

5

# 高等学校学習指導要領解説

10

## 理数編

15

20

25

30

平成21年7月

35

文 部 科 学 省

# 高等学校学習指導要領解説 理数編

## 目 次

5

	第2部 理数	1
	第1章 総説	1
10	第1節 改訂の趣旨	1
	1 改訂の趣旨	1
	2 改訂の要点	5
	3 理数科の目標	6
	4 理数科の科目編成	7
15	第2章 各科目	11
	第1節 理数数学Ⅰ	11
	1 性格	11
	2 目標	11
	3 内容とその取扱い	11
20	第2節 理数数学Ⅱ	14
	1 性格	14
	2 目標	14
	3 内容とその取扱い	14
	第3節 理数数学特論	17
25	1 性格	17
	2 目標	17
	3 内容とその取扱い	17
	第4節 理数物理	21
30	1 性格	21
	2 目標	21
	3 内容とその取扱い	22
	第5節 理数化学	24
35	1 性格	24
	2 目標	24
	3 内容とその取扱い	25
	第6節 理数生物	27
	1 性格	27
	2 目標	27
	3 内容とその取扱い	28
40	第7節 理数地学	30
	1 性格	30
	2 目標	30
	3 内容とその取扱い	31
	第8節 課題研究	33

1	性格	33
2	目標	33
3	内容とその取扱い	34
4	内容の構成とその取扱い	36
5	第3章 各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い	38



## 第2部 理 数

### 第1章 総 説

#### 第1節 改訂の趣旨

##### 1 改訂の趣旨

平成20年1月の中央教育審議会答申においては、学習指導要領改訂の基本的な考え方が示されるとともに、各教科等の改善の基本方針や主な改善事項が示されている。このたびの高等学校数学科及び理科の改訂は、これらを踏まえて行ったものである。

この答申において、学習指導要領改訂の基本的な考え方については、「生きる力」という理念を共有しながら、基礎的・基本的な知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力等の育成を両立させながら確かな学力を確立するとともに、学習意欲の向上や学習習慣の確立、豊かな心や健やかな体の育成のための指導の充実をねらいとすることが示された。特に今回は、教育内容に関する主な改善事項として、言語活動の充実、理数教育の充実などが示された。

高等学校における教育課程の基準については、学校教育法の一部改正において改められた高等学校の目的・目標規定を踏まえ、国民としての素養である基礎・基本を義務教育でしっかりと身に付けることを前提として、それを発展させ、学問研究や技術の習得に結び付けていくことが重要であるとの観点から、

- ① 小・中学校と同様に、各教科・科目において、基礎的・基本的な知識・技能の習得とともに、知識・技能を活用する学習活動を重視すること
- ② 各教科・科目において、義務教育と高等学校との間の系統性を重視した円滑な接続を図ること
- ③ 豊かな心や健やかな体の育成のため、道徳教育の充実や健やかな心身の育成についての指導の充実を図ること

が示された。さらに、共通性を維持しつつも、一定の弾力性を確保する方向で検討する必要があることが示された。つまり、高校生に必要な最低限な知識・技能と教養の幅を確保するという必修科目の趣旨と学校の創意工夫を生かすための裁量や生徒の選択の幅の拡大とのバランスを図る必要がある。

高等学校の単位数については、現状を踏まえ、国として定める卒業までに修得させる単位数は、引き続き74単位以上とすることが適当であることが示された。また、必修教科・科目については、学習の基盤である国語、数学、外国語については、共通必修科目を設定する一方、地理歴史、公民、理科については、現行どおり選択必修とするが、理科は科目履修の柔軟性を高めることなどが示された。

さらに、答申の中で、数学及び理科の改善の基本方針並びに高等学校数学及び理科の改善の具体的事項、専門教育に関する各教科・科目の改善の基本方針については、次のように示された。

##### ③ 算数、数学

###### (i) 改善の基本方針

(ア) 算数科、数学科については、その課題を踏まえ、小・中・高等学校を通じて、発達の段階に応じ、算数的活動・数学的活動を一層充実させ、基礎的・基本的な知識・技能を確実に身に付け、数学的な思考力・表現力を育て、学ぶ意欲を高めるようにする。

(イ) 数量や図形に関する基礎的・基本的な知識・技能は、生活や学習の基盤となるものである。また、科学技術の進展などの中で、理数教育の国際的な通用性が一層問われている。このため、数量や図形に関する基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観

点から、算数・数学の内容の系統性を重視しつつ、学年間や学校段階間で内容の一部を重複させて、発達や学年の段階に応じた反復（スパイラル）による教育課程を編成できるようにする。

5 (ウ) 数学的な思考力・表現力は、合理的、論理的に考えを進めるとともに、互いの知的なコミュニケーションを図るために重要な役割を果たすものである。このため、数学的な思考力・表現力を育成するための指導内容や活動を具体的に示すようにする。特に、根拠を明らかにし筋道を立てて体系的に考えることや、言葉や数、式、図、表、グラフなどの相互の関連を理解し、それらを適切に用いて問題を解決したり自分の考えを分かりやすく説明したり、互いに自分の考えを表現し伝え合ったりすることなどの指導を充実する。

10 (エ) 子どもたちが算数・数学を学ぶ意欲を高めたり、学ぶことの意義や有用性を実感したりできるようにすることが重要である。そのために、

- 15 ・ 数量や図形の意味を理解する上で基盤となる素地的な学習活動を取り入れて、数量や図形の意味を実感的に理解できるようにすること
- ・ 発達や学年の段階に応じた反復（スパイラル）による教育課程により、理解の広がりや深まりなど学習の進歩が感じられるようにすること
- ・ 学習し身に付けたものを、日常生活や他教科等の学習、より進んだ算数・数学の学習へ活用していくこと

を重視する。

20 (オ) 算数的活動・数学的活動は、基礎的・基本的な知識・技能を確実に身に付けるとともに、数学的な思考力・表現力を高めたり、算数・数学を学ぶことの楽しさや意義を実感したりするために、重要な役割を果たすものである。算数的活動・数学的活動を生かした指導を一層充実し、また、言語活動や体験活動を重視した指導が行われるようにするために、小・中学校では各学年の内容において、算数的活動・数学的活動を具体的に示すようにするとともに、高等学校では、必修科目や多くの生徒の選択が見込まれる科目に「課題学習」を位置付ける。

25 (ii) 改善の具体的事項

(高等学校)

30 高等学校においては、目標について、高等学校における数学学習の意義や有用性を一層重視し改善する。また、科目構成及びその内容については、数学学習の系統性と生徒選択の多様性、生徒の学習意欲や数学的な思考力・表現力を高めることなどに配慮し改善する。

(ア) 科目構成は、「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」、「数学A」、「数学B」及び「数学活用」とする。

35 (イ) 「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」は、内容を見直し、次のような内容に再構成する。

「数学Ⅰ」は、高等学校数学における基礎的・基本的な知識や技能及びそれらを活用する能力などを身に付けることをねらいとし、中学校数学の内容との関連などを考慮して、例えば、数と集合、図形と計量、二次関数などの内容で構成する。

40 「数学Ⅱ」は、数学的な資質・能力を伸ばすことをねらいとし、「数学Ⅰ」に引き続く科目として内容の系統性に配慮して、例えば、いろいろな式（式と証明・高次方程式など）、図形と方程式、三角関数などの内容で構成する。

「数学Ⅲ」は、数学に対する興味や関心から、より深く数学を学習したり、将来数学を専門的に扱うために必要な知識・技能を身に付けたりすることをねらいとし、例えば、極限、微分法、積分法などの内容で構成する。

45 (ウ) 「数学A」及び「数学B」は、生徒の能力・適性、興味・関心、進路などに応じていくつかの項目を選択して履修する科目とし、例えば、確率、数列、ベクトルなどの内容で構成する。

(エ) 「数学活用」は、「数学基礎」の趣旨を生かし、その内容を更に発展させた科目として設け、数学と人間とのかかわりや、社会生活において数学が果たしている役割につい

て理解させ、数学への興味や関心を高めるとともに、具体的な事象への活用を通して数学的な見方や考え方のよさを認識し数学を活用する態度を育てることをねらいとする。

(オ) 「数学Ⅰ」及び「数学A」には、実生活と関連付けたり、学習した内容を発展させたりして、生徒の関心や意欲を高める課題を設け、数学的活動を特に重視して行う課題学習を内容に位置付ける。

(カ) 「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」はこの順に履修するものとする。また、「数学A」は「数学Ⅰ」と並行履修またはその後の履修、「数学B」は「数学Ⅰ」の後に履修するものとする。

#### ④ 理科

##### (i) 改善の基本方針

(ア) 理科については、その課題を踏まえ、小・中・高等学校を通じ、発達の段階に応じて、子どもたちが知的好奇心や探究心をもって、自然に親しみ、目的意識をもった観察・実験を行うことにより、科学的に調べる能力や態度を育てるとともに、科学的な認識の定着を図り、科学的な見方や考え方を養うことができるよう改善を図る。

