

# 数学科教育法に期待される教科指導力の育成

—高等学校数学を中心に—

法政大学講師・教職課程センター相談指導員

洗足学園音楽大学講師

田神 仁

## 1 数学科教育法で教える教科指導力

大学における数学科教育法の授業で教える教科指導力は、大きく分けて2つある。一つ目は、中学校数学や高等学校数学の内容を如何に生徒に分かりやすく教えるかという授業力、もう一つは、大学で学ぶ純粋数学という数学に関する専門教養である。本稿においては、著者が高等学校数学科教諭、数学担当指導主事、校長として東京都高等学校数学教育研究会会長、日本数学教育学会副会長・監事等を経験していることを生かし、前者について考察する。以下、本稿においては数学の教科指導力とは授業力を指すこととする。

## 2 教科指導力の基盤となる数学指導の変遷

小中高等学校の算数・数学の教科書は、全て学習指導要領に基づいて検定され、検定を通過した教科書が各学校で使用されている。したがって、教員となる学生は、教壇に立った途端、学習指導要領に基づく授業が求められる。そのため、学生時代に学習指導要領に関する知見を身に付けておくことが、極めて重要である。しかし、現行の学習指導要領がなぜそうなっているのかという理由を知らなければ、教科書をなぞるだけの表面的な指導になってしまう。そのため、これまでの数学教育の変遷について知っておくことは、日々の指導だけでなく、これから求められる指導の工夫においても極めて有効である。

### (1) 学習指導要領に基づく高等学校数学の変遷

現在、あるいは今後求められる指導内容や指導方法は、これまでの歴史を踏まえて検討されている。それ故、これから教員になる学生は、数学教育の変遷についても理解しておく必要がある。以下、学習指導要領に基づき、数学教育の変遷という視点から高等学校数学について改めて考えてみたい。

### (2) 数学教育のキーワードの変遷

数学教育の変遷を考える上で、幾つかのキーワードが重要となる。そこで、これらのキーワードを通して数学教育の変遷を見ていくことにする。

### 1) 数学的な見方や考え方

私は、数学教育で最も重要なものが数学的な見方・考え方ではないかと考える。それ故、数学的な見方や考え方の歴史は古く、現在まで脈々と続いている。数学的な見方や考え方についてきちんと研究したのは、恐らく昭和44年の東京都立教育研究所の研究紀要「数学的な考え方に関する研究（小学校）」（文献[1]）が最初であろう。そして、昭和46年には同教育研究所の研究紀要「数学的な考え方に関する研究（中学校）」（[1]）が発行されている。そして、これらが対象とした「数学的な考え方」が算数と数学の両方に共通な思考力を表していた。言い換えれば、昭和40年代から、算数・数学の授業においては、単に計算ができればよしとすることに対する警鐘が鳴らされていたのである。また、この頃は、小学校においても「数学的な考え方」という言い方をしていた。上記の研究紀要作成の助言者であった横浜国立大学片桐重男教授の著書「算数教育の新しい体系と課題」シリーズ全10巻（[3]）は、数学的な考え方を小学校の全単元において具体化したものであり、著者が区教育委員会指導主事として小学校算数の研究授業等で指導・助言する際に大いに参考にさせていただいた。

その後、上記の研究紀要を受けて、平成7年に同教育研究所が、「数学的な見方や考え方に関する研究」（[2]）という研究紀要を発行し、昭和時代の先行研究を改めて総括した。研究主題が「数学的な見方や考え方」となっているのは、当時の学習指導要領の表現がそうなったからそれに合わせたのであり、内容は従来の数学的な考え方と変わらない。この研究の特長は、数学的な見方や考え方を関数の考えや集合の考えなどの「数学の内容に関わる見方や考え方」と、類推的な考え方や帰納的な考え方、演繹的な考え方などの「数学の方法に関わる見方や考え方」に分類したこと。そして、それぞれの見方や考え方の例を挙げたことにある。そのため、その後、数学的な見方や考え方に関する全国の研究において、この研究紀要は頻繁に引用されている。筆者がこの研究紀要の作成委員となっていたので、いまだによく覚えている。

その後、平成11年告示の学習指導要領解説（[4]）

には、「数学的な見方や考え方には、大きく分けて数学が構成されていくときの中心となる見方や考え方と、問題解決の過程などにおいて数学を活用していくときの見方や考え方とがある」と書かれている。この二つは、それぞれ平成7年度に東京都立教育研究所が分類したものに相当している。

