造と進化
- (6) 自然環境と人間生活との関わり

(内容の取扱い)

(1) 内容の指導に当たっては、地学の基本的な概念の形成と科学の方法の習得が無理なく行われるようにする。また、第2章第5節第2款の第8の「地学基礎」及び第9の「地学」の内容等を参照し、必要に応じて、これらの科目の内容を発展、拡充させて取り扱うものとする。

(2) 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。

ア 内容の(1)については、「地学基礎」の内容の(1)のアの(ア)及び「地学」の内容の(1)を扱うこと。

イ 内容の(2)については、「地学基礎」の内容の(1)のアの(イ)及び「地学」の内容の(2)のアの(ア)に加えて、岩石などの偏光顕微鏡観察も扱うこと。

ウ 内容の(3)については、「地学基礎」の内容の(2)のアの(ア)の④及び「地学」の内容の(2)のアの(イ)に加えて、断面図を含めた地質図の実習も扱うこと。

エ 内容の(4)については、「地学基礎」の内容の(1)のアの(ウ)及び「地学」の内容の(3)を扱うこと。

オ 内容の(5)については、「地学基礎」の内容の(2)のアの(ア)の⑦及び「地学」の内容の(4)に加えて、複数の光源のスペクトルを観測する実習も扱うこと。

カ 内容の(6)については、「地学基礎」の内容の(2)のアの(イ)に加えて、地域のハザードマップを用いた実習も扱うこと。

#### (1) 地球の概観と構造

「地学基礎」の「(1)地球のすがた」及び「地学」の「(1)地球の概観」を参照して扱う。

地球の概観と構造については、地球の形状、重力、地磁気など地球の物理的特性、地球の内部構造と構成物質などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、重力異常と地下構造との関連などが考えられる。

#### (2) 地球の活動

「地学基礎」の「(1)地球のすがた」及び「地学」の「(2)地球の活動と歴史」を参照して扱う。

地球の活動については、地震や火山活動、プレート動きと地殻変動、火成活動、変成作用などを扱うとともに、岩石などの偏光顕微鏡観察を行い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、地震と活断層や海岸段丘との関係などが考えられる。

### (3) 地球の歴史

「地学基礎」の「(2) 変動する地球」及び「地学」の「(2) 地球の活動と歴史」を参照して扱う。

地球の歴史については、地質時代の編年、地球の環境と生物の変遷などを扱うとともに断面図を含めた地質図の実習を行い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、岩石の年代測定の原理とその方法などが考えられる。

### (4) 大気と海洋の構造と運動

「地学基礎」の「(1) 地球のすがた」及び「地学」の「(3) 地球の大気と海洋」を参照して扱う。

大気と海洋の構造と運動については、大気の構造、大気の運動と気象、海洋の構造、海水の運動などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、津波と海岸地形との関係などが考えられる。

### (5) 宇宙の構造と進化

「地学基礎」の「(2) 変動する地球」及び「地学」の「(4) 宇宙の構造」を参照して扱う。

宇宙の構造と進化については、惑星としての地球の特徴、太陽系、太陽と恒星、銀河系や宇宙の膨張などを扱うとともに、複数の光源のスペクトルを観測する実習を行い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。例えば、暗黒物質と宇宙の構造などが考えられる。

### (6) 自然環境と人間生活との関わり

「地学基礎」の「(2) 変動する地球」を参照して扱う。

自然環境と人間生活との関わりについては、地球温暖化、オゾン層破壊、エルニーニョ現象、日本に見られる気象現象、地震や火山活動など特徴的な現象、恩恵や災害、自然災害の予測や防災を扱うとともに、地域のハザードマップを用いた実習を行い、必要に応じて発展、拡充させる。例えば、オゾンホールと成層圏内の空気の流れとの関係などが考えられる。

## 第3章 各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い

### 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 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ものとする。

#### (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、数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を働かせ、数学や理科などに関する事象や課題に向き合い、探究する学習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<sup>かんよう</sup>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出すために、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」を働かせ、数学的活動や観察、実験を行うことなどの探究する学習活動を通して、「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、様々な事象から課題や仮説の設定をしたり、観察、実験などの計画を立案したりする学習となっているか、観察、実験など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、実験などの結果の処理、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。