(イ) 理科の学習において基礎的・基本的な知識・技能は、実生活における活用や論理的な思考力の基盤として重要な意味をもっている。また、科学技術の進展などの中で、理数教育の国際的な通用性が一層問われている。このため、科学的な概念の理解など基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」などの科学の基本的な見方や概念を柱として、子どもたちの発達の段階を踏まえ、小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化を図る方向で改善する。

(ウ) 科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、学年や発達の段階、指導内容に応じて、例えば、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動、探究的な学習活動を充実する方向で改善する。

(エ) 科学的な知識や概念の定着を図り、科学的な見方や考え方を育成するため、観察・実験や自然体験、科学的な体験を一層充実する方向で改善する。

(オ) 理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高める観点から、実社会・実生活との関連を重視する内容を充実する方向で改善を図る。また、持続可能な社会の構築が求められている状況に鑑み、理科についても、環境教育の充実を図る方向で改善する。

##### (ii) 改善の具体的事項

###### (高等学校)

探究的な学習を重視し、中学校理科の学習の成果を踏まえて自然科学の複数の領域を学び、基礎的な科学的素養を幅広く養い、科学に対する関心をもち続ける態度を育てるとともに、生徒一人一人の能力・適性、興味・関心、進路希望等に応じて深く学び、自然を探究する能力や態度を高めることができるよう、科目の構成及び内容等を次のように改善する。

(ア) 科学技術が発展し、実社会・実生活を豊かにしてきたことについて、身近な事物・現象に関する観察・実験などを通して理解させ、科学的な見方や考え方を養うとともに、自然や科学に関する興味・関心を高める新たな科目「科学と人間生活」を設ける。

「科学と人間生活」は、科学の発展、生活の中の科学、科学と人間生活などで構成する。

(イ) 現行の「Ⅰを付した科目」、「Ⅱを付した科目」のうち、中学校と高等学校との接続を考慮しながら、より基本的な内容で構成し、観察・実験、探究活動などを行い、基本的な概念や探究方法を学習する科目として「物理基礎」、「化学基礎」、「生物基礎」、「地学基礎」（「基礎を付した科目」）を設ける。その際、実社会・実生活とのかかわりを考慮するものとする。

「物理基礎」は、物体の運動と力、物理現象とエネルギーなど、「化学基礎」は、化

学と人間生活、物質の構成、物質の変化など、「生物基礎」は、細胞と遺伝子、生物の多様性と生態系など、「地学基礎」は、宇宙における地球、変動する地球などで構成する。

5 (ウ) 「基礎を付した科目」の内容を基礎に、観察・実験、探究活動などを行い、より発展的な概念や探究方法を学習する科目「物理」、「化学」、「生物」、「地学」を設ける。

「物理」は、運動、波、電気と磁気、物質と原子など、「化学」は、物質の状態や変化と平衡、無機物質、有機化合物及び高分子化合物の性質と利用など、「生物」は、生物現象と物質、生物の生活と反応、生物の集団、生物の進化など、「地学」は、地球の概観、地球の活動と歴史、地球の大気と海洋、宇宙の構成などで構成する。

10 (エ) 現行の「Ⅱを付した科目」の中の課題研究については、自然を探究する能力や態度を育て、創造的な思考力を高める観点から、一層の充実が求められており、研究を継続して実施できるようにするため、新たな科目「課題研究」を設ける。

15 「課題研究」では、「基礎を付した科目」や「物理」、「化学」、「生物」、「地学」での探究活動の成果を踏まえ、特定の自然事象や科学を発展させた実験に関する研究、自然環境の調査などの中から、課題を設定し研究を行うものとする。

(オ) 「物理」、「化学」、「生物」、「地学」はそれぞれの「基礎を付した科目」を履修した後に履修させるようにする。

(カ) 「課題研究」は一つ以上の「基礎を付した科目」を履修した後に履修させるようにする。

20 (キ) 科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、観察・実験、探究活動などにおいて、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一層重視する。

(ク) 生命科学などの科学の急速な進展に伴って変化した内容については、実社会・実生活との関連や、高等学校と大学の接続を円滑にする観点から見直しを図る。

### 25 ⑬ 専門教育に関する各教科・科目

(イ) その他の専門教育に関する各教科・科目

30 職業以外の専門教育に関する各教科・科目については、専門教育を主とする学科（例えば、理数、体育、音楽、美術、英語に関する学科など）の特色が一層生かされるよう、また、社会の変化に対応し、生徒一人一人の興味・関心、能力・適性等を一層伸長する観点から、例えば、新たな科目を設けたり、内容を選択して学習したり、重点的に学習したりすることを拡充して、主体的・問題解決的な学習を充実するなどの見直しを行うことが適当である。

35 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。

40 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 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。

5 第1に、科学的、数学的な能力を高め、柔軟な思考力や新しい進歩を生み出す創造的な能力を育成すること。

第2に、基礎的・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。

第3に、生徒の個性や能力の多様化に応じた適切な教育を進めること。特に、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、能力等を一層伸長するように配慮する。

10 以上のような点に基づいて、高等学校における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、新たな科目として「理数数学特論」を設けた。幾つかの内容を選択して履修する科目であり、従前の「理数数学探究」の趣旨を引き継ぐ科目である。「理数数学Ⅰ」、「理数数学Ⅱ」及び「理数数学特論」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。

15 理数的分野については、科目編成は従前どおりとした。「理数物理」、「理数化学」、「理数生物」及び「理数地学」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、数学的分野及び理数的分野にまたがる新たな科目として「課題研究」を設けた。これは、従前、「理数数学探究」、「理数物理」、「理数化学」、「理数生物」及び「理数地学」の内容であった課題研究を発展させたもので、探究的な活動を通して課題を解決する中で専門的な知識と技能の深化、総合化を図り、問題解決の能力や自発的、創造的な学習態度を育てるものである。

20 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。

25

### 3 理数科の目標

5 事象を探究する過程を通して、科学及び数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、数学的に考察し表現する能力と態度を育て、創造的な能力を高める。

10 この目標は、探究の過程を重視し、これを通して科学及び数学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るとともに、科学的、数学的に考察し表現する能力を深く身に付け、科学や数学を研究する方法や態度を習得することなどによって、創造的な能力を高めることを示している。

15 「事象を探究する過程」とは、問題を発見してその解決を図り、結論を得るまでの一連の過程である。この目標では、このような過程を通して、生徒が科学や数学を研究する方法や探究的な態度を身に付け、科学や数学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ことを求めている。さらに、このような概念等の理解の上に立って、事象を科学的、数学的に考察し表現する能力を伸ばし、生徒自らが創造的な能力を高めることを示している。

これまで、探究的な態度や創造的な能力の育成をねらいとして各科目に設けられていた課題研究は、独立した科目として設けることにより複数の分野にまたがる研究も行いやすくなるようにした。「課題研究」の充実により、探究的な態度や創造的な能力の育成がこれまで以上に期待される。

20 「科学的、数学的に考察し表現する能力と態度」は、今回、全教科にわたって思考力と表現力の育成を重視していることを踏まえ、従前の「科学的、数学的に考察し、処理する能力と態度」を改めたものである。「科学的、数学的に考察し、処理する能力と態度」は、「科学的、数学的に考察し表現する能力と態度」に含まれると考えてよい。