## 2) 数学のよさ

平成元年告示の学習指導要領で盛んに強調されたのが、「数学のよさ」である。ここでは「良さ」と書かずに敢えてひらがなで「よさ」と書いている点が重要である。ここでいう「よさ」とは良し悪しの良さではなく、数学の特長や有用性といったことを表しているため、悪さの反意語としての「良さ」とは書かないということであった。数学のよさは、数学的活動の登場した平成11年告示の学習指導要領においても引き継がれた。

当時は、数学のよさを数学的な見方や考え方のよさとしていたが、平成21年告示の学習指導要領解説〔4〕では、「数学のよさには、数学的な見方や考え方のよさ以外に、数学の概念や原理・法則のよさ、5数学的な表現や処理の仕方のよさが含まれ、さらに高等学校では、数学の実用性や汎用性などの数学の特長や、数学的活動や思索することの楽しさなども含まれる。」と書かれ、よさの概念が広がった。そして、数学のよさを体感させたり認識させたりすることにより、数学を学ぶ意欲向上を図ることができるという考え方が主流となった。このことは、次期学習指導要領で強調されている「教科を学ぶことの意義を児童・生徒に実感させる」ということにつながっている。

## 3) 数学的活動

数学的活動という用語が登場したのは、平成11年告示の学習指導要領高等学校数学・理数編〔5〕である。その目標には、「数学における基本的な概念や原理・法則の理解を深め、事象を数学的に考察し処理する能力を高め、数学的活動を通して創造性の基礎を培うとともに、数学的な見方や考え方のよさを認識し、それらを積極的に活用する態度を育てる。(傍線著者)」と書かれている。また、同学習指導要領解説〔4〕には、「数学的活動については、観察、操作、実験・実習などの外的な活動と直観、類推、帰納、演繹などの内的な活動が考えられる。(傍線著者)」とある。そして、「高等学校ではさらに、次のような思考活動を数学的活動ととらえている。(傍線著者)」とし、「①身近な事象を取り上げそれを数学化し、数学的な課題を設定する活動」②「設定した数学的な課題を既習事項や公理・定義等を基にして数学的に考察・処理し、そ

の過程で見いだしたいろいろな数学的性質を系統化し、数学の新しい理論・定理等(数学的知識)を構成する活動」③「数学的知識を構成するに至るまでの思考過程を振り返ったり、構成した数学的知識の意味を身近な事象に戻って考えたり、他の具体的な事象などに数学的知識を活用したりする活動」を挙げている。さらに、「高等学校における数学的活動では、内的な活動が中心となるが数学化の場面や数学的考察の過程では、観察、操作、実験などの外的な活動も含まれている」と書かれている。加えて、「この活動は、コンピュータやグラフ表示などができる電卓、情報通信ネットワークなどを積極的に活用することによって、より充実したものになると期待されている」とある。そして、「高等学校数学の目標は、数学の学習を単に問題を解いて答えを求めるなどの知識の習得や技能の習熟にとどめるのではなく、学習の必要性に気付かせ、数学的な見方や考え方のよさが認識できるようにするとともに、数学的活動を通して創造性の基礎を培い、数学を活用する能力と態度を育成することを目指している。

(傍線著者)」と書かれている。したがって、外的活動とは、実験・観察や操作、グループ学習などを通して生徒が互いの考えを述べ、学び合う活動を含み、自らの考えと異なる考えに触れることで自らの考えが深まっていく。しかし、数学的活動とは数学的な見方や考え方(次期改訂では、数学的な見方・考え方)に基づく活動であり、単にグループ学習やペア学習を行ったり、考えを発表させたりすればよいというものではない。言い換えれば、依然として、数学的な見方や考え方が重視されているということである。この考え方は、現行はもちろん、次期改訂においても受け継がれている。

## 4) ICT 機器の活用

ICT (Information Communication Technology) という用語は、平成21年度告示(現行)の学習指導要領〔5〕から使用されており、それ以前はIT (Information Technology) と呼ばれていた。さらにその前は、コンピュータと呼ばれていた。コンピュータの発達に伴い、コンピュータを単体で使用するだけでなく、ネットワークを介して様々なコンテンツを利用することができるようになった。また、かつてはアプリケーション・ソフトの値段が高く、1本1万円以上するソフトを著作権上コンピュータの台数分(40台分)買い揃えなければならず、数学科の予算では到底買えないものであった。その後、スクール・パックという学校に対する優遇措置が取られ、徐々にコンピュータの授業への活用が普及していった。著者も平成2年度東京都教員研究生として「興味・関心を高める

