

「高等学校学習指導要領解説（数学編）」について

編集部

1. はじめに

このたび、文部省より「高等学校学習指導要領解説 数学編 理数編」が発行されました。これは、平成6年4月から実施されます、高等学校新学習指導要領を、具体的に解説したものです。

新学習指導要領の内容につきましては、この数研通信のNo.6でも取り上げましたが、今回は、「指導要領解説」に記述されております内容の概略を説明したいと思います。

既に発表されております通り、新制度の科目編成と内容の取り扱い等につきましては、これまでにない思いきった改訂内容となっております。さて、カリキュラム編成上、特に注目すべき点をあげてみますと

- ① 必修科目は、数学Ⅰのみであるが、内容は大幅に入れ替わり精選された。4単位としては、ゆとりのある内容である。
- ② 数学Ⅰ → 数学Ⅱ → 数学Ⅲ という履修の流れとは別に、数学A、数学B、数学Cという選択科目の内容を適宜、取捨選択して（4単位から標準2単位）履修することができる。
- ③ 科目の学年別指定がなくなったことにより、例えば、1学年で数学Ⅰを早めに終え、数学Ⅱに進むことも、制度上可能になった。数学B、Cについては、数学Ⅰの履修後であれば、どれを履修してもよい。

④ 必修科目（数学Ⅰ）の減単が容易になった。ということになります。

④ につきましては、総則の「第3款 各教科・科目の履修」の中の1で触れられておりますが、参考のために新旧の文章を載せておきます。

（旧）なお、その単位数は、標準単位数を下らないものとする。ただし、その各教科・科目の特質及び生徒の実態からみて、著しく履修が困

難であると認められる場合に限り、その単位数の一部を減じることができる。

（新）……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、特に必要がある場合には、その単位数の一部を減じることができる。

したがって、数学Ⅰの内容を3単位で履修させることも可能かもしれません。実際、①のように、数学Ⅰの内容は、現行の4単位分と比べますと、かなり薄いものとなっているようです。

それでは、具体的に「指導要領解説」の中味に入っていきます。ここでは、第1部の数学のみについて説明いたします。

2. 第1章 総説

「第1節 改訂の趣旨」では、

- 1 改訂の経緯
- 2 改訂の趣旨
- 3 改訂の要点

が書かれております。この2の中で、改善の具体的事項として、(ア)～(カ)とありますが、特に新制度で新しく扱われる内容についての記述があります。

- (ア) 幾何については、中学校の数学の内容との関連に配慮し、論理的な思考力や直観力を養う観点から、論証幾何や複素数平面を取り扱うことができるようにする。確率・統計については、確率の基礎的な内容はすべての生徒に履修させることとし、統計処理の内容はコンピュータと関連付けて取り扱うようにする。
- (カ) 各科目の指導に当たっては、コンピュータ等を活用することについて配慮する。

次に、「3 改訂の要点」について簡単に説明しておきます。まず、「(1) 数学科の目標」の中で強調されていることは、次の2点であるとしています。

- [1] 数学的な見方や考え方のよさを認識する
 - [2] (それらを)積極的に活用する態度を育てる
- また、「(2) 数学科の科目編成」の中で述べられていることのうち、大事な点は次のことです。

④ 必修科目である「数学Ⅰ」は、後の科目を履修するための準備的な基礎を主体とするものではなく、学習に際して成就感をもつことができ日常生活にも活用できる基礎的・基本的な内容で構成することとした。

したがって、現行の数学Ⅰの内容は、新制度では多くの科目に振り分けられております。そして、「必要なときに、必要なことを教える」ということとなりますので、例えば、1次と2次の連立方程式の解法は、数学Ⅱの円と直線の中で、これに関連して扱うことになるようです。

更に、「(3) 各科目の内容」の中で、数学Ⅰについては、次のような説明があります。

この科目は、すべての生徒に履修させる科目であるから、中学校数学との関連に配慮し、基礎的な知識や技能の習得を図るとともに、具体的な事象の考察を通して数学的な見方や考え方のよさを認識させることを目標とした。

ここで特に注目したいのは、「具体的な事象の考察を通して」ということです。このことにより、新制度の数学Ⅰの教科書は、現行のものとは比べ様変わりすることになるようです。すなわち、新しい学習事項の導入に当たっては、具体的な導入例を必ず扱うこととなります。