## 4 理数科の科目編成

### (1) 科目の構成

理数科は、次の8科目で構成されている。

5  
理数数学Ⅰ  
理数数学Ⅱ  
理数数学特論  
理数物理  
10 理数化学  
理数生物  
理数地学  
課題研究

15 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。

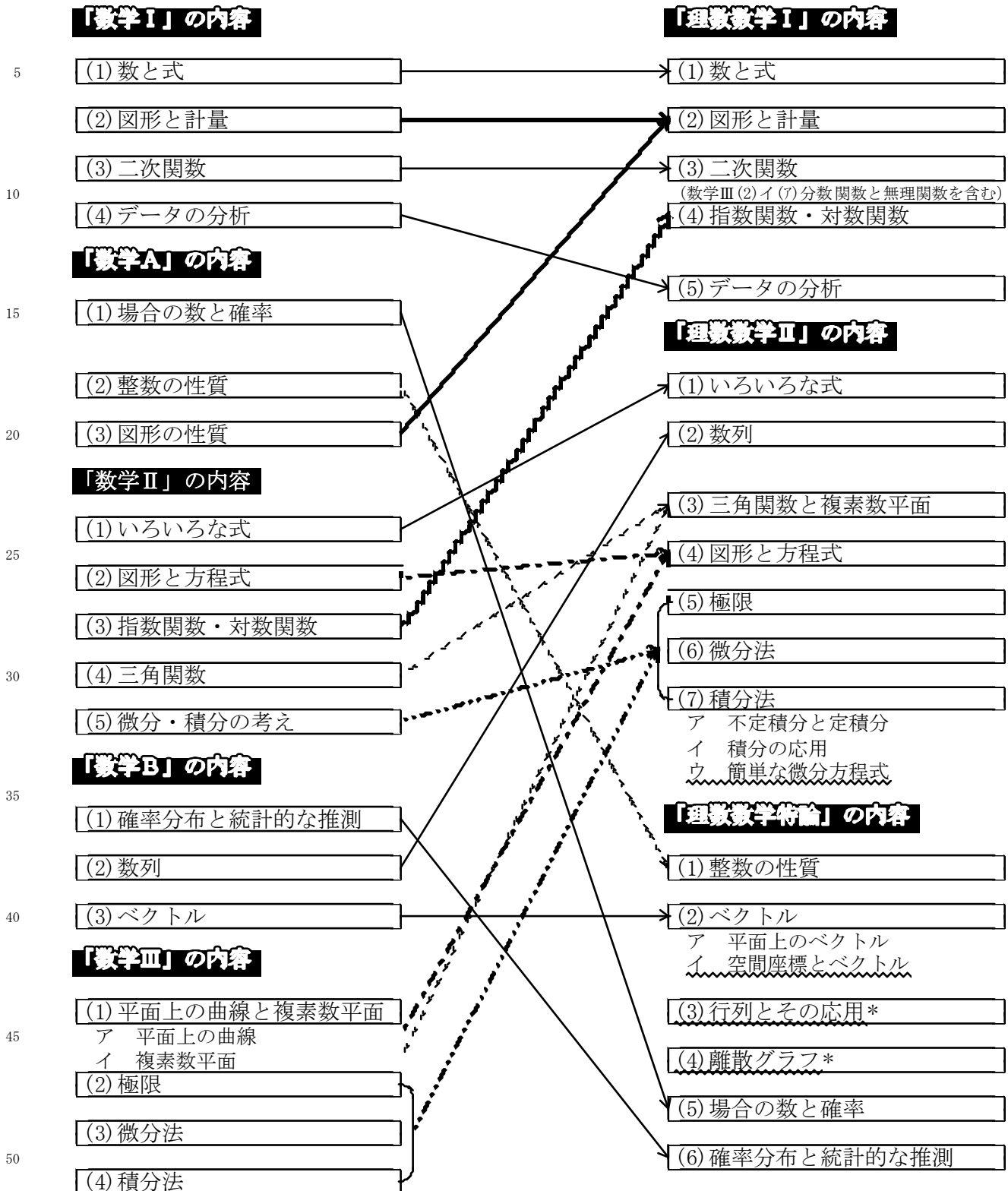
### (2) 科目の履修

20 数学的分野については、「理数数学Ⅰ」及び「理数数学Ⅱ」をすべ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の(1)）。また、理数科の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」の一部の内容を発展的、系統的にまとめ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3款の2の(2)）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の(3)）。

25 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の(2)）。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の(1)の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3款の2の(2)）。

30 また、新たな科目として設けた「課題研究」は、理数科の目標として「事象を探究する過程を通して、科学及び数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、数学的に考察し表現する能力と態度を育て、創造的な能力を高める。」としていることを踏まえ、原則としてすべての生徒に履修させる科目としている（同第3章第9節第3款の1の(1)）。