「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」を働かせながら探究の過程を通して学ぶことにより、理数科で育成を目指す資質・能力を獲得するようになっているか、様々な知識が系統的につながって、より数学的な概念や科学的な概念の形成に向かっているか、さらに、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などの視点から、授業の改善を図ることが考えられる。

以上のような指導の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) 数学的分野における科目の原則履修

(2) 理数に関する学科においては、「理数数学Ⅰ」及び「理数数学Ⅱ」を原則として全ての生徒に履修させること。

数学的分野については、偏りのない数学の理解を図るために「理数数学Ⅰ」及び「理数数学Ⅱ」を原則として理数に関する学科の全ての生徒に履修させることを示したものである。

## (3) 理数的分野における科目の原則履修

(3) 理数に関する学科においては、「理数物理」、「理数化学」、「理数生物」及び「理数地学」のうちから、原則として3科目以上を全ての生徒に履修させること。

理数に関する学科の特色を生かすとともに、自然や科学技術に対する総合的な見方や考え方を幅広く養うため、原則として3科目以上を理数に関する学科の全ての生徒に履修さ

せることを示したものである。

#### (4) 数学的分野における科目の履修順序

(4) 「理数数学Ⅱ」及び「理数数学特論」については、原則として「理数数学Ⅰ」を履修した後に履修させること。

数学的分野について、内容の系統性、発展性の観点から、各科目の履修の順序を示したものである。

#### (5) 教科内の科目相互・他教科等との関連

(5) 各科目を履修させるに当たっては、当該科目やこの章に示す理数科に属する他の科目の履修内容を踏まえ、相互の連携を一層充実させるとともに、他教科等の目標や学習の内容の関連に留意し、連携を図ること。

理数科に属する各科目の内容には、当該科目や他の科目の内容と相互に関連し密接な関わりをもっているものがある。また、理数科に属する各科目の内容の中には、他教科等の内容と関連するところがある。

理数科に属する各科目の指導に当たっては、当該科目や他の科目、他教科等と関連する内容や学習時期を把握し、各教科等の「見方・考え方」、各教科等で育成を目指す資質・能力などについて、教職員間で相互に連携しながら、学習の内容や系統性に留意し、学習活動を進めることが求められる。このことにより、学習の定着を図り、内容の理解を深めることが大切である。

#### (6) 障害のある生徒などへの指導

(6) 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、児童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、小・中学校における特別支援学級、特別支援学校において、児童生徒の十分な学びを確保し、一人一人の児童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。

高等学校の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。

## 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) 数学的分野における科目の配慮事項

(1) 「理数数学Ⅰ」、「理数数学Ⅱ」及び「理数数学特論」の指導に当たっては、第2章第4節第3款の3を参照し、数学的活動を一層重視すること。

数学的活動は、数学を学習する方法であると同時に、数学の学習を通して身に付けるべき内容でもある。理数に関する学科の特色から、将来、数学を専門的に研究したり、数学を積極的に活用していろいろな分野で研究などを行ったりする生徒がこれらの科目を履修することから、他の学科以上に数学的活動を重視することが必要である。

指導に当たっては、高等学校学習指導要領第2章第4節第3款の3及びその解説を参照するとともに、コンピュータなどの情報機器を積極的に活用し、活動の質を一層高めるようにする。

### (2) 理科的分野における科目の配慮事項

(2) 「理数物理」、「理数化学」、「理数生物」及び「理数地学」の指導に当たっては、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。

科学的な思考力や判断力、表現力を育成する観点から、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す学習活動及びそれらを表現する学習活動を充実することについて述べている。

このためには、まず年間の指導計画を見通して、観察や実験などを十分に行い、生徒が結果を分析して解釈するための機会やそれらを行うための時間を確保することが必要である。

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す学習活動においては、生徒に観察や実験の目的を十分理解させ、生徒が主体的に取り組むようにすることが求められる。また、科学的な思考力や判断力を育成するため、生徒一人一人にじっくり考えさせるとともに、グループで協議させた後、自らの考えをまとめさせることも考えられる。