積分の指導」〔6〕という研究主題で、区分求積法のコンピュータソフトを開発して研究授業を行ったことがある。しかし、当時の OS (Operating System) が、MS-DOS (Microsoft Disk Operating System) であったため、現在の Windows マシンでは全く走らない。実に残念なことである。このように当時は時間と労力をかけて開発したコンピュータ教材が OS のバージョンアップとともに全く使えなくなってしまうことがよくあった。当時開発したプログラムを印刷したものは残っているが、そのプログラミング言語自体が Windows に対応していないので全く走らない。今後 ICT 機器を活用した数学学習用コンテンツが後年にも使用できるよう継承していくことは極めて重要である。

さて、現行の学習指導要領でも次期学習指導要領でも、ICT 機器の数学の授業への活用が強調されている。東京都などの自治体では、普通教室にプロジェクタが設置され、いつでも必要な時に ICT 機器を活用できるようになった。噂では、全ての都立高等学校に 40 台のタブレット PC を導入するらしい。20 年前にはパソコン室に 40 台のデスクトップパソコンが設置されたものの、授業のたびに生徒がパソコン室に移動するため 2 時間連続授業でなければパソコンを活用することが難しかった。それに引き換え、現在はまるで電卓のように気軽にタブレット PC を使える時代になった。それ故、現在は教員によるプレゼン用が多いが、今後はタブレット PC を介した生徒間での学び合いを大いに期待したいところである。

### 5) 統計的分野

現行の学習指導要領で新しく加わった四分位数や箱ひげ図などは教員にとって習ったことがないので、当初は教えるのに相当苦勞していた。平成 11 年告示の学習指導要領解説〔4〕によれば、かつては、統計学習といえば、「資料の整理」として度数分布表やヒストグラム、相関表や相関図の作成・考察があり、「資料の傾向の把握」として平均、分散、標準偏差、最頻値(モード)、中央値(メジアン)などの基本統計量や推定・検定の学習であった。この内容を指導していた 50 代より年上の教員は、自身がこれらの統計を十分に学習していない。なぜなら、これらの教員が高校生だった頃には統計が教科書の最後に書かれてあり、進度の関係で統計を学習する時間が十分ではなかった。また、大学受験の予備校においても統計分野が大学入試に出ないことから極めて軽い扱いであった。さらに、当時は、統計学は数学の王道ではないというイメージがあったのもまた、統計を十分に学習しなかった遠因の一つである。文部科学省によれば、今日ではビッグデータの分析が重要視されていることから、

次期学習指導要領においても統計分野は重視することである。

### 6) 主体的・対話的で深い学び

教科指導の「質的改善」と言われ、学習指導要領の次期改訂において最も重視されているキーワードである。そのため、今年の教員採用選考においても多くの自治体で出題されていた。当初は、「アクティブ・ラーニングの視点に立った学び」と呼ばれていた内容である。アクティブ・ラーニングについては、以前から大学の講義改善において強調されており、大学教員の中に専門家が多く存在している。そのため、概念のとりえ方が様々に分かれてしまい、文部科学省の趣旨とずれていってしまったと聞いている。そこで、文部科学省はアクティブ・ラーニングという用語を避け、「主体的・対話的で深い学び」という用語に統一した。中央教育審議会審議のまとめ(平成 29 年 8 月 21 日)〔7〕では、算数数学における主体的な学びとして、「児童生徒自らが、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」としている。また、対話的な学びとしては、「事象を数学的な表現を用いて論理的に説明したり、よりよい考えについて話し合ったり、事柄の本質について話し合ったりする」としている。さらに、深い学びについては、「既習の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」と書かれている。特に、深い学びにおいては、ICT 機器を活用することも効果的であるとされている。このように、平成 11 年告示の学習指導要領等以来、知識理解よりも思考過程重視、考え方重視と言われてきたにもかかわらず、学校では知識重視の傾向が一向に変わっていないことを踏まえ、次期改訂では、「何ができるようになるか」と、児童・生徒の資質・能力の育成が声高かに強調されている。つまり、例えば、因数分解や方程式を解けることがこれまでの数学教育の目的だとすると、次期改訂で目標とすることは、因数分解や方程式の解法の習得にとどまらず、それらに関わる数学的な見方・考え方を身に付け、その考え方をいろいろな場面で活用していくことである。同中央教育審議会審議のまとめ(平成 29 年 8 月 21 日)〔7〕では、数学的活動を数学の世界における活動と、現実の世界における活動に分けて論じている。これは、かつて言われていた数学のよさの分類に近いものがある。そして、それぞれの活動の過程において数学的な見方・考え方が身に付くとされている。そのために必要なものが、主体的・対話的で