例えば、「数学Ⅰの2次方程式では解と係数の関係が扱えるか」ということを質問したことがあります。「日常的なことに関連付けられるなら扱えるでしょう」ということでした。このことは、現行と同じように、単に計算で示すだけでは、扱い方としてまずいということになり、結果として扱えないということになります。妙案があれば扱えるのかもしれませんが……。

続いて、「第2節 数学科の目標」では、

1 高等学校における数学教育の意義

2 数学科の目標

が書かれております。

1の中では、コンピュータに関連する記述がありますのであげておきましょう。

さて、情報化社会に必要な数学的な資質を養うには、コンピュータを有効に活用することが必要となる。コンピュータを活用した学習は、探究的思考や発見的考察を通して、生徒の数学的な経験を豊かにすることができる。ところで、コンピュータを活用した数学の学習は、情報処理の手ほどきを目的とするものではなく、コンピュータの知的活動の教具として活用することを目指すものである。そのため、コンピュータの活用は、生徒が数学を楽しく学習することができるよう、新たな指導方法や教材の開発につながるものでなくてはならない。

そして、「2 数学科の目標」の中で、今回の指導要領の精神が、次のように述べられております。

すなわち、数学の学習が単に知識の習得や技能の習熟にとどまることなく、数学を学習することのよさや楽しさが分かるような指導を通して、生徒が自ら学習していこうとする意欲と主体的に活用しようとする態度を育てていくことを目指したものである。

最後に、「第3節 数学科の組織」では、

- 1 科目の編成
- 2 各科目の性格

が書かれております。

1については、科目と標準単位数が述べられておりますが、ここでは省略します。

「2 各科目の性格」について、特に注意すべき点を順にあげてみましょう。

(1) 数学Ⅰ

「この科目は、原則として低学年で履修させることを想定している」とありますが、この記述は、現行のものとは若干違っています。現行では、「この科目は、……原則として高等学校第1学年において履修させる科目である……」とありますので、学年指定がなくなったことがわかります。低学年といえ、当然1学年と考えられますが、あえて

学年指定をしていないのです。

ところで、教科書(正式には教科用図書という)を検定するため、「高等学校教科用図書検定基準」というものが定められておりますが、その中の「第2章 各教科共通の条件」では、「範囲及び程度」として、次のことがあげられています。

(3) 本文、問題、説明文、注、作品、挿絵、写真、図など教科用図書の内容は、生徒の心身の発達段階に適応しており、その能力からみて程度が高過ぎるところはないこと

この文面からだけでは、特に注目すべき点は出てこないのですが、旧の検定基準と比較しますと、その違いがはっきりわかります。旧の基準では

2 (程度)

程度は、生徒の心身の発達段階に適応していること。

(1) 本文、問題などには、生徒の能力からみて、程度が高過ぎるところ又は低過ぎるところはないこと。

となっております。すなわち、現行では、内容が高過ぎるのは勿論のこと、低過ぎていけなかったのですが、新しい基準では、低過ぎることに対して、制限がなくなったのです。

したがって、極端な話、数学Ⅰの教科書で小学校の復習を扱ってもよい訳です。このように、新しい制度では、数学Ⅰの内容だけを1年生に指導するというこれまでの方針が変わったことになります。

(2) ア 数学Ⅱ

数学Ⅱは、「数学Ⅰと合わせて社会生活を営むに必要な知的活動の基礎としての数学的な素養を身に付けようとする生徒と、更に進んで将来の専門分野への準備としてその基礎となる数学的な資質を身に付けようとする生徒が履修することに配慮し、内容を構成している。」とあります。

以前の文部省の説明でも、数学Ⅰと数学Ⅱは、国民的教養の科目と位置付けられておりました。

イ 数学Ⅲ

数学Ⅲは、「将来数学を必要とする専門分野に進む生徒や、特に数学に強い興味・関心をもつ生徒

が履修することを考えて内容を構成している。」とあります。更に、注意事項として、「この科目を履修させる場合に、数学Aや数学Bを履修していない生徒に対しては、必要に応じて適宜内容を補足するなどの配慮が大切である。」という説明がされております。これは、新制度における指導上の注意点の1つです。

一例だけあげますと、数学Ⅲでは極限のところでは、数列 $\{r^n\}$ の極限を扱いますが、数列の内容は数学Aで取り扱うことになっております。したがって、数学Aの数列の内容を履修していない生徒が数学Ⅲを履修した場合には、数列についての補足説明が必要になります。

