

取材

## 教科書会社に聞く

来年度より先行実施となる数学 I と数学 A についてそれぞれ第一学習社と数研出版に話を伺いました。今回は教育課程の改訂に伴う変更点や新たに加わったことや中学校に移ったことなどの内容を中心として、教科書会社はどのようなことに注意を払って教科書を作成したのかを伺いました。

### 1 数学 I を第一学習社に聞く

まず今回の改訂により新しく指導内容として加わった「データの分析」について話を聞かせてください。

今回の改訂で数学の必修科目は数学 I だけになりました。そこで、小・中学校の 4 領域<sup>1)</sup>に合わせて必修科目の数学 I も 4 領域<sup>2)</sup>にすべきだということで「データの分析」を置いたようです。中学校では、中一でヒストグラムなど、中二で確率、中三で標本調査を今度の新課程で学習します。高校 1 年生のレベルで散布図などを描かせ、分析させるかを教科書でどこまで出せるかという点で苦労しました。

もう一つは、現場の先生方が統計という授業をほとんど教えたことがない、受けた記憶もあまりない、受けたのは大学で非常に難しいものやってきたという現状で教科書をどのような内容展開にしていくかを悩みました。一方で、数学 I ですからセンター試験に出題されると思います。このことも意識しなければなりません。

また、編集する上でのもう一つの問題点はページ数でした。単元の重要なポイントを入れながら、例題も多少なりとも扱うとした時、あまり少ないページ数では、さっと終わって

<sup>1)</sup>小学校は数と計算・量と測定・図形・数量関係、中学校は数と式・図形・関数・資料の活用

<sup>2)</sup>数と式・図形と計量・2次関数・データの分析

しまい、統計の面白さも意図も伝わらないのではとも悩みました。

今後、統計の分野を増やしていく予定はありますか。

先程も申し上げたように、センター試験というキーワードがあります。これがどのように出題するのかにも関わっています。しかし、今回の改訂で、理科の関係から単位的にほとんど増単は難しいだろうと予想されます。4年後に教科書の改訂がありますが、実際には現場の状況を把握してから検討することになると思います。



数学 I は標準単位数 3 ですが、内容は現行よりも増えています。現場もどう教えようか、試行錯誤の状態だと思えます。

文部科学省は 3 単位で足りるとの判断のようです。しかし、現実問題として厳しいかもしれませぬ。

例えば「データの分析」ですが、経験して、自分で計算して進めるのが授業の一つですが、時間数が必要となるので難しいかもしれませんね。

**新学習指導要領の教科「情報」では統計分野やデータ解析の分野を逆に扱わないことになっていますが…。**

その通りですが、そのあたりを情報の先生とうまく連携をとってやっていただく方法も一つかなと。ただ実際に今は誰でもコンピュータを使いますが、エクセルを確実に使えるわけではありません。エクセルを教え、統計分野を情報の先生と話しながら授業案を考えるのも一つの方法かなとも思います。データを10個中2個変えたら散布図がどのように変わるとかというのは座学では理解しにくいことなので、コンピュータを使って体感させるのも有効だと思います。

そのような分析をどのように生徒に理解させるか。つまり、理論は教科書、考えること体験させることはまた別の場面にあってもいいのではないかと思います。

**データの分析では、グラフが何種類も出きます。それらを実際の授業で手で描かせることは想定しているのでしょうか。**

弊社としては描いて欲しいものには、必ず問いにして描かせるようにしてあります。というのは、一度手を動かさないとやはりこれは駄目だろうと思うからです。

**パソコンを使用した場合、エクセルでヒストグラムと箱ひげ図は描きにくいですね。**

ヒストグラムは描きにくいですね。設定もいろいろ面倒です。今回、エクセルを教科書に載せましたが、今のところ一番広く使われているソフトだからで、その中で使えるものは使っていくというスタンスをとろうと判断

して載せました。

本来の統計でしたら、100や200というデータの中でやっていくべきだとは思うのです。しかし、各社、さほど多くないデータ数で、かつ計算負荷をかけないように取り扱い、計算結果もあまり変な数字にならないように配慮をしていると思います。弊社も標準偏差は $\sqrt{16}=4$ となる箇所があります。しかし、本来はあまりきれいな結果にならないので、不自然といえば不自然ですね。