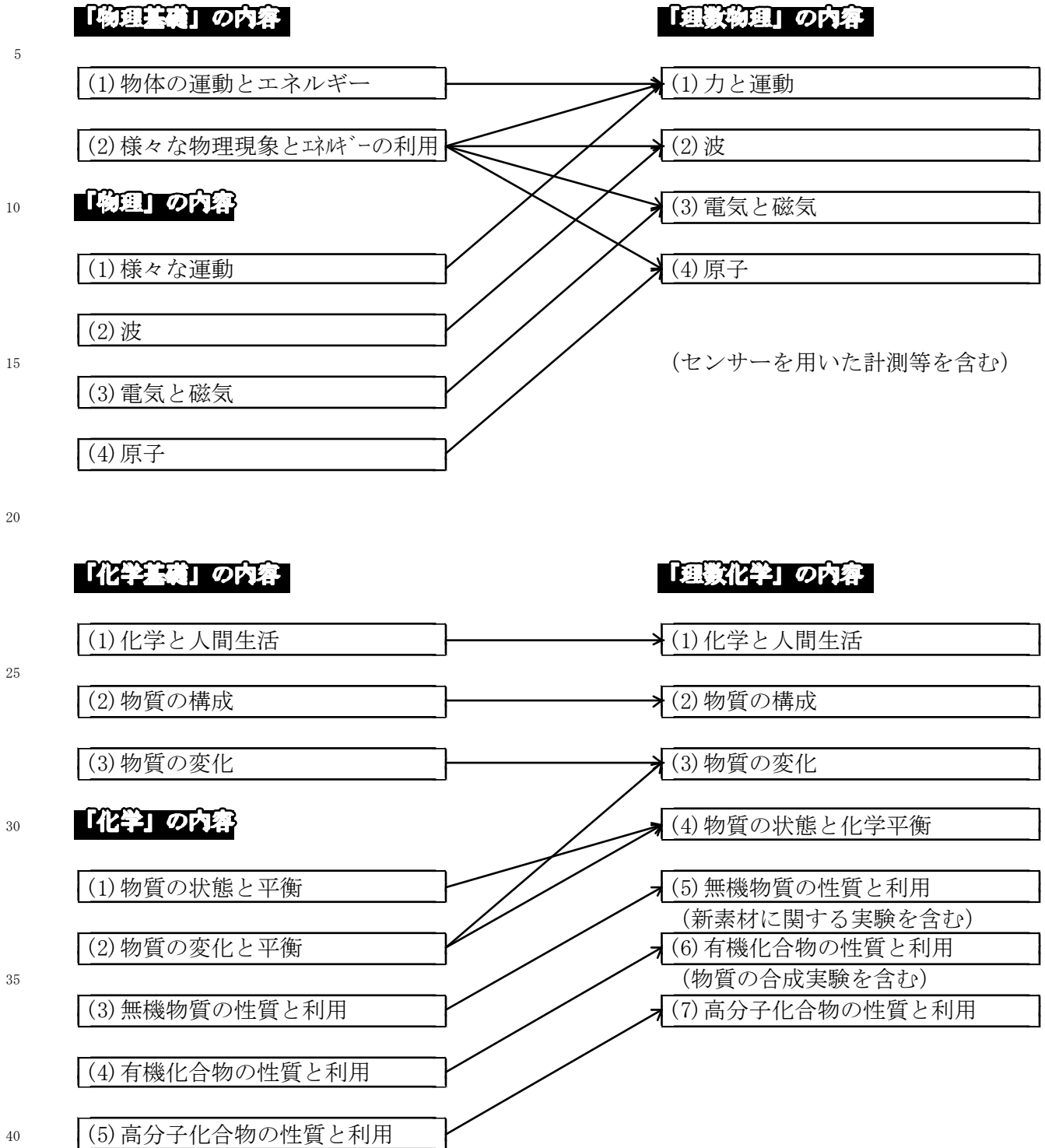
数学科の科目と理数科の科目との関係



~~~~~を付した部分は数学科にはその全部又は一部がない内容

\*「数学活用」「(2)社会生活における数理的な考察」の「イ数学的な表現の工夫」に関連

理科の科目と理数科の科目との関係



**「生物基礎」の内容**

**「理数生物」の内容**

(1) 生物と遺伝子

(1) 生物と遺伝子

(2) 生物の体内環境の維持

(2) 生命現象と物質  
(バクテリア又は動物質に関する実験を含む)

(3) 生物の多様性と生態系

(3) 生殖と発生

**「生物」の内容**

(1) 生命現象と物質

(4) 生物の環境応答

(2) 生殖と発生

(5) 生態と環境  
(野外観察又は調査を含む)

(3) 生物の環境応答

(6) 生物の進化と系統

(4) 生態と環境

(5) 生物の進化と系統

**「地学基礎」の内容**

**「理数地学」の内容**

(1) 宇宙における地球

(1) 地球の概観と構造

(2) 変動する地球

(2) 地球の活動  
(岩石等の偏光顕微鏡観察を含む)

**「地学」の内容**

(1) 地球の概観

(3) 地球の歴史  
(地質図の実習を含む)

(2) 地球の活動と歴史

(4) 大気と海洋の構造と運動

(3) 地球の大気と海洋

(5) 宇宙の構造と進化

(4) 宇宙の構造

## 第2章 各科目

### 第1節 理数数学

#### 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、これらを再編成するとともに、更に発展、拡充させている。

原則として理数科のすべての生徒が履修する科目である。

#### 2 目標

数学における基本的な概念や原理・法則を系統的に理解させ、基礎的な知識の習得と技能の習熟を図り、事象を数学的に考察し表現する能力を養い、数学のよさを認識できるようにするとともに、それらを的確に活用する態度を育てる。

この科目の目標は、理数科の目標と「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」及び「数学A」の目標を踏まえるとともに、基本的な概念や原理・法則を系統的に理解させることを重視している。

また、この科目の目標には「数学のよさを認識できるようにする」という文言が挿入されている。理数科の数学的分野における基盤的な科目として、知識や技能だけではなく、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得できるようにすることが大切である。

#### 3 内容とその取扱い

- (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

(内容の取扱い)

- (1) 指導に当たっては、第2章第4節第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)を扱うこと。
  - 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(3)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(2)のイの(ア)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。

## (1) 数と式

「数学Ⅰ」の「(1) 数と式」を参照して扱う。

5 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すべ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。

10 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ため、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。

15

## (2) 図形と計量

「数学Ⅰ」の「(2) 図形と計量」と「数学A」の「(3) 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。

20

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

25 「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。

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が大切である。

30 例えば、分数関数について、次のように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。

35 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、コンピュータ等を適切に活用し、その理解を助けることも大切である。

40 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とを対比し、関数的な考え方や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。

今回、指数関数及び対数関数を「理数数学 I」の内容としたのは、「理数物理」、「理数化学」、「理数生物」及び「理数地学」の内容との関連を重視したためである。

例えば、水素イオン指数 pH は、水溶液中の水素イオン濃度  $x$  mol/L に対して  $\text{pH} = -\lg_{10} x$  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

## (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、数学と社会とのかか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り、十分な理解を図るとともに、コンピュータ等を用いて資料の分析が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、課題研究におけるコンピュータ等を用いたデータの整理・分析にも生かすことができる。

15 発展、拡充させる内容としては、回帰直線の考え方などを扱うことが考えられる。

## 第2節 理数数学

### 1 性格

5

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、「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」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」、「(4) 図形と方程式」、「(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た。

10

原則として理数科のすべ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。

15

### 2 目標

20

数学における概念や原理・法則についての理解を深め、知識の習得と技能の習熟を図り、事象を数学的に考察し表現する能力を伸ばすとともに、それらを積極的に活用する態度を育てる。

この科目の目標は、理数科の目標と「数学Ⅱ」及び「数学Ⅲ」の目標を踏まえたものである。

25

### 3 内容とその取扱い

30

- (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

35

(内容の取扱い)

40

(1) 指導に当たっては、第2章第4節第2の「数学Ⅱ」、第3の「数学Ⅲ」及び第5の「数学B」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(2)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Ⅲの(1)のイを扱うこと。

45

エ 内容の(4)については、「数学Ⅱ」の内容の(2)及び「数学Ⅲ」の内容の(1)のアに加えて、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(2)のアの(ア)(イ)及びイの(イ)(ロ)を扱うこと。  
 カ 内容の(6)については、「数学Ⅱ」の内容の(5)のア及び「数学Ⅲ」の内容の(3)を扱うこと。  
 キ 内容の(7)については、「数学Ⅱ」の内容の(5)のイ及び「数学Ⅲ」の内容の(4)に加えて、  

$$\frac{dy}{dx} = ky \quad (k \text{ は定数})$$
 程度の簡単な微分方程式の意味と解法も扱うこと。

### (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、整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しなければならない。

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「(2) 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、一般項が  $\frac{1}{n(n+1)}$  や  $nr^n$  などと表されるような取扱いが比較的

容易である数列の和を扱うことや、漸化式で表された数列の各項をコンピュータ等を利用して実際に計算することなどが考えられる。

### (3) 三角関数と複素数平面

「数学Ⅱ」の「(4) 三角関数」及び「数学Ⅲ」の「(1) 平面上の曲線と複素数平面」の「イ複素数平面」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」で扱っているため、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、コンピュータ等を利用し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。

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。

$$w = \alpha z + \beta, \quad w = \frac{a}{z}$$

### (4) 図形と方程式

「数学Ⅱ」の「(2) 図形と方程式」及び「数学Ⅲ」の「(1) 平面上の曲線と複素数平面」の「ア平面上の曲線」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  $\alpha$  だけ回転した点  $P'(x', y')$  は、 $x' = r\cos(\theta + \alpha)$ ,  $y' = r\sin(\theta + \alpha)$  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。その際、コンピュータ等を効果的に活用することが大切である。

5

### (5) 極限

「数学Ⅲ」の「(2) 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、 $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{x^2+1}\right)^n$  などを扱うことが考えられる。

10

### (6) 微分法

「数学Ⅱ」の「(5) 微分・積分の考え」の「ア 微分の考え」及び「数学Ⅲ」の「(3) 微分法」を参照し、系統的・一体的に扱う。

15 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应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等を用いて視覚的にとらえさせることが考えられる。

### (7) 積分法

20 「数学Ⅱ」の「(5) 微分・積分の考え」の「イ 積分の考え」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無限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

25 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、放射性同位元素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。

## 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 A」の「(1) 場合の数と確率」と「(2) 整数の性質」、「数学 B」の「(1) 確率分布と統計的な推測」と「(3) ベクトル」、さらに従前の「数学 C」の「行列とその応用」と新たな内容「離散グラフ」を加えて再編成し、更に発展、拡充させたものである。

各学校や生徒の実態や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

数学における概念や原理・法則についての理解を広め、知識の習得と技能の習熟を図り、事象を数学的に考察し表現する能力を伸ばすとともに、それらを積極的に活用する態度を育てる。

この科目の目標は、理数科の目標と「数学 A」及び「数学 B」の目標を踏まえたものである。

### 3 内容とその取扱い

- (1) 整数の性質
- (2) ベクトル
- (3) 行列とその応用
- (4) 離散グラフ
- (5) 場合の数と確率
- (6) 確率分布と統計的な推測

(内容の取扱い)

- (1) この科目は、内容の(1)から(6)までの中から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4の「数学 A」、第5の「数学 B」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(6)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 A」の内容の(2)を扱うこと。
  - イ 内容の(2)については、「数学 B」の内容の(3)に加えて、空間における直線や平面の方程式も扱うこと。
  - ウ 内容の(3)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。
  - エ 内容の(4)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。
  - オ 内容の(5)については、「数学 A」の内容の(1)を扱うこと。
  - カ 内容の(6)については、「数学 B」の内容の(1)を扱うこと。