(3) ア 数学A

数学Ⅰの内容への補足に重点を置いて履修させる場合と、数学Ⅰの内容を更に拡充し、余力のある生徒に発展的学習を促すことをねらいとして履修させる場合とがあると、位置付けられています。

イ 数学B

数学Ⅱの発展として位置付けられていますので、数学Ⅱと並行あるいは数学Ⅱを履修した後に履修させるのが一般的であるとしていますが、選択の仕方や取り扱いの工夫によっては、数学Ⅰを履修した後に数学Ⅱを履修しないでこの科目を履修させることも可能のようです。

ウ 数学C

数学Cは、「原則として数学Ⅰと数学Ⅱを履修した後に、コンピュータを活用し、応用数理の観点に立って指導することを考えて内容を構成している。」とあります。しかしながら、数学Ⅰと数学Aだけを履修した後にこの科目を履修してもよいようです。

3. 第2章 各 科 目

第2章では、数学Ⅰから数学Cまでの各科目について

- 1 概 観
- 2 目 標
- 3 内容と内容の取扱い

として解説がされております。

ここでは、解説の重複を避けながら、ポイントとなる内容を各科目ごとに取り上げていきたいと思っております。

数学 I

これまで、数学 I の前半で学習していた代数的な部分の取り扱いの見直しが図られたのですが、その理由が次のように述べられております。

この部分は、これまで伝統的に高等学校数学の基礎とみなされてきた。……、その内容は、……、数学 I でのその後の学習においてすぐに役立つものは少ない。また、従前の数学 I の代数的な部分は、その履修に当たって、中学校での学習内容の習熟の程度が大きく影響し、これまで多くの高校生が数学の学習につまずく原因の一つにもなっていた。そのため、これを高等学校数学の基礎として数学 I の中に置くことが適切であるとは言い難く、今回の改訂において数学 I の内容から削除することとした。

そこで、新制度の数学 I の内容は、これまでの数と式や、方程式と不等式の学習を必要としないようになっています。

(1) 二次関数

ア 二次関数とグラフ

「関数とグラフ」では、まず変化するものという考えを指導する観点から一次関数を見直し、最大値や最小値、一次方程式や一次不等式の解の意味などをまとめ、二次関数への導入とするようです。また、「二次関数とそのグラフ」では、一般の二次関数 $y=ax^2+bx+c$ について考察することになっています。グラフを描く際には、コンピュータの利用も有効であるとしています。そして、余力のある生徒に対しては、一般の二次関数 $y=ax^2+bx+c$ を $y=a(x-p)^2+q$ の形に変形し、頂点と対称軸に着目して $y=ax^2$ のグラフとの位置関係を調べたりすることも考えられるとしていますので、現行のものと若干扱いが違ってくるかもしれません。

イ 二次関数の値の変化

「二次関数の最大・最小」では、特に変更はみられません。「二次方程式と二次不等式」では、二次関数 $y=ax^2+bx+c$ のグラフと x 軸との交点を調べることを通して、二次方程式 $ax^2+bx+c=0$ の意味を考察することになり

ます。更に、二次関数のグラフと x 軸との位置関係から二次不等式の解を求めることを取り扱います。そして、注意事項として、二次方程式や二次不等式の扱いが、形式的な計算練習を主体とするものにならないようにと述べられております。

(2) 図形と計量

ア 三角比

ほぼ、現行と同じ内容のようです。

イ 三角比と図形

「正弦定理、余弦定理」は、特に変更はありません。「図形の計量」では、正弦定理、余弦定理などを応用しますが、対象は、線分の長さ、角の大きさ、面積となっております。更に、平面図形だけでなく、空間図形の計量に関する問題も扱うこととなります。なお、ヘロンの公式は、現行と同じく、本文扱いはできません。

(3) 個数の処理

ア 数えあげの原則

個数の数えあげについては、現行と同じように樹形図や表などを用いたものになります。また、ここで、集合に関する基本的な事柄を指導することになりますが、必要なものを必要な程度扱うということで、深入りをしないようにと注意が述べられております。そして、集合の知識を用いて、集合 A と B の和集合の要素の個数を、 $A \cap B \neq \phi$ と $A \cap B = \phi$ の場合について、具体的な図表示などによって理解させることになるようです。

イ 自然数の列

ここで扱う「自然数の列」とは、ものの個数や場合の数を数えあげるときなどにできる自然数からなる列のことのようです。そこで、規則に従って数えあげるという考えに立ち、適切な具体例を通して、数の並び方の規則性を自然数と対応させながら発見したり考察したりし、それをもとに数えあげていくこととなります。