深い学びである。私は、このことの実現の可否は次期学習指導要領が画期的なものとなるか否かの分かれ目ではないかと考える。その上で期待できそうな要素としては、大学入試の改訂がほぼ同時期に行われるということである。これまでも思考過程や数学的な見方や考え方の重要性が言われたにもかかわらず依然として知識習得重視の授業が続いてきた理由の一つに「大学入試に対応するためには知識重視の指導にならざるを得ない」という意見が多かったからである。高等学校次期学習指導要領はまだ告知されていないが、その趣旨を踏まえた大学入試の登場に大いに期待したい。

### 7) 「理数探究」「理数探究基礎」

中教審の審議のまとめ（平成28年8月21日）〔7〕で数学科と理科との教科横断的な科目が新設されると早くから話題になったのが、この科目である。理数教育の充実が求められている昨今、この科目の趣旨には高等学校の教員も一定の理解を示していた。しかし、履修単位数や時間割、指導する教員など多くの問題が残されており、学校にとっては不安要素の一つであった。結局は、理科と数学の共通教科として「理数科」が新設されることになった。このことにより、SSH（Super Science High-School）などを除いて一般の普通高校や専門高校のほとんどの高等学校では履修されないのではないかと心配である。なぜなら、既に高等学校理数科は各都道府県で1校あるかないかくらいの学校数であり、他の高等学校に新しく理数科の授業を設置するほど各学校の教育課程には余裕がないのである。現行の「数学活用」と同様、改革の成果が見えなくなってしまうのではないかと心配である。もっとも、選択科目とはいえ、大学入試に出題され、しかも「理数探究」の選択が有利に働くということにでもなれば話は違ってくるが、今のところそうなる気配はない。

### (3) 指導内容の変遷

高等学校数学の内容は昔から多岐にわたっており、その一つ一つの変遷を調べることは容易ではない。著者は、前述の平成2年度東京都教員研究生として行った「興味・関心を高める積分の指導」〔6〕という研究の中で学習指導要領に基づく積分指導の変遷を研究しているので、それを基に積分を例に挙げて数学指導の変遷を考えてみたい。なお、以後は整関数の積分を単に積分と呼ぶことにする。

#### 1) 積分指導の変遷

過去の学習指導要領において積分の指導がどのように扱われているかについては、まとめたものを資料として巻末に付けておいたので、詳しくはそれを参照さ

れたい。積分指導の変遷について概観を述べておくと次のようになる。

昭和26年告示の学習指導要領（試案）〔5〕では、「解析Ⅱ」という科目で積分が扱われ、一般目標に「近似や極限の概念を理解し、これをいろいろな分野における問題の解決に適用する能力を養う」と書かれている。ここで特徴的なことは、量 $\leftrightarrow$ 極限 $\leftrightarrow$ 積分の関係が重視され、積分が区分求積法で導入されているという点である。また、数学の全てが選択科目であり1科目履修であったため、結果として教育水準が低下した。この時の高等学校進学率は、45.6%であった。

昭和30年告示の学習指導要領〔5〕では、数学的な見方・考え方の意義が唱えられ、その内容を具体的に例示するため、科目ごとに「中心概念」が置かれていた。積分の中心概念は、「極限によって量をとらえること」となっていた。この学習指導要領では、「数学Ⅱ」では微分のみが扱われ、積分については「数学Ⅲ」で初めて登場した。また、この改訂から学習指導要領が学年進行での履修となった。この時の高等学校進学率は、51.5%であった。

昭和35年告示の学習指導要領〔5〕では、「基礎学力の向上」「科学技術教育の振興」がねらいとされ、次の3点を方針とした。(1) 生徒の能力、適性、進路等に応じて、数学ⅡをA、Bの選択とした。(2) 生徒の負担過重とならないように配慮し、内容を精選充実した。(3) 中学校数学との一層の一貫性を図り、内容を精選充実した。ここでは、「数学Ⅰ」が全員必修、「数学ⅡA」「数学ⅡB」「応用数学」の中から1科目を選択必修とした。積分は、「数学ⅡA」「数学ⅡB」「応用数学」で扱われている。この時の高等学校進学率は、57.7%であった。