### (1) 整数の性質

「数学A」の「(2)整数の性質」を参照して扱う。

発展, 拡充させる内容としては, 整数  $x, y$  及び  $m$  について

$$x - y = am \quad (a \text{ は整数}) \text{ と書けるとき}$$

5  $x \equiv y \pmod{m}$  と表記し, 整数の性質を調べることなどが考えられる。

### (2) ベクトル

「数学B」の「(3) ベクトル」を参照して扱う。

10 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理解を図り, 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)のイ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。

15

### (3) 行列とその応用

「(3) 行列とその応用」は, 従前の「数学C」に設けられていたものとほぼ同じ内容である。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。さらに, 多

20 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。

##### (ア) 行列とその演算

25 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

30 考えられる。

##### (イ) 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。

35 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

##### (ア) 連立一次方程式

40 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、

$$AX=B \dots\dots\dots\textcircled{1}$$

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。

5 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。

#### (1) 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。

10 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、

15  $X' = AX$

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。

20 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。

### (4) 離散グラフ

#### ア 離散グラフの基本的な考え方

25 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。

30 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。

35 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得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とら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。

45 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、「(3) 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。

5

### (5) 場合の数と確率

「数学A」の「(1) 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。

10 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。

### (6) 確率分布と統計的な推測

「数学B」の「(1) 確率分布と統計的な推測」を参照して扱う。

15 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

20

$$f(x) = \begin{cases} 0 & (x \leq 0) \\ 1 & (0 < x \leq 1) \\ 0 & (1 < x) \end{cases}$$

で与えられる一様分布や

25

$$f(x) = \begin{cases} 0 & (x \leq -1) \\ 1 - |x| & (-1 < x \leq 1) \\ 0 & (1 < x) \end{cases}$$

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。

## 第4節 理数物理

### 1 性格

「理数物理」は、原則として理数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の基礎の上に、更に進んだ方法や考え方で、自然の事物・現象を物理学的な立場で取り扱い、観察、実験などを通してその基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め、物理学的に事物・現象を考察する能力を養うとともに、それらを通して科学的な見方や考え方及び科学の方法を習得させ、科学的な自然観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、実験を行い、観測・測定された量の間からより普遍的な法則を見だし、さら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。また、観察、実験を行い、自然の事物・現象を定量的にとらえること及び数学的な操作によって実験データを分析し、考察することを重視し、現象に関与している基本概念の理解を深めさせることが大切である。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・現象についての観察、実験などを行い、自然に対する関心や探究心を高め、物理学的に探究する能力と態度を育てるとともに、物理学の基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め、科学的な自然観を育成する。

「理数物理」の目標は、自然の事物・現象についての観察、実験などを行うことを通して、自然に対する関心や探究心を高め、物理学的に探究する能力と態度を育てるとともに、物理学の基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め、科学的な自然観を育成することである。

「物理的な事物・現象についての観察、実験などを行い、自然に対する関心や探究心を高め」とあるのは、物理の学習においては、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必要があることを示したものである。このことは、探究的な学習をより一層重視する観点からも重要であるだけでなく、学習が進む中で自然の事物・現象に対する理解を深め、更なる新しい疑問を解決しようとする意欲を育てていくためにも大切である。

「物理学的に探究する能力と態度を育てる」とあるのは、自然の事物・現象の中から物理学的な立場で問題を見だし、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探究の過程を通じて、科学の方法を習得させ、物理学的に探究する能力や態度を育成す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活動をすることは、物理的な事物・現象への興味・関心を喚起し、基本的な原理・法則の理解を深め、知識の定着を促し、創造の芽をはぐくむ効果が期待される。探究活動を行う際、情報の収集、課題の設定、仮説の設定、観察、実験の計画立案、結果の考察、法則性の導出、報告書の作成、発表の体験を積み重ねていくことで物理学的に探究する能力や態度を育てていこうとするものである。

「物理学の基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め」とあるのは、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・法則について系統的に理解を深めさせることを示している。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能力を身に付けることである。そのためには、いく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。

「科学的な自然観を育成する」というのは、「理数物理」の学習を通して自然の事物・現象に関する基本的な原理・法則についての系統的な理解を深めることはもとより，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能力を養うなど，自然の事物・現象を分析的，総合的に考察する能力を育成することを示している。

### 3 内容とその取扱い

- (1) 力と運動
- (2) 波
- (3) 電気と磁気
- (4) 原子

(内容の取扱い)

(1) 内容の構成に当たっては，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。指導に当たっては，第2章第5節第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)のア及びカ並びに「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)のイ及びカ並びに「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)のウ及びカ並びに「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)のエ，オ及びカ並びに「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ー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。発展的な内容としては，固定軸のまわりの剛体の回転運動などが考えられる。探究活動としては，記録タイマーやセンサー，動画等を用いた運動の解析，金属の比熱容量の測定などが考えられる。

#### (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。発展的な内容としては、フレネルレンズの構造と機能などが考えられる。探究活動としては、気柱や弦の共鳴、共振、光の波長の測定などが考えられる。

### (3) 電気と磁気

5 「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。

10 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。発展的な内容としては、交流のより進んだ扱いなどが考えられる。探究活動としては、センサーやオシロスコープなどを活用した各種測定実験などが考えられる。

### (4) 原子

15 「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。発展的な内容としては、宇宙と物質の起源などが考えられる。探究活動としては、放射線の測定、放電管の実験などが考えられる。

20 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ー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ーを用いて計測し、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の基礎の上に、更に進んだ方法や考え方で、自然の事物・現象を化学的な立場で取り扱い、観察、実験などを通して、その基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め、化学的に事物・現象を考察する能力を養うとともに、それらを通して科学的な見方や考え方及び科学の方法を習得させ、科学的な自然観を育成する科目である。

化学の特徴の一つは、物質の構造や性質、反応性を調べることにより物質に関する原理・法則を見いだすとともに、新しい物質を発見したり合成したりするなど、自然全体を物質という視点でとらえるところにあり、観察、実験が重要な部分を占めている。

「理数化学」では、化学のこのような特徴を踏まえ、観察、実験などを通して、科学の方法や考え方に親しませるとともに、自ら探究していく態度を身に付けさせることが大切である。また、日常生活や社会で用いられている化学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、新技術導入についてもその光と陰の両面から考察できるようにするなど、総合的に判断する能力を育成することが大切である。

### 2 目標

化学的な事物・現象についての観察、実験などを行い、自然に対する関心や探究心を高め、化学的に探究する能力と態度を育てるとともに、化学の基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め、科学的な自然観を育成する。

「理数化学」の目標は、自然の事物・現象についての観察、実験などを行うことを通して、自然に対する関心や探究心を高め、化学的に探究する能力と態度を育てるとともに、化学の基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め、科学的な自然観を育成することである。

「化学的な事物・現象についての観察、実験などを行い、自然に対する関心や探究心を高め」とあるのは、化学の学習においては、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必要があることを示したものである。このことは、探究的な学習をより一層重視する観点からも重要であるだけでなく、学習が進む中で化学的な事物・現象に対する理解を深め、更なる新しい疑問を解決しようとする意欲を育てていくためにも大切である。