身近な自然数の列としては、三角数や四角数なども考えられるようです。そして、これらを使って、自然数の列の和を視覚的に扱い、生徒が自ら工夫して数えあげ一般化していくという扱いも可能のようです。なお、ここでは等差数

列の一般項や、一般の数列の和を扱うことは想定されておりません。

ウ 場合の数

「順列」、「組合せ」とも、現行の確率・統計におけるものと、特に変わらないようです。

(4) 確率

ア 確率とその基本的な法則

確率の導入や定義は、現行の扱いとほぼ同じになります。また、確率の基本的な法則としては、次のことがあげられています。

① 任意の事象Aについて $0 \leq P(A) \leq 1$

② 空事象 ϕ の確率 $P(\phi) = 0$

全事象Sの確率 $P(S) = 1$

③ A, B が排反事象のとき

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B)$$

④ 余事象の確率 $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$

また、ここでは、実験やコンピュータの活用等を工夫することが望ましいとされています。

イ 独立な試行と確率

ここでは、事象の独立、従属は扱わないことになっていますので、当然ながら乗法定理そのものを扱えないことになります。説明によりますと、現行の「確率・統計」の「(3) 確率」における「イ 独立な試行と確率」を扱うことになりますが、具体例については触れられていませんので、今ひとつはっきりしません。

ウ 期待値

この期待値の扱いは、具体的な事象に即して、簡単な場合について期待値を求めることであり、確率変数の期待値ではありません。日常的な体験に基づいて期待値を理解させ、数学的な見方や考え方のよさについての認識を深めるようにするのがねらいのようです。

(5) 指導上の配慮事項

指導方法について、「コンピュータ等の教育機器を有効に活用したり体験的な学習を取り入れたりすることにより、生徒の実態に応じて工夫改善していくことが必要である。」と述べられています。したがって、数学Iについても、コンピュータや電卓などの利用が推し進められることになりそうです。

数学 II

数学IIの内容は、現行の数学IIと違い、いわゆる理系の生徒も履修することになりますが、かなり薄い内容になっています。審議会では、「積分」の内容さえ不要ではないかという意見も出たと聞いております。この辺の事情について、次のように述べられています。

これらは、高等学校数学のより広い分野をわたって、一般的な教養を身に付けさせることをねらいとしたものであり、程度の高い知識や技巧に深入りすることを目的とするものではない。あくまでも、それぞれの内容の基礎的な知識や技能、基本的な概念に基づいて、事象を数学的に考察し処理する能力の育成に重点を置いている。

したがって、例えば微分・積分の内容などは、現行の数学IIよりも削減されています。

(1) いろいろな関数

ア 指数関数

「指数の拡張」、「指数関数」については、現行の数学IIや基礎解析の内容と、あまり変わらないようです。しかし、「対数関数」の扱いが、現行よりも後退しております。現行の指導要領では、「指数関数」と並び同じ扱いになっておりましたが、新制度では、「ア 指数関数」の中の「(ウ) 対数関数」という扱いになりました。また、逆関数の内容が数学IIIへ移っておりますので、対数関数を指数関数の逆関数として扱うことはできません。ただ、余力のある生徒には、グラフをかくなどの過程を通して、指数関数のグラフと対数関数のグラフが直線 $y=x$ に関して対称な関係にあることを発見させるという扱いはできるようです。対数の応用としては、 2^{30} の桁数を調べたりすることがあげられています。

イ 三角関数

「角の拡張」では、角の概念を一般角まで拡張しますが、弧度法の扱いは、数学IIIへ移っております。「三角関数とその基本的な性質」では、現行とほぼ同じ内容が扱われますが、グラフは度数法(60分法)でかくことになります。

「三角関数の加法定理」で扱う内容の中で、加法定理から導き出される一連の公式としては、

2倍角の公式，単振動の合成を取り扱う程度のように，和・差 \rightarrow 積，積 \rightarrow 和・差の変形公式を扱うことはできないような感じです。これらは，「必要なところで必要なことを扱う」という原則からして，数学IIIの不定積分のところで扱うことになりそうです。