あくまでも教科書は理論ですね。ですから、先生方がどのような形で「データの分析」の授業をして、生徒達に興味・関心を持たせるかというのが大事な課題だと思います。

**教科書で生徒に興味・関心を持たせるための工夫は？**

例えば、平均値が同じという2種類のデータがあったとき、このデータの傾向を見ていく場面はなるべく抵抗なく理解できるようにしました。

また、なるべくデータはありとあらゆるものを使うのではなくて、何ページの例を使いましょうとか、何ページのデータを使いましょうであるとか、一度計算したデータから展開していく等の工夫を行っています。

同じ学校でも「教科書を使って授業される先生」、「プリントを使って授業するという先生」などと様々です。ですから、データの分析に関しましては一つの流れとしてデータをあまり多く使わないとか、先生方が必ず授業で指導されたり注意されそうなことを載せておくとか、端々に重要な例を入れておくとかの形で展開するようにしました。

一方で、教科書だけでは面白くさせることはかなり難しいと思います。先生方に対して、「題材は準備させていただいた」ということになるかと思っています。

### 他に今回の学習指導要領の改訂で一般的に変わったことは？

二次方程式の扱いが旧課程に戻りました。方程式そのものを代数的に解いていくこととグラフ的なことをどのようにつなげるかは苦労したところです。

最近思うのは、生徒がグラフと方程式とをまったく別のものに見ている感じがします。二次関数のグラフの交点を求めるのに二次方程式と関連付けられます。感覚で捉えさせるという意味では「グラフというのは色々な見方ができるんだよ。」というきっかけになるなどと思います。関数をさらに理解させるにはいいと思います。

次に、集合が数学Ⅰと数学Ⅱに分かれました。教科書会社によっては、数学Ⅱでは集合を後ろの方で扱っている会社もあると思いますが、進度がどうなるかわからないこともあるので、弊社では数学Ⅰ、数学Ⅱともにきちんと扱っております。弊社の新編数学Ⅱの集合の前半は、同シリーズの数学Ⅰの集合と同じ流れにしました。このことで数学Ⅰで学習したとき、数学Ⅱのときは復習として授業をしてもよいし、カットして進めるということもできます。やはり集合があってそれを数理的に考えるのか、離散的に考えるのかという分け目はきちんとあった方がいいと思います。

また、三次式の因数分解が数学Ⅱの方に移りました。これは三次式ということが理由のようです。

この他、全体的に発展が減りました。例えば、現行過程では内接円の半径の問題は発展だったのですが、今回は本文扱いになりましたし、数学Ⅱの微分積分ならば、 $x^n$ の $n$ の制限がなくなりました。そういった意味ではかなり発展が減ってます。

### 課題学習について聞かせてください。

文部科学省としては「課題学習はやってく

ださい、評価もしてください。」とのことでした。弊社では4領域それぞれ準備しました。弊社は現行過程の数学基礎の教科書を「調べてみよう、考えてみよう、やってみよう」という展開にしていました。それを参考にしながら課題学習を構成しました。ちょっと難しい方程式の話に関しても他の見つけ方もあるんだということを知ってもらえればよいかなと思います。各社もいろいろな工夫をされていますね。

### 新編シリーズの教科書にある「ステップアップ」というのはプラスアルファでやらせたいということでのいいのですか？

先生方が、よく節末問題に隠れているが、できれば授業で扱っておきたい問題や、教科書にはないと思って問題集からもってこられるような問題を「ステップアップ」として扱いました。あくまでもオプション的な扱いです。

学校の様子や進度はそれぞれありますので、節末問題である確認問題の次に置きました。

一方で、上位レベルの数学シリーズでは、「TRY」という形で扱いやすい位置に置きました。受験を意識した内容です。

最後に文系の生徒さんであっても、「データの分析」は経済学部や経営学部でもある程度は期待しているかも知れませんね。

### ありがとうございました



## 2 数学 A を数研出版に聞く

数学 A の構成について聞かせてください。

数学 A は「場合の数と確率」「整数の性質」「図形の性質」の3つの内容から作られていますが、まず「図形の性質」についてからお話しますと、現行課程の平面図形の中に作図、そして空間図形が加わりました。