「化学的に探究する能力と態度を育てる」とあるのは、化学的な事物・現象の中から問題を見だし、既に学んできた化学の知識とも関連させながら、観察、実験を中心に問題を解決していくという探究の過程をたどらせることによって科学の方法を習得させ、化学的に探究する能力や態度を育成することを示したものである。観察、実験を中心とする探究活動を行うことは、化学的な事物・現象への興味・関心を喚起し、基本的な概念や原理・法則の理解を深め、知識の定着を促し、創造の芽をはぐくむ効果が期待される。探究活動を行う際、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、発表等の体験を積み重ねていくことで、化学的に探究する能力や態度を育てていこうとするものである。

「化学の基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め」とあるのは、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・法則について系統的な理解を深めさせることを示したものである。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、それらを活用する能力を身に付け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。

「科学的な自然観を育成する」というのは、「理数化学」の学習を通して物質やその変化に関する基本的な原理・法則についての系統的な理解を深めることはもとより、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能力を養うなど、自然界の事物・現象を分析的、総合的に考察する能力を育成することを示したものである。

### 3 内容とその取扱い

- (1) 化学と人間生活
- (2) 物質の構成
- (3) 物質の変化
- (4) 物質の状態と化学平衡
- (5) 無機物質の性質と利用
- (6) 有機化合物の性質と利用
- (7) 高分子化合物の性質と利用

(内容の取扱い)

- (1) 内容の構成に当たっては、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。指導に当たっては、第2章第5節第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)並びに「化学」の内容の(2)のア及びウを扱うこと。
  - エ 内容の(4)については、「化学」の内容の(1)並びに(2)のイ及びウを扱うこと。
  - オ 内容の(5)については、「化学」の内容の(3)に加えて、新素材に関する実験も扱うこと。
  - カ 内容の(6)については、「化学」の内容の(4)に加えて、物質の合成実験も扱うこと。
  - キ 内容の(7)については、「化学」の内容の(5)を扱うこと。

#### (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、化学と人間生活とのかかわり、物質の探究などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。発展的な内容としては、環境にやさしい化学（グリーンケミストリー）などが考えられる。探究活動としては、クロマトグラフィーによる物質の分離や、情報通信ネットワークを利用した環境やエネルギーについての調査などが考えられる。

#### (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。発展的な内容としては、電子の軌道と分子の形などが考えられる。探究活動としては、ドルトンの原子説やアボガドロの分子説など化学史上の研究を調べたり、周期

表の構成と電子配置との関係を調べたりすることなどが考えられる。

### (3) 物質の変化

「化学基礎」の「(3) 物質の変化」及び「化学」の「(2) 物質の変化と平衡」を参照して扱う。

物質の変化については、物質と化学反応式、中和や酸化と還元などの化学反応、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。発展的な内容としては、二段階中和などが考えられる。探究活動としては、アボガドロ定数の測定や、電気分解の実験によるファラデー定数の算出などが考えられる。

### (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) 物質の変化と平衡」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。発展的な内容としては、エンタルピー及びエントロピーと反応の向き、生体内における緩衝作用などが考えられる。探究活動としては、液晶状態の観察や反応速度に影響を与える要因の実験による検証などが考えられる。

### (5) 無機物質の性質と利用

「化学」の「(3) 無機物質の性質と利用」を参照して扱う。

無機物質の性質と利用については、典型元素や遷移元素からなる無機物質の性質や反応、無機物質と人間生活などを扱うとともに新素材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。発展的な内容としては、錯体と配位結合などが考えられる。探究活動としては、超伝導物質やファインセラミックスなど新素材の性質に関する実験とその利用に関する調査などが考えられる。

### (6) 有機化合物の性質と利用

「化学」の「(4) 有機物質の性質と利用」を参照して扱う。

有機化合物の性質と利用については、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、有機化合物と人間生活などを扱うとともに物質の合成実験を行い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。発展的な内容としては、求核置換反応や $\pi$ 電子の非局在化などが考えられる。探究活動としては、有機化合物の合成実験を行い、種々の条件下での結果について比較考察し、安全で効率的な合成の手法を習得することなどが考えられる。

### (7) 高分子化合物の性質と利用

「化学」の「(5) 高分子化合物の性質と利用」を参照して扱う。

高分子化合物の性質と利用については、合成高分子化合物や天然高分子化合物の性質や反応、高分子化合物と人間生活などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。発展的な内容としては、ナノテクノロジーや遺伝子組換え食品などが考えられる。探究活動としては、酵素による食品の分解に関する実験などが考えられる。

## 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の基礎の上に、更に進んだ方法や考え方で、自然の事物・現象を生物学的な立場で取り扱い、観察、実験などを通してその基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め、生物学的に事物・現象を考察する能力を養うとともに、それらを通して科学的な見方や考え方及び科学の方法を習得させ、科学的な自然観を育成する科目である。

生物学の特徴の一つは、観察、実験を通して生物の性質や生物と環境とのつながりをとらえ、多くの生物的・無生物的要因が互いに有機的、統一的に働いていることを解明することである。

「理数生物」では、生物学のこのような特徴を踏まえ、生物や生物現象について、個々の要因を分析すると同時に、環境を含めて総合的に考えることが必要である。したがって探究に当たっては、生物の反応が環境に応じて変化することを考慮して条件を設定し、必要に応じて対照実験や継続観察を行うなど、様々な視点から考察することが望ましい。また、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、生物を個の生物としてとらえるだけでなく、環境とのかかわりでもとらえる視点をもつよう指導することが大切である。

### 2 目標

生物や生物現象についての観察、実験などを行い、自然に対する関心や探究心を高め、生物学的に探究する能力と態度を育てるとともに、生物学の基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め、科学的な自然観を育成する。

「理数生物」の目標は、自然の事物・現象についての観察、実験などを行うことを通して、自然に対する関心や探究心を高め、生物学的に探究する能力と態度を育てるとともに、生物学の基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め、科学的な自然観を育成することである。

「生物や生物現象についての観察、実験などを行い、自然に対する関心や探究心を高め」とあるのは、生物学の学習においては、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必要があることを示したものである。探究的な学習を重視して、学習を進める中で生物や生物現象に対する理解を深め、それらに対する疑問を解決しようとする探究心を育てていくことが大切である。また、生物や生物現象についての観察、実験では、室内での観察、実験のみならず、野外での観察や調査も重視されなければならない。

「生物学的に探究する能力と態度を育てる」とあるのは、生物や生物現象の中から問題を見だし、生徒が主体的に課題の解決に取り組み、科学の方法に基づいた観察、実験を通して、探究する能力と態度を育てることを示したものである。その際、季節や気象条件のほか、生物の生理状態にも配慮するとともに、継続的な観察、実験を行う必要がある。

「生物学の基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め」とあるのは、観察、実験などを通して、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させることを示したものである。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はなく、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。

「科学的な自然観を育成する」というのは、「理数生物」の学習を通して生物や生物現象に関する基本的な概念や原理・法則についての系統的な理解を深めることはもとより、生物現象を自然環

境とのつながりや日常生活や社会とも関連させる視点を重視し、生物や生物現象に関して探究する能力を身に付けさせ、自然界の事物・現象を分析的、総合的に考察する能力を育成することを示している。

### 3 内容とその取扱い

- (1) 生物と遺伝子
- (2) 生命現象と物質
- (3) 生殖と発生
- (4) 生物の環境応答
- (5) 生態と環境
- (6) 生物の進化と系統

#### (内容の取扱い)

- (1) 内容の構成に当たっては、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。指導に当たっては、第2章第5節第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)のア、イの(ア)(イ)及びウを扱うこと。
  - イ 内容の(2)については、「生物基礎」の内容の(1)のイの(イ)及びウ並びに「生物」の内容の(1)に加えて、バイオテクノロジーに関する実験又は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(2)を扱うこと。
  - 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(3)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(4)に加えて、野外観察又は調査も扱うこと。
  - カ 内容の(6)については、「生物」の内容の(5)を扱うこと。

#### (1) 生物と遺伝子

「生物基礎」の「(1) 生物と遺伝子」を参照して扱う。

生物と遺伝子については、生物の共通性と多様性、細胞とエネルギー、遺伝情報とDNA、遺伝情報の分配などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。発展的な内容としては、細胞共生による細胞の進化などが考えられる。探究活動としては、酵素やATPを使った生体の化学反応に関する実験などが考えられる。

#### (2) 生命現象と物質

「生物基礎」の「(1) 生物と遺伝子」及び「生物」の「(1) 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、遺伝情報とその発現などを扱うとともにバイオテクノロジーに関する実験又は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。発展的な内容としては、遺伝子分析法や遺伝子組換え技術などが考えられる。探究活動としては、タンパク質やDNAの分析実験、遺伝子操作技術の産業や医療への応用についての調査などが考えられる。

#### (3) 生殖と発生

「生物」の「(2) 生殖と発生」を参照して扱う。

生殖と発生については、有性生殖、動物の発生、植物の発生などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。発展的な内容としては、多能性幹細胞の性質などが考えられる。探究活動としては、組織培養の実験などが考えられる。

5

#### (4) 生物の環境応答

「生物基礎」の「(2) 生物の体内環境の維持」及び「生物」の「(3) 生物の環境応答」を参照して扱う。

10 生物の環境応答については、動物の内部環境の維持、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。発展的な内容としては、免疫不全症などが考えられる。探究活動としては、生物時計と動植物の活動に関する実験などが考えられる。

#### (5) 生態と環境

15 「生物基礎」の「(3) 生物の多様性と生態系」及び「生物」の「(4) 生態と環境」を参照して扱う。

生態と環境については、植生の多様性と分布、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。発展的な内容としては、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。探究活動としては、身近な環境における生態調査とデータ処理に基づいて、生物間の関係の多様性を考察することなどが考えられる。

20

#### (6) 生物の進化と系統

「生物」の「(5) 生物の進化と系統」を参照して扱う。

25 生物の進化と系統については、生物の進化の仕組みと生物の系統などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。発展的な内容としては、DNAやタンパク質などの比較による系統分類などが考えられる。探究活動としては、近縁植物の形態に基づく分類の作業などが考えられる。