(2) 図形と方程式

ア 点と直線

「点の座標」，「直線の方程式」の内容は，現行の数学Iにおけるものと同程度のようにです。

イ 円

「円の方程式」の内容も現行のものとは変わりませんが，「円と直線」では，共有点を求める際に一次と二次の連立方程式の解法も扱うことになりそうです。ただ，複雑な連立方程式の解法には深入りしないようにとの注意があります。また，円と円の位置関係を扱うことも考えられますが，その際，二次と二次の二元連立方程式を解いて共有点を求めることは取り扱えないとのこと（現行では扱えました）。

なお，不等式の表す領域についても，現行の数学Iでの内容と同程度に扱うことになります。

(3) 関数の値の変化

ア 微分係数と導関数

極限については直観的にとらえる程度で，発展的，応用的な内容は扱えないようです。また，導関数の計算については，関数の和，差及び定数倍の導関数が求められるようにしますが，ここでは，これらを公式的に扱うことはできません。公式は数学IIIで扱うことになります。また，数学IIの微分で扱う関数は三次程度の整関数という制限がつけました。したがって， $(x^n)'=nx^{n-1}$ の公式をここで扱うことはできません。数学IIIの内容です。

なお， x^3 の導関数を求める際に $(x+h)^3$ の展開が必要ですが，これは数学Aの内容ですので注意が必要です。

イ 導関数の応用

ここで扱う内容としては

- ① 関数 $f(x)$ の増加，減少及び極値
- ② 関数 $y=f(x)$ のグラフの概形をかくこと

があげられております。したがって，現行で扱われている曲線 $y=f(x)$ の接線の方程式を求めることは，扱えなくなりそうです。公式としての扱いは，数学IIIに移りました。

ウ 積分の考え

被積分関数は，導関数との関連で，原則として二次以下の整関数を扱うことになります。更に，不定積分の計算では，関数の和，差及び定数倍の不定積分が求められるようにしますが，やはりこれらも公式を扱うことにはならないでしょう。また，定積分の応用としては，二次以下の整関数で表されるいろいろな直線や曲線で囲まれた図形の面積を求める程度のことを扱うことになります。したがって，三次関数のグラフと直線で囲まれた図形の面積を求めるような問題は扱えないようです。これは，三次方程式の解法が数学Bで扱われることにも関連していると考えられます。更に，応用として体積や道のりも扱わないことになっています。

数学 III

数学I，数学IIの内容が軽減された結果，数学IIIの内容を指導する上で必要な準備ができていないものがあります。このことについては，今回の指導要領の大きな特徴の1つとして位置付けられますが，次のように述べられています。

従前は，やや進んだ内容を学習するに当たって，伝統的に，必要な準備をすべて済ませてからその学習に取り掛かるという方法をとっていた。しかし，その方法では，生徒が興味・関心に応じた学習をしにくいという指摘もあった。そのため，今回の改訂では，全般的に，必要な準備はそれが真に必要な時点で学習するという方法を取り，微分法，積分法についても，その履修に必要な準備は，「数学III」の中でその都度学習させることとした。

このような例としては，不定積分の計算の準備として必要な，多項式や有理式の計算に関するものがあげられています。

(1) 関数と極限

ア 関数の概念

ここでは，分数関数及び無理関数を扱い，関

数の概念を広くするとともに、関数についてまとめることとなります。すなわち、関数を写像としてとらえ、合成関数や逆関数も導入します。そして、 $y=x^2$ ($x \geq 0$) の逆関数が $y=\sqrt{x}$ であることや、対数関数が指数関数の逆関数であることについて触れることとなります。

イ 極限

ここでは、「数列 $\{r^n\}$ の極限」、「無限等比級数の和」、「関数値の極限」を扱うことになっていますが、現行の微分・積分で扱われている一般の数列の極限や、一般の無限級数の収束・発散については取り扱わないことになりました。なお、指導に当たっては、数学Aの内容である等比数列の和の公式を履修していないことも考えられるので注意が必要であるとしています。

「関数値の極限」については、現行のものと大きく変わることはないようですが、三角関数における極限の公式 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$ をどのように扱うかということが問題となりそうです。といいますのは、この公式における x は弧度法で表された量であり、弧度法の理解が必要となります。ところが、弧度法について、今回の指導要領では、次の「(2) 微分法」の中で扱われる用語になっています。このことについて、解説書では、次のように述べております。

その意味で $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$ (x の単位は弧度) は、関数の極限値の典型例であるが、それをここで証明しておくか、微分法の項目において改めて導入すべきかは、弧度法の説明とともに、指導上の工夫が必要となる。