昭和45年告示の学習指導要領〔5〕では、世界的な傾向として数学や科学技術のめざましい進展に対応するため、数学教育の「現代化」が進められた。「数学Ⅰ」と「数学一般」のうちの1科目が選択必修であった。「数学一般」は、この1科目だけで高等学校の数学の履修が終わることを前提としており、微分のみを扱い、積分には触れていない。「数学ⅡA」もここで数学の履修を終わる生徒を対象とした。「数学ⅡB」では、「数学Ⅲ」に発展することを考慮して内容を高めてあるが、計算技能的な面は精選され、数学の基本的な概念の理解が充実された。「応用数学」は、主に職業科を対象とした。ここでも積分は、「数学ⅡA」「数学ⅡB」「応用数学」で扱われている。これらの結果、高等学校進学率が82.1%に増加したことと相まって、世に言う「落ちこぼれ」を生むこととなった。

昭和53年告示の学習指導要領〔5〕では、いわゆる「ゆとりと充実」が合言葉であった。この時から

「習熟度別学習」が唱えられた。また、「数学Ⅰ」以外の科目名が、「代数・幾何」「基礎解析」「微分・積分」「確率統計」と指導内容となったことも大きな特徴である。また、改善の方向性として、①「基本的な概念が十分に理解されるようにするとともに、事象を数学的に考察し処理する能力と態度がより一層育成されるように改善を図る」②「現在の高等学校の生徒の実態に即応するため、特に低学年で履修する必修科目については、すべての生徒に確実に身に付けさせるべき基礎的・基本的な事項を重視して、内容の精選を図る」③「なお、履修の仕方や内容の取扱いの程度の深淺については、生徒の実態に応じて弾力的な措置ができるようにする」とある。ここに、前回改訂で生じた「落ちこぼれ」解消がスローガンとなっていることが読み取れる。いわゆる「ゆとり世代」とは、この時の高校生のことである。積分は、「基礎解析」で扱われている。この時の高等学校進学率は、93.5%である。

平成元年告示の学習指導要領〔5〕では、国際化対応、情報化対応、多様化対応が目標とされ、教育課程の弾力化が一層強くなった。数学の科目構成は、「数学Ⅰ」「数学Ⅱ」「数学Ⅲ」のコアに「数学A」「数学B」「数学C」というオプションが付くというコア・オプション方式の構成となった。また、コンピュータ使用の道が開かれたのもこの改訂からである。「数学Ⅰ」は、「生涯教育の基盤となるべき数学の素養を身に付けさせる」と「他の科目に進むための基礎となる思考力を養う」の二つの性格をもっていた。「数学Ⅱ」は、社会人の知的活動の基礎として必須の数学的素養を身に付ける生徒と更に数学Ⅲへ進む生徒に共通の基礎科目であった。積分は、この「数学Ⅱ」で扱われている。

平成11年告示の学習指導要領〔5〕では、「生きる力」が登場した。同学習指導要領解説〔4〕には、当時の教育課程審議会「中間まとめ」が改善の基本方針として「生きる力をはぐくむために、特に、創造性の基礎を培うことを強調している。創造性の基礎として、基礎的・基本的な知識・技能の習得を基にして多面的にもものを見る力や論理的に考える力などを例示していることを紹介している。また、前述した通り、この改訂で新しく「数学的活動」が登場した。「数学基礎」（2単位）が新しく設置された点以外数学の科目名に変更はないが、「数学Ⅰ」の単位数が4単位から3単位に、「数学Ⅱ」の単位数が3単位から4単位となった。積分は「数学Ⅱ」で扱っている。この時の高等学校進学率は98.0%であり、その後も98%で推移していることから高等学校が準義務教育化したといえる。

平成21年告示の学習指導要領〔5〕、つまり現行の学習指導要領では、言語活動の重視、理数教育の充実、

統計分野の必修化、課題学習や「数学活用」の導入などが特徴である。「数学活用」が導入された代わりに「数学C」が廃止された。高等学校数学の目標に「数学的活動を通して、数学における基本的な概念や原理・法則の体系的な理解を深め、事象を数学的に考察し表現する能力を高め、創造性の基礎を培うとともに、数学のよさを認識し、それらを積極的に活用して数学的論拠に基づいて判断する態度を育てる。（傍線著者）」とあり、以前から強調されている「数学のよさ」や「創造性の基礎」、前回導入された「数学的活動」が継続されている。積分は、「数学Ⅱ」で扱われている。