数学 A は3つの内容から2単位分を選択することになります。そうすると「どの2つを選択するのか?」「2単位時間しかないのではどのように教えていくのか?」が問題になってくると思います。入試のことを考えれば、「場合の数と確率」はどうしても教えたいです。そこで「整数の性質」と「図形の性質」のどちらを教えていくかになります。「図形の性質」には後になっても使う内容が含まれています。数学 I でも「図形と計量」の三角比という部分で関連してきますし、数学 II の「図形と方程式」や数学 B で学習する「ベクトル」でも図形の概念が必要です。ですから「図形の性質」は1年生のうちにやっておかなければいけないと思われまます。「整数の性質」は独立して学べる内容になっていますので、思い切って3年生になって教えるという考え方もあるかと思ひます。さて「図形の性質」をどのようにして取り扱おうかなのですが、あまりにも時間がかかり過ぎる内容だと教えきれないであろうと考えました。数学 A は2単位しかありませんし、「場合の数と確率」で1単位時間は使ってしまう。残りの1単位時間で「図形の性質」と「整数の性質」の両方をやりたいという考えもあるでしょうから、「図形の性質」に新しく作図や空間図形が入ってきてはいますけど、出来るだけ基本的な事項に絞ってあまり重くならないように気を遣って教科書を作りました。今回の改訂で導入される作図部分では、そんなに入試で出るといふことはないと思ひましたので、基本事項に絞って

扱うことにしました。空間図形でオイラーの定理を扱っていますが、それもあまり深入りしないで確かめるくらいにし、数量的にもあまり多くなりすぎないように心掛けました。

どの学校も全部やりたいと考えているでしょうね。

入試がどのような出題範囲を指定するのかまだわからないですし、学校の先生も悩まれている、どの内容もはずせないのでは何かしらで3年間のうちにすべての内容をやらせたいと考えていると思ひます。



作図について話を聞かせてください。

中学校では角の二等分線、垂直二等分線、円を描いて交点を求めるなど基本的な作図しかやってきていないと思ひます。ただ、あまり作図に関しては定着している印象は受けません。編集会議でもどこまで描けていれば作図の解答として認めるのか揉めました。中学校ではコンパスと定規を使って作図をさせ実際に図形が描けていればよく、証明は不要です。高校の作図でセンター試験等に出題されるとすれば、方法を文章で示し、それが実際に与えられた条件を満たしていることを示すくらいですよね。1年生の段階でこのようなことを示すことが出来る生徒がどれくらいいるでしょうか。難しい内容ですね。

「整数の性質」について、話を聞きたいのですが？

「整数の性質」は、著者と編集部で内容の展開や構成でかなり揉めましたね。素因数分解の一意性からスタートするのか、割り算の商と余りの表し方からスタートするのかで論理の展開の仕方が異なってくるのです。「整数の性質」はある程度、体系立てて論述しなくてはいけませんから、証明するからには何を認め、どのように展開していくのかが問題になります。例えば小学校からやっている約数・倍数についても定義をどうするのか、整数全体にまで広げるのか広げないのかということなど多くのポイントがあるのです。もう一方では、大学入試を考えたとき、入試によく出る問題を載せたいという希望もあったのです。しかしそうすると体系的に数学的論理が流れないのです。そのような場合は「研究」や「発展」にまわしたりして本文の流れからはずしました。ですからむやみに問題を載せることはしませんでした。大学の先生は数学的な論理の流れの部分にすごくこだわりますね。結局、初等整数論的な展開は無理と判断をし、ほどほどに論理的なところがわかるくらいにとどめる程度にしました。教科書の章・節立ての順序でしたら本来ならば割り算の商と余りの関係から始まって全部証明していくべきでしょうが、それをやると難しくなってしまうので、最初に中学校からの流れを意識して約数・倍数の易しいものから入って、徐々に割り算の余りの話を使ってやっていく構成にしました。他社もいきなり理論的なものから入っていく教科書はないですね。1年生である程度やらなくてはいけないところを前提とし、本文も1年生でも理解できる内容にしたこともありまして、やや抑え気味の内容にはありますが、本文外の部分で入試でも対応できるような箇所を作り補充していく形にしています。本文外の内容は3年生でやっ