(2) 微分法

ア 導関数

ここで扱われる内容は、「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」です。

取り扱う関数は、現行の微分・積分と同じですが、整関数の導関数についての公式 $(x^n)' = nx^{n-1}$ (n は自然数) の証明はここで扱うこととなります。更に、 n が任意の整数、有

理数のときと拡張していくこととなります。特に、三角関数の導関数を求めるのに当たっての注意事項として、弧度法や三角関数の和を積に直す公式などを、数学IIでは扱っていないので、前もって指導しておく必要があります。

イ 導関数の応用

ここでは、接線、関数値の増減、速度、加速度などを取り扱うとしています。接線の公式は、数学IIでは扱われていませんので、ここで扱うことになると考えられます。また、注意事項としては、楕円、双曲線などの二次曲線が、数学Cの内容であり、ベクトルも数学Bの内容なので、これらの取り扱いに配慮する必要があります。

(3) 積分法

ア 不定積分と定積分

ここでは、「積分の意味」、「簡単な置換積分法・部分積分法」、「いろいろな関数の積分」という内容が扱われますが、これらはどれも現行の微分・積分における内容とほぼ同じ内容です。ただ、注意すべき点として、有理関数を積分する際、部分分数に分解することについて指導しておく必要があります。

イ 積分の応用

ここでは、面積、体積、道のりを扱うことになっています。基本的には現行の微分・積分における内容に近くなりそうです。

例えば、媒介変数で表示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できるとしております。したがって、サイクロイドなどの曲線も扱うことになると考えられますが、これらは数学Cの内容なので、必ずしも履修しているとは限らないことに注意しなければなりません。

また、体積は数学IIで扱われていないので、ここで球や円錐の体積などの回転体の体積を扱った上で、既に学習した積分の公式や手法を応用して、いろいろな立体の体積が求められることを扱うこととなります。

当然のことながら、面積や体積に関連して区分解法の考えに触れ、微小量の和の極限値としての定積分の理解を深めたりすることもできます。

道のりの計算はここで初めて扱うことになり

ますが、これに関連して曲線の長さに触れることもできるようです。

数学 A

数学 A という科目は、数学 I の内容に広がりをもたせるため、生徒の興味・関心、進路等に応じて内容を適宜選択して履修する科目と位置付けられています。

(1) 数 と 式

ア 数

この内容は、現行の数学 I における「整数、有理数、実数」とほぼ同じようです。ただし、無理数の計算に関しては、簡単な数について、その四則計算ができるようにし、二重根号の書き直しは扱わないとしています。

イ 式

「整式」については、乗法公式はほぼ現行と同じ内容になりそうですが、因数分解は二次三項式程度までとし、充実発展という立場で指導する場合には、三次二項式を追加する程度とするとしてあります。また、除法については、商と余りの関係を述べる程度で、剰余の定理、因数定理は扱わないこととなります（これらは、数学 B の内容）。そして、整式の最大公約数、最小公倍数から始まる有理式の計算もここでは取り扱わないとしていますが、どこで扱うかについては触れられておりません。

「等式と不等式」では、恒等式の扱いが微妙で、「恒等式には触れてもよいが、それを学習することの意義がわかるような場面で、必然性をもった取扱いをすることが大切である。」ということが示されています。

(2) 平面幾何

ア 平面図形の性質

ここで、「平面図形に関する基本的な定理」を扱うことになっていますが、ここで扱う基本的な定理は、中学校での学習内容を基に直接取り扱える程度のものということで、例として、三角形の五心の定義と性質、メネラウスやチェバの定理があげられています。また、推論の前提については、平行線の性質や三角形の合同条件、相似条件などは認めることとし、公理系にまでさかのぼらないようにとしています。「条件によって定まる図形」では、図形を軌跡という

観点からとらえることを扱うようです。

イ 平面上の変換

「合同変換」では、中学校までに具体的な操作や実験を通して学習してきた移動の性質をまとめ、それを平面図形に関する基本的な定理とも関連させて論理的に確かめたり、図形の性質の学習や推論の手段として活用したりすることを扱うようです。「相似変換」では、拡大、縮小などの操作を媒介にして、相似な図形の一方から他方への対応を相似変換としてとらえ、更にそれを証明の手段や図形の作図などに利用したりすることを扱うようです。

なお、必要条件、十分条件、対偶、背理法などは、「(1) 数と式」または「(2) 平面幾何」の中で、必要に応じて、自然な形で取り上げることになります。

(3) 数 列

ア 数列とその和

ここで扱う数列は、等差数列、等比数列が主体で、それ以外のものは、数列 $\{n^2\}$ の程度のようなようです。したがって、数列の和についても、これらの数列を対象にすることになります。