## 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の基礎の上に、更に進んだ方法や考え方で、自然の事物・現象を地学的な立場で取り扱い、観察、実験などを通してその基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め、地学的に事物・現象を考察する能力を養うとともに、それらを通して科学的な見方や考え方及び科学の方法を習得させ、科学的な自然観を育成する科目である。

地学の特徴の一つは、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、空間的なスケールを超えて、極めて広い幅の中で起こっており、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、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が大切である。また、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学習させるなど、興味・関心をもたせるような多様な指導方法によって、教育の効果を上げることが大切である。

### 2 目標

地学的な事物・現象についての観察、実験などを行い、自然に対する関心や探究心を高め、地学的に探究する能力と態度を育てるとともに、地学の基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め、科学的な自然観を育成する。

「理数地学」の目標は、自然の事物・現象についての観察、実験などを行うことを通して、自然に対する関心や探究心を高め、地学的に探究する能力と態度を育てるとともに、地学の基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め、科学的な自然観を育成することである。

「地学的な事物・現象についての観察、実験などを行い、自然に対する関心や探究心を高め」とあるのは、地学の学習においては、積極的に観察、実験などを通し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必要があることを示したものである。探究的な学習を重視して、学習を進める中で地球や宇宙に対する理解を深め、それらに対する疑問を解決しようとする探究心を育てていくことが大切である。

「地学的に探究する能力と態度を育てる」とあるのは、地学的な事物・現象の中から問題を見いだし、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科学の方法を習得させ、地学的に探究する能力と態度を育てることを示している。学習の過程では、生徒の自発的な問題意識を重視し観察、実験などを通して、地学的な時間的、空間的スケールを理解して課題の解決の方法を体得させることが大切である。また、地学では野外の事物・現象から直接得られる情報が出発点になっていることが多いので、探究の方法として野外観察を行うことが重要である。また、情報通信ネットワーク等を活用して、地球や宇宙に関する調査、観測などによる新しい発見などの情報を、効果的に活用することも大切である。

「地学の基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め」とあるのは、観察、実験などを通して地球や宇宙に関する基本的な概念や原理・法則について理解を深め、系統的に理解させることを示したものである。分析の技術や精度の向上、資料の蓄積などに伴い、地球や宇宙についての知見が更新されていることも踏まえて、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ことを示したものである。

ここでは、科学の知識を既にでき上がったものとして生徒に与えることに重点が置かれるのでは

なく、それらの知識が獲得された過程を重視し、その一部は観察、実験などを含めて体験的に自らも獲得するよう配慮することが望ましい。

「科学的な自然観を育成する」というのは、「理数地学」の学習を通して地学的な事物・現象に関する基本的な概念や原理・法則についての系統的な理解を深めることはもとより、地学現象を日常生活や社会とも関連させてとらえ、自然を探究する能力を身に付けさせ、自然界の事物・現象を分析的、総合的に考察する能力を育成することを示している。

### 3 内容とその取扱い

- (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

(内容の取扱い)

- (1) 内容の構成に当たっては、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。指導に当たっては、第2章第5節第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)のイの(イ)及びウ並びに「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(2)のア及びオ並びに「地学」の内容の(2)のア及びウに加えて、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)のイ及びオ並びに「地学」の内容の(2)のイ及びウに加えて、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(2)のウ、エ及びオ並びに「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(1)のア、イの(ア)及びウ並びに「地学」の内容の(4)を扱うこと。

#### (1) 地球の概観と構造

「地学基礎」の「(1) 宇宙における地球」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。発展的な内容としては、重力異常と地下構造との関連などが考えられる。探究活動としては、走時曲線により地球内部を解析することなどが考えられる。

#### (2) 地球の活動

「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。

地球の活動については、地震や火山活動、プレートの動きと地殻変動、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。発展的な内容としては、地震と活断層や海岸段丘の関係、プルームテクトニクスなどが考えられる。探究活動としては、特定火山の活動歴から噴火の周期性や危険度の予測を行うこと、

海洋底の岩石の年代からプレートの移動速度を推定すること、岩石の薄片を作製して偏光顕微鏡下で観察し岩石の形成過程を考察することなどが考えられる。

### (3) 地球の歴史

5 「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。発展的な内容としては、地質時代の生物の大量絶滅、岩石の年代測定の原理とその方法などが考えられる。探究活動としては、ある地域の地形、地層、岩石、化石などを野外で調べ、地史を組み立てること、日本列島における地質図から付加体の分布や形成の過程を復元することなどが考えられる。

### (4) 大気と海洋の構造と運動

15 「地学基礎」の「(2) 変動する地球」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、大気と海洋、これに関連した地球環境問題などを扱い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。発展的な内容としては、津波と海岸地形の関係、人間の活動が大気や海洋に及ぼす影響などが考えられる。探究活動としては、コンピュータによる地域の気象データ解析、イソプレット図を作成して天気の変化の周期性を調べること、氷河の後退や分布等を調べることなどが考えられる。

### (5) 宇宙の構造と進化

20 「地学基礎」の「(1) 宇宙における地球」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い、必要に応じてこれらの内容を発展、拡充させる。発展的な内容としては、隕石や小惑星による太陽系の起源の推定、暗黒物質と宇宙の構造などが考えられる。探究活動としては、様々な天体の観測や流星群観測、惑星に関するデータからケプラーの法則を検証すること、惑星や衛星の表面地形の比較を行うことなどが考えられる。

## 第8節 課題研究

### 1 性格

「課題研究」は、生徒自らが科学や数学に関する課題を設定し、その課題の解決を図るために個人又はグループで研究を行い、専門的な知識と技能を関連付け、その深化、総合化を図るとともに、問題解決の能力や自発的、創造的な学習態度を育てるという点に特色をもつ科目である。

「課題研究」は、社会の変化に対応し、生徒一人一人の興味・関心を深め、能力等を一層伸長する観点から、原則としてすべての生徒に履修させるものである。

「課題研究」の内容の構成及びその取扱いに当たっては、次のような特徴をもつように配慮した。

- (1) 課題を設定し、観察、実験などを通して研究し、その成果を研究報告書にまとめ、発表するなど、生徒が一連の研究の過程を経験し、科学的、数学的に探究する能力と態度を育成することができるようにしている。
- (2) 課題については、理数科に関する各科目の内容のほか、先端科学や学際的領域の内容からも選択することができるなど、生徒の興味・関心、進路希望等に応じて、設定ができるようにしている。
- (3) 指導に際して、効果が期待される場合には、大学や研究機関、博物館などと積極的に連携・協力できるようにしている。
- (4) 研究の成果については、論理的な思考力や判断力、表現力の育成を図る観点から、報告書を作成させ、発表を行う機会を設けるようにしている。

### 2 目標

科学及び数学に関する課題を設定し、その課題の解決を図る学習を通して、専門的な知識と技能の深化、総合化を図るとともに、問題解決の能力や自発的、創造的な学習態度を育てる。

「課題研究」の目標は、科学や数学に関する課題を生徒自らが設定し、自らその課題の解決を図る学習を通して、専門的な知識と技能の深化、総合化を図るとともに、問題解決の能力や自発的、創造的な学習態度を育てることである。

「科学及び数学に関する課題を設定し」とあるのは、科学的、数学的な研究の方法により解決できる課題を設定することを示している。そのためには、生徒の主体性を尊重しつつ、必要に応じて教師は適切な指導を行うことが必要である。また、課題は、生徒の特性や学校の施設・設備及び地域の実態等を十分考慮して設定させるようにする。

「その課題の解決を図る学習を通して、専門的な知識と技能の深化、総合化を図る」とあるのは、設定した課題を解決するための研究を通して、理数科の各科目の内容に関連した専門的な知識や技能を活用させ、これらの深化、総合化を図らせることを示している。そのためには、研究の内容や時間、解決の見通しなどを考慮して、個人又はグループといった構成を柔軟に考え、場合によっては各生徒が作業を分担しつつも互いに協力し合い、研究に主体的にかかわれるようにする必要がある。

「問題解決の能力や自発的、創造的な学習態度を育てる」とあるのは、理数科の各科目の内容に関連した知識や技能を基に研究を行わせ、問題解決の能力を育成するとともに、研究全般を通して学習意欲を醸成し自発的に取り組む態度や、研究における独自性の重要さに気付かせ創造的に取り組む態度を育てることを示している。そのためには、具体的な課題を生徒自身で設定させ、課題解決のための計画、実験や調査の方針などをグループ等で討論させ、自主的に遂行させることが望ま

しい。また、研究に必要な器具や装置の製作、文献等の調査などについて、適切な助言が必要である。

### 3 内容とその取扱い

- (1) 特定の自然の事物・現象に関する研究
- (2) 特定の社会事象に関する研究
- (3) 先端科学や学際的領域に関する研究
- (4) 自然環境の調査に基づく研究
- (5) 科学や数学を発展させた原理・法則に関する研究

(内容の取扱い)

ア 内容の(1)及び(2)については、理数科の各科目の内容と関連させて扱うこと。

ここでは、「(1) 特定の自然の事物・現象に関する研究」、「(2) 特定の社会事象に関する研究」、「(3) 先端科学や学際的領域に関する研究」、「(4) 自然環境の調査に基づく研究」及び「(5) 科学や数学を発展させた原理・法則に関する研究」の中から一つ以上の課題を設定して研究を行い、研究報告書を作成させ、研究発表を行わせることで、科学的、数学的に探究する能力と態度を育てることがねらいである。

指導の際には、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、推論など探究の方法を用いて課題研究を行わせ、科学的、数学的に探究する能力と態度を育成できるようにする。その際、情報の検索、計測・制御、結果の集計・処理などに当たって、コンピュータや情報通信ネットワーク等の効果的な活用を図る。

研究の指導に当たっては次の事項に留意する必要がある。

- ① 課題の設定に当たっては、生徒の主体性や発想を尊重し、必要に応じて、教師は適切な指導助言を与える。課題については、生徒の興味・関心、進路希望等に応じ設定させるとともに、できるだけ解決の見通しが立つものにする。
- ② 課題解決のための計画については、研究の質を左右するばかりではなく、解決の見通しや研究の方法にかかわるものなので、生徒との話し合いを十分に行い、具体的なものになるよう指導する。また、生徒同士の討論を行わせることも重要である。
- ③ 研究の実施に際しては、生徒の特性や学校の施設・設備及び地域の実態等を十分考慮して、個人又はグループといった構成などを柔軟に考える必要がある。また、必要に応じて、文献の調査も並行して行わせる。野外や家庭における活動、器具や装置の製作も適宜行い、活動の多様化を図ることも重要である。危険防止や安全対策にも十分留意する。
- ④ 研究の成果については、研究報告書として提出させる。その際、観察、実験などの結果を単に記述するだけでなく、生徒自身が課題を解決する過程を表した研究報告書を作成するように指導する。なお、研究報告書の作成に当たっては、研究の目的、方法、結果、考察、結論、参考文献などの必要事項を含むように指導し、研究報告書の作成を通して、論理的な思考力や判断力、表現力の育成を図るようにする。また、研究発表会など発表を行う機会を設けて、発表により論理的な表現力を高めたり、互いの研究について質疑応答を行って理解を深め、研究の達成感をもたせることも大切である。
- ⑤ 評価に当たっては、研究報告書や発表の内容のほかに、研究における生徒の創造的な思考や研究の過程における態度を重視したり、発表会における生徒の自己評価や相互評価を取り入れたりするなど、多様な方法を用いることが大切である。

「(1) 特定の自然の事物・現象に関する研究」については、理数科の各科目の内容と関連した自然の事物・現象に関するものを扱う。課題の例としては、次のようなものが考えられる。

- ・物理現象の計測方法についての研究