このように、積分の学習一つとっても時代背景や高等学校教育におけるニーズなどによって大きく変わってきたことが分かる。これから高等学校数学教師を目指す学生には、積分以外の単元についてもこれまでの変遷を整理し、数学教育研究会等で報告しつつ磨きをかけ、将来は数学教育の関東ブロックや全国大会で発表してくれることを期待したい。そうすれば、全国の高等学校数学教師にとって大きな財産となるであろう。

## 2) 積分と日常生活との関連

教員採用選考に向けて学生を指導していると、生徒に分かりやすい指導をするための手だてとして、よく「日常生活との関連を説明する」ということが出される。確かに、将来大学で純粋数学を学びたいという生徒以外は、抽象的な数学の定理や証明を説明されても分かりやすいとは感じないであろう。数学が日常生活のこんなところで役に立っているということを感じられれば学習意欲が高まるのは確かである。ただ、私の指導経験から言えば、身近な事象との関係が中途半端であるため、生徒は数学を勉強しようという関心・意欲までつながらぬのである。例えば、「微分積分の考えがGPSやスマートフォンに生かされている」と紹介しても、生徒にとっては数学のどの部分がどのように使われているのか分からない。仮に使われているとしても、それは技術系でものづくりに関わる人間には関係あるが、使用者である自分が数学を知る必要はないと考えるのである。そのため、生徒に日常生活と数学との関係を紹介するなら、教師が時間をかけて調べ、それをまとめたものを生徒に紹介することが大切であると考え。もちろん、高等学校教師は忙しく、そんな時間はない。日々の授業の教材研究としては無理であろう。そこで、教師がライフワークとしてこの点について研究することを提案したい。複数の教師が単元を分担してそれぞれ研究して持ち寄れば、極めて素晴らしい資料が出来上がる。数学に限らず、教育は組織的な取り組みなのである。一人の教師では不可能

なことも複数で対応すれば可能になる。そのための事例として、前述した私の研究論文「興味・関心を高める積分の指導」〔6〕の中で積分と日常生活との関連について調べたものがあるので巻末に資料として引用しておく。参考になれば幸いである。

#### (4) 指導方法の変遷

数学教育の変遷を考える上で、指導内容だけでなく指導方法についても言及する必要がある。ここでは、習熟度別授業、グループ学習、ペア学習について触れておきたい。

##### 1) 習熟度別授業

前述の通り、習熟度別学習は、昭和 53 年告示の学習指導要領〔5〕で初めて唱えられた。それは、その前の学習指導要領で落ちこぼれを出してしまったという反省から、生徒の習熟度に応じた指導こそが平等なのであるという共通理解が初めて教育界にできた結果であった。それまでも生徒によって指導内容や方法を変えるという発想はあったが、いずれも「差別である」という一言で片付けられた。それまでは、どの生徒にも同じ内容を同じ方法で指導することが求められていたのである。しかし、異なる指導内容・方法が認められたといっても差別に対するコンプレックスは大きく、「能力別」という言い方を避け、敢えて「習熟度別」という言い方にしたという。つまり、数学が不得意なのは能力ではなく、習熟の程度の差なのだという考え方である。更に言えば、理解する速さの差であるともいえる。この考え方の根底には、「どの生徒にも数学は必ず理解できる」という考え方がある。私は、この考え方が好きである。この発想があるからこそ教育は成り立つ。教え方さえ工夫すれば、どんな生徒にも数学のよさや数学的な見方・考え方を体感させられるという信念があるからこそ授業を工夫する努力に意味がある。これから数学教師になる学生にも是非この信念をもってほしいものである。なお、私はかつて、工業高等学校の教師として習熟度別学習を実践・研究し、全国大会で発表した〔8〕。この研究から得られたことを幾つか紹介すれば、まず、クラス分けの仕方である。例えば、習熟度別学習を1学年で実施する場合は、入学選抜の点数や入学直後の学力テスト等を基にしてクラス分けすることが多い。しかし、それのみを基準とすることなく、可能な限り本人や保護者の希望を取り入れる方が成果が大きくなることが分かった。私の場合は、習熟度が低くない生徒も本人希望で私の担当する習熟度が低い生徒の多いクラスに入れたところ、その生徒が他の生徒を指導することでその生徒自身の学力も伸びた。また、クラスの構成人数も

重要である。当時の東京都立工業高等学校全校に対してアンケート調査を行った結果、1 学級 2 展開の場合、40 人を同数ではなく、15 人と 25 人というように不得意な生徒の多いクラスの人