イ 漸化式と数学的帰納法

漸化式は二項間の関係式（線形で表されたもの）を扱う程度のようなようです。数学的帰納法は、その方法の理解に重点を置くこととし、複雑な証明技法に立ち入る必要はないとしております。また、帰納的定義については、特に示されていませんが、数学的帰納法に関連して触れることができるようです。

ウ 二項定理

現行の確率・統計における内容とほぼ同じになりそうですが、余り深入りせず、数学 A の性格に応じて適切に取り扱うようにするとあります。

(4) 計算とコンピュータ

ア コンピュータの操作

ここでは、各学校に設置されているコンピュータを具体的に操作させ、基本的なコンピュータの操作ができるようにするようです。また、組み込み関数を用いて関数の値を求めたり、数表を作成したりすることも有効であるとしてお

ります。そして、表計算のソフトを活用したり、既成のプログラム（例えば、二次方程式の解、順列、組合せの値を求めるもの）で、実際にデータを入力し、計算を実行し、データの意味とプログラムの働きを理解させることとなります。

イ 流れ図とプログラム

簡単なプログラムの作成までを学習したところで、プログラム作成の際に、流れ図が有効であることを説明することとなります。プログラミングに際しては、まず実行する基本的な部分を作成し、次いで、初期条件や入力条件、エラーチェックとその処理を考え、必要な手順を挿入していくように指導するとあります。

ウ コンピュータによる計算

ここでは、数学の学習の際に現れる具体的な数値計算をコンピュータを用いて実行するようです。プログラムとしては、10行程度で実行可能な簡単なもので、例えば、階乗 $n!$ の値や二次関数の値、自然数の列の一般の項の値、期待値などが数学 I の中からあげられています。

また、コンピュータの特性を生かした例として、 $y=ax^2+bx+c$ において、ある区間で 0.1 刻みで y の値を求め、二次関数のグラフと x 軸との交点の座標や頂点の座標を予想するなどがあげられています。

数学 B

数学 B という科目は、将来特に数学を必要とする生徒に対して、より広い数学の分野にわたってその能力を高め、理解を深めるのに役立つ内容を重視しているようですが、数学に関しての広く一般的な教養を身に付けさせるための科目でもあるようです。

(1) ベクトル

ア 平面上のベクトル

ここで扱われる内容は、現行の代数・幾何の平面上のベクトルとほぼ同じです。違う点といえば、「ベクトルの応用」が項目として取りあげられていないことですが、やはり扱うこととなります。

イ 空間におけるベクトル

「空間座標」では、空間座標の意味や表し方について理解させ、空間におけるベクトルの学習に必要な空間座標に関する基本的な事項（点

の座標、原点からの距離など）だけを扱うこととなります。したがって、空間における直線、平面や球を座標を用いた一般的な方程式で表すことは扱えないようです。認められるのは、座標平面に平行な平面が、例えば $z=k$ などと表される程度ということ です。

「空間におけるベクトル」では、平面上のベクトルで扱った演算、内積、成分表示と、それらに関する基本的な性質が、同様に扱えることを示します。また、ベクトルを用いた方程式については、平面における直線についての考察が、そのまま、空間における直線の考察に適用できることを知らせる程度になりそうです。

(2) 複素数と複素数平面

ア 複素数と方程式の解

「複素数とその演算」では、複素数の四則や複素数に関する基本的な性質を扱います。「二次方程式の解」では、係数が実数の二次方程式について、複素数の範囲で、解の公式や判別式を扱います。また、解と係数の関係に触れることも考えられますが、深入りしてはいけません。ここで、興味ある記述がありますのであげておきましょう。——その際、数学 I における「解なし」という意味が、実は「実数解なし」ということであったことを明確に理解させることが大切である。——

「簡単な高次方程式」では、数係数の簡単な三次と四次の方程式の解法を扱います。当然、ここで因数定理や場合によっては剰余の定理を扱うこととなります。

イ 複素数平面

「複素数の図表示」では、まず複素数を座標平面上の点に対応させることにより、複素数平面を導入します。そして、複素数の和、差、実数倍の図表示を行うこととなります。次に、複素数 z の極形式 $z=r(\cos\theta+i\sin\theta)$ から

$$z_1 z_2 = r_1 r_2 \{ \cos(\theta_1 + \theta_2) + i \sin(\theta_1 + \theta_2) \}$$