ていただいても良いと思います。

#### ユークリッドの互除法が入りました

これは二元一次不定方程式が入ってきたためです。これを解くためには、ユークリッドの互除法を活用できれば解けるのです。しかし、弊社では互除法の計算を解答の中に書いていません。1つの整数解を見つける方法はいくつもありますし、簡単に見つかることもありますから。ユークリッドの互除法は有名なアルゴリズムですが、高校の範囲ですと二元一次不定方程式の解を見つける程度の適用で終わってしまいますし、中学校でもやっていません。入試でも問題集で扱うにも、どうしてもユークリッドの互除法は中途半端になっています。

#### 「整数の性質」は現場の先生も高校時代習ってきていないところで

ここは教えにくいでしょうね。二元一次不定方程式でも、係数が自然数で考えていたことが、進めていくうちに整数全体の範囲まで広がっています。互除法についても、私も高校時代習っていないところでしたから、改めて勉強したところですよ。教えた経験のない先生は、準備されておいた方がよいと思います。生徒から素朴な質問をされて答えられないことがあるかもしれませんね。

#### 「場合の数と確率」について話を聞かせてください。

ここは前提とする集合の知識がこの数学 A にはないのです。集合は数学 I でやる内容になりますが、数学 I での集合は教科書の最初には持ってきてませんので、数学 A の「場合の数と確率」を初めに教えたい場合には、並行履修が成り立たなくなる恐れがあります。学習指導要領では、数学 I の最初は「数と式」と記されており、順序では「数と集合」「式」

となっています（これは式より実数の方が先であろうという考えを貫いてきているからだと思います）。でも他社も含めて教科書は整式の方を先に持ってきている方が多いです。並行履修の対策として、数学 A の最初に数学 I と同じ集合を載せた構成にしたり、数学 I と数学 A を直列でやる学校もあると思いますので、数学 A では巻末に載せて補足的な構成にしたりしています。集合については各社ともいろいろな工夫がされているのだと思います。

#### 新しく「課題学習」が加わりました。

課題学習は、生徒の関心意欲を高める課題を設定することです。やり方も幅広くて、数学を生活に関連付けた内容として深めていく課題学習や、有名な数学の定理や公式を歴史的な観点から数学的に辿ってみる課題学習などが考えられます。ここは各教科書会社がネタを作るのに非常に苦労されたのではないのでしょうか。逆に教科書に載っていないことをやっていただいても構わないと思います。そういった材料は弊社でも用意しようとは思っています。

先生方は課題学習にどれ位時間を使うのかということに関心があり、問題になっている部分だだと思います。1章につき1回ずつ課題学習を入れるということの実現性は相当難しいと思います。こちらとしては授業の1時間全部を使うのではなく、後半部分だけ使って課題学習の一部を説明して後はレポートやプリント課題にするような運用を考え、提供できるようにしています。

今回の学習指導要領の改訂での苦労話とか、現場から届いている声などあれば聞かせてください。

何年か前に未履修問題が出てきて、世間の話題になりましたよね。また、進学校の多くでは数学の教科書は、早期使用される学校が多いと思います。そこでそれに対応できるよ

うに今回の改訂では、数学 II の教科書も一緒に提出することになりました。数学 I と数学 II を同時に提出するのは今回初めてなので、かなり大変な仕事量になりました。

また、教科書という立場を考えたとき、どのレベルにするのかということはとても難しい問題でした。著者の先生からは「教科書なのだから、基本的なことをしっかり書くべきで、あまり難しい問題については問題集等に委ねるべきではないか」というご意見もいただきましたし、教科書を採用して下さっている現場の先生からは「載っているものは全て教えたいので、量が多いと終わらない」という意見の先生もいらっしゃり、どこまで書いたらよいかということは常にジレンマでした。

話は変わりますが、現場の先生から数学の記号の読み方を教科書に書いてほしい、というご意見をいただくのですが、これは現状では統一した基準がないために、教科書に載せられない状況なのです。JIS のように統一基準があるものはよいのですが、数学の記号は世界的に決める所がないので記号の読み方だけでなく、数学の記号自体にも統一記号がないというのが現状なのです。数学者には記号に関するこだわりはないと思うのですが、教育現場においては統一したものがないと教える所はあると思います。しかしながら、このような現状で数学記号の読み方を教科書に掲載できない、というのが偽らざる心境です。

#### ありがとうございました