自らの考えを表現する学習活動においては、特に、初期の段階では報告書の作成を通して思考を促し表現させるような指導が大切である。また、口頭での発表、プレゼンテーション、報告書の作成など、多様な表現活動の機会を設定することが大切である。報告書を作成させる際には、その見通しをもたせるため、例えば、前年度の報告書などを参考とすることも考えられる。

なお、結果を分析し解釈して自らの考えを導き出す学習活動や、それらを表現する学習活動は、言語力の育成につながるものであることにも留意したい。

### (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) コンピュータなどの活用

(4) 各科目の指導に当たっては、数理現象の理解や多数の計算例による法則性の認識及び観察、実験の過程での情報の収集・検索、計測・制御、シミュレーション、結果の集計・処理などのために、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、様々な事象を探究するために必要な資質・能力を育成するために、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。

数学的分野においては、各科目の指導全般にわたって、図形処理、数値計算など数理現象の理解、多数の計算例による法則性の認識、シミュレーション及び情報の収集・検索などのためにコンピュータや情報通信ネットワークなどを積極的に活用し、学習効果を高めるとともに数学的な思考力などを育成することが大切である。

また、理科的分野においては、自然の事物・現象を観察、実験などの探究の過程での情報の収集・検索、計測・制御、シミュレーション、結果の集計・処理などのために、コンピュータや情報通信ネットワークなどを積極的に活用し、学習効果を高めるとともに科学的な思考力などを育成することが大切である。

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。

#### (5) 体験的な学習活動の充実

(5) 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効である。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，学習の内容と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，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。

#### (6) 博物館や科学学習センターなどとの連携

(6) 各科目の指導に当たっては，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。

生徒の実感を伴った理解を図るために，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。なお，理数科に属する各科目の学習と関連する内容が，総合的な探究の時間や校外学習などで扱われている際には，その関連を踏まえて指導するようにする。

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。

#### (7) 科学技術と日常生活や社会との関連

(7) 科学技術が日常生活や社会を豊かにしていることや安全性の向上に役立っていることに触れること。また，数学・理科で学習することが様々な職業などに関連していることにも触れること。

理数科で学習した様々な原理，法則などは日常生活や社会と深く関わりをもっており，科学技術の発展を支える基盤となっている。このことを，生徒が認識することが大切である。

科学技術の発展は様々な作業の効率化をもたらしたり，様々な素材の開発によって更に新しい機能をもった製品が生み出されたりしている。医療技術の進歩は怪我や病気の不安から多くの人を守り，健康で安全な生活を支えている。防災や事故防止に関する技術の進歩は，自然災害や事故などに対する様々な備えを可能とし，安全で安心な生活を保障している。情報通信ネットワークの普及によって多くの人が情報を取り出したり，交換したりすることが可能になり，離れた場所とのコミュニケーションが活発に行われるようになった。また，様々な環境問題の解決にも，科学技術が深く関わっている。例えば，有害な物質そのものを生じさせない技術，有害な物質に代わる代替物質，ゴミ処理や再利用の方法などが開発されている。さらに，エネルギーを有効に利用する技術の開発が進んでいる。このように，科学技術の進歩によって，私たちは利便性，安全性を手に入れ，日常生活や社会をより豊かなものに発展させてきた。

近年，資源の有効利用に貢献する技術，汚染物質や廃棄物を減らす技術やシステムなどが私たちの生活の中に浸透し，重要性が増している。このことは，ただ利便性や快適性を求めるだけではなく，次世代への負の遺産とならないように，持続可能な社会をつくっていくことの重要性が高まっていることを示している。こうしたことの重要性に気付かせる意味でも，「数学的な見方・考え方」や「理科の見方・考え方」などを働かせ，数学的活動や観察，実験などを通して，理数科で育成を目指す資質・能力を育成することが大切である。

生徒が様々な事象に関わり，様々な課題に自立的に対応できるようにしていくためには，生徒に理数科を学ぶ意義を実感させ，理数科の学習で育成を目指す資質・能力が，様々な職業などに関連していることにも触れるようにすることも大切である。その際，例えば，科学技術に関係する職業に従事する人の話を聴かせることなどが考えられる。

#### (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，探究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時には、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、高圧ガス保安法、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・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。