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1}{r_2} \{ \cos(\theta_1 - \theta_2) + i \sin(\theta_1 - \theta_2) \}$$

を導くことにより、複素数の積、商の幾何学的意味を理解させることとなります。「ド・モアブルの定理」では、ド・モアブルの定理

$$(\cos\theta + i\sin\theta)^n = \cos n\theta + i\sin n\theta$$

を導き、更に簡単な場合について、二項方程式 $z^n - a = 0$ のすべての解を、複素数平面上に図示し、累乗根をその幾何学的意味と関連させて扱うこととなります。なお、これらの学習に当たっては、数学IIにおける三角関数の内容が不可欠となります。また、弧度法は数学IIIの内容ですので、偏角 θ の単位にラジアンを用いることはできません。更に、極座標を導入することも考えられますが、この用語は数学Cで学習することになっています。

(3) 確率分布

ア 確率の計算

ここでは、条件つき確率、事象の独立・従属について扱うこととなります。

イ 確率分布

ここでは、「確率変数と確率分布」、「二項分布」を扱いますが、いずれも現行の確率・統計におけるものと大きく変わらないようです。なお、正規分布は、ここでは扱われません。

(4) 算法とコンピュータ

ア コンピュータの機能

ここでは、コンピュータの構成と機能、その特徴等、基礎的な内容を、実際にコンピュータを操作することなどを通して、理解させることとなります。

イ いろいろな算法のプログラム

ここでいう算法とは、いわゆるアルゴリズムのこのようですが、計算の手順だけに限定されています。そして、ここでは具体的な問題についてその算法を考え、プログラムを作成し、実際にコンピュータで実行することを通して、算法についての理解を深めていきます。具体的な問題の例としては、ユークリッドの互除法、正の数 a の平方根 \sqrt{a} の近似値を求めることなどがあげられています。

数学 C

数学Cとは、応用数理の観点から、コンピュータを活用して学習することを目的としている科目です。この科目の指導に当たっては、数学の内容をきちんと理解させてからコンピュータの実習を行うことになり、普通の授業と実習の割合は2:1と想定されています。

(1) 行列と線形計算

ア 行列

ここで扱う「行列とその演算」、「行列の積と逆行列」は、現行の代数・幾何における行列とほぼ同じ内容のようです。実際の計算においては、 3×3 行列までを扱ってもよいようですが、逆行列は 2×2 行列に限定されています。

イ 連立一次方程式

ここでは、コンピュータとの関連において、連立一次方程式の消去法（ガウス・ジョルダンの消去法）による解法を中心に扱うようです。二元の場合だけでなく三元の場合も扱うことになるでしょう。

(2) いろいろな曲線

ア 式と図形

「方程式の表す曲線」では、 $y=f(x)$ の形のグラフをコンピュータの画面上に描くことを扱います。関数の例としては、一次関数、二次関数、三角関数、指数関数 ($y=e^x$, $y=e^{-x}$)、分母関数などがあげられていますが、いずれにしても、数学Cを履修する以前に学習した数学の知識が前提となるので、注意が必要です。

「楕円と双曲線」では、放物線も含めて、標準形、焦点や準線などを扱います。そして、コンピュータの画面を用いて、いろいろな性質などを説明することになりそうです。

イ 媒介変数表示と極座標

楕円、サイクロイドなど、媒介変数で表された曲線をコンピュータで描くこととなります。また、極座標を導入し、極方程式 $r=f(\theta)$ の表す曲線をコンピュータで描いてみます。例としては、心臓形 $r=a(1+\cos\theta)$ 、リサージュ曲線 $x=\sin mt$, $y=\sin nt$ 、正葉曲線 $r=\sin n\theta$ などがあげられています。

(3) 数値計算

ア 方程式の近似解

ここでは、ニュートン法、二分法を扱います。

イ 数値積分法

ここでは、区分求積法、面積の近似計算として台形公式やシンプソンの公式を扱います。

(4) 統計処理

ア 統計資料の整理

「代表値と散布度」では、平均値、中央値、最頻値、標準偏差、分散を扱います。「相関」では、相関図（中学の内容）をコンピュータで描き、その相関係数を計算させたりします。

イ 統計的な推測

「母集団と標本」、「正規分布」の内容は、現行とほぼ同じですが、「統計的推測の考え」では、推定だけを扱うことになります。