赤外線センサーを用いた計測装置を製作して物体の運動を解析し、誤差の原因や精度の向上について研究する。

- ・実験条件による化学反応の差異についての研究

分析装置などを用いて、濃度や温度の違いによる硫酸、硝酸の反応性や温度の違いによるアルコールの脱水反応など、実験条件による化学反応の差異について研究する。

- ・生物の生理活性に関する研究

身の回りの植物や野菜の成分が、他の生物に対してどのような活性があるかを調べ、その成分の性質について研究する。

- ・地域における特色ある地学的な事物・現象に関する研究

段丘、断層、火山、鍾乳洞、集中豪雨、突風などの事象について調査を行い、その概要を把握し、原因等について研究する。

「(2) 特定の社会事象に関する研究」については、理数科の各科目の内容と関連した社会事象に関するものを扱う。課題の例としては、次のようなものが考えられる。

- ・バーコードと国際標準図書番号の研究

バーコードや国際標準図書番号に付けられているチェックサムと整数の性質との関連や、暗号と整数の性質との関連について研究する。

- ・道路などの曲線の研究

高速道路や鉄道線路、ジェットコースターなどのカーブと曲線の性質との関連について研究する。

「(3) 先端科学や学際的領域に関する研究」については、先端の科学技術や複数の学問分野にわたる内容に関するものを扱う。なお、適宜大学や研究機関などと連携、協力することが望ましい。課題の例としては、次のようなものが考えられる。

- ・ノイズ除去に関する研究

音や画像データに混入したノイズを除去するために行われる三角関数や積分などを使った処理について研究する。

- ・自然エネルギーの利用に関する研究

雪を使った温度差による発電や太陽のエネルギーを利用した発電及びそれらを充電し、有効に利用する方法について研究する。

- ・新素材の性質とその利用に関する研究

ファインセラミックスや超伝導物質、機能性高分子など新素材の物理的・化学的性質や用途について研究する。

- ・生物のタンパク質分析に関する研究

電気泳動法によって動物や植物のタンパク質を分析し、部位や発生段階の違いによるタンパク質の差異から、それぞれの働きについて考察する。

- ・海洋底に関する研究

海洋底の地形あるいは構成物質などについて、先行研究や観測船による調査結果等を基に研究する。

「(4) 自然環境の調査に基づく研究」の課題の例としては、次のようなものが考えられる。

- ・地域の植生に関する研究

身の回りの植生を継続的に調査し、その成り立ちを環境に適応する植物の性質や遷移の面から比較して研究する。

- ・自然災害に関する研究

過去に起こった自然災害について、文献や野外に残されている痕跡等から災害の様子を調査し、その原因などについて研究する。

5 「(5) 科学や数学を発展させた原理・法則に関する研究」の課題の例としては、次のようなものが考えられる。

- ・代数方程式の解の公式の研究

代数方程式の研究の足跡を調べるとともに、三次方程式の解の公式を導く方法を研究する。

- ・微分法における平均値の定理の研究

10 微分法における平均値の定理を発展させ、いろいろな関数を多項式関数で近似できることを研究する。

- ・光速度の測定

フィゾーやマイケルソン・モーリーによる光速度の測定実験など、歴史的な実験の再現に取り組み、光の本質が解明されていく経緯について研究する。

- 15 ・実験による分子量測定の研究

水溶液の凝固点降下や浸透圧の測定、気体の質量測定など、様々な法則を使って分子量の測定を行い、各測定法においてより正確に分子量を計測する実験の方法や技術について研究する。

20 以上に掲げた課題の例は、あくまでも例示であり、実際の指導に当たっては地域や学校の実態、生徒の特性等を踏まえて課題の設定が行われるようにする必要がある。

## 4 内容の構成とその取扱い

25 内容の構成とそ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 生徒の興味・関心、進路希望等に応じて、内容の(1)から(5)までの中から、個人又はグループで適切な課題を設定させること。なお、課題は内容の(1)から(5)までの2項目以上にまたがる課題を設定することができること。

30 イ 指導に効果的な場合には、大学や研究機関、博物館などと積極的に連携、協力を図ること。

ウ 研究の成果について、報告書を作成させ、発表を行う機会を設けること。

35 アについては、課題の設定に関する配慮事項を示している。生徒の興味・関心や進路希望等に応じて、生徒が主体的に課題を設定することが大切である。課題については、「(1) 特定の自然の事物・現象に関する研究」、「(2) 特定の社会事象に関する研究」、「(3) 先端科学や学際的領域に関する研究」、「(4) 自然環境の調査に基づく研究」及び「(5) 科学や数学を発展させた原理・法則に関する研究」の中から設定させる。ただし、これらの中から2項目以上にまたがるものでもよい。また、研究の実施に当たっては、生徒の特性や学校の施設・設備及び地域の実態等を考慮して、個人で行ってもグループで行ってもよい。無理のない研究計画を立てさせ、解決の見通しの立つ課題を設定させるようにすることが大切である。

45 イについては、大学や研究機関、博物館などと学校が適切に連携を行うことで効果的な指導が行われていることから、例えば先端科学や学際的領域に関する研究など課題の内容等によっては、大学や研究機関、博物館、科学館などとの積極的な連携、協力を図るようにすることを示している。連携先としては、これらの機関や施設のほか、教育センターや企業などが考えられる。専門的な指導を受けたり、連携先の機器などを活用したりして、研究の質を高めることが考えられる。

ウについては、研究報告書を作成させるとともに研究発表会などを行い、研究の成果を発表させる機会を設けることを示している。これにより、生徒の論理的な思考力や表現力を育成することや、

互いの研究についての質疑応答を通して研究に関する理解を深めるようにすることが大切である。また、研究発表会において、大学や研究機関などの研究者に専門的な見地からの意見をもらい、生徒に研究の達成感をもたせたり、奥深さを実感させたりすることが考えられる。

### 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 理数に関する学科における指導計画の作成に当たっては、次の事項に配慮するものとする。

5 (1) 「理数数学Ⅰ」、「理数数学Ⅱ」及び「課題研究」については、原則としてすべての生徒に履修させること。

(1)は、理数に関する学科における原則履修科目について述べたものである。

10 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」を原則としてすべての生徒に履修させることを示したものである。

「課題研究」については、理数科の目標である「事象を探究する過程を通して、科学及び数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、数学的に考察し表現する能力と態度を育て、創造的な能力を高める」ため、原則としてすべての生徒に履修させることを示したものである。

15 (2) 「理数物理」、「理数化学」、「理数生物」及び「理数地学」については、これらのうちから、原則として3科目以上をすべての生徒に履修させること。

20 (2)は、理数的分野の原則履修科目について述べたものである。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科目以上をすべての生徒に履修させることを示したものである。

25 (3) 「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。

(3)は、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。

30 (4) 各科目の指導に当たっては、大学や研究機関、博物館などと積極的に連携、協力を図るようようにすること。

35 (4)は、各科目の指導に当たって、大学や研究機関、博物館、科学館などとの連携、協力の必要性を示したものである。

理数に関する学科の特色を生かすとともに、生徒の実感を伴った理解を図り、生徒の科学及び数学への興味・関心を深め、能力等を一層伸長するためには、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。

40 これらの機関、施設は、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り、積極的に連携、協力を図ることが大切である。

45 これらの機関、施設の活用の仕方としては、生徒を引率して見学をさせたり、標本や資料を借り受けたりすることのほかに、講義や実習など、生徒が専門家から指導を直接受ける機会を設けることなどが考えられる。

実施に当たっては、これらの機関、施設の活用を指導計画に位置付けることが大切である。また、

ねらいを明確にし、学校と機関、施設とが十分に連絡を取り合い、無理のない計画を立てることが大切である。その際、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。なお、理数に関する各科目の学習と関連する内容が総合的な学習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ことが重要である。

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。

(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。

(1)は、理数科の数学的分野の指導において、数学的活動を一層重視することを述べている。

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ともいえるべきものである。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) 「理数物理」、「理数化学」、「理数生物」、「理数地学」及び「課題研究」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。

(2)は、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、その見通しを持たせるため、例えば、前年度の報告書などを参考として提示し、活用させることが考えられる。

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かか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。

(3)は、生命の尊重や自然環境の保全に寄与する態度の育成、環境問題や科学技術の進歩と人間生活にかかわる内容等についての取扱いを示したものである。

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命は生命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かか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) 観察、実験、野外観察、調査などの指導に当たっては、関連する法規等に従い、事故防止について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。

理科の学習における観察や実験、野外観察などの活動は、科学の学習への興味・関心を高めたり、科学的に探究する能力を育成する上で必要不可欠なものである。観察・実験を安全で効果的に行うためには、薬品の管理や観察、実験中の事故防止、廃棄物の処理などについて十分な知識をもち、適切な措置を講ずる必要がある。

#### ① 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。

#### ② 観察、実験中の事故の防止について

観察や実験を安全に、かつ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適切な条件を確認する。また、薬品や火気使用に伴う危険や、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の危険要素についても検討しておく。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薬品や機器を配置するとともに、それを周知させる。また、救急箱や消火器等を用意し事故に備えるとともに、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を準備しておく。

観察や実験のときは、保護眼鏡と白衣等を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到るルートの確認という点で重要である。とりわけ、河川や海などの状況は、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連絡先、避難場所、病院等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。

### ③ 廃棄物の処理について

5 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。

10 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流す。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

15 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）など、関連法令に従い適切に行う必要がある。また、放射性同位体（R I）を用いた実験を行う場合には、関連法令に従い機器や試料を適切に保管・管理する必要がある。

20 (5) 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。

25 (5)は、理数科における各科目の指導に当たって、コンピュータや情報通信ネットワークなどの活用の必要性を示したものである。

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。

30 また、理科的分野においては、自然の事象の理解や観察、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。

35 なお、報告書の作成や研究発表において情報通信ネットワークを介して得られた情報を取り扱う場合は、これらの情報が適切なものばかりではないことに留意し、根拠のある報告となるよう指導することが必要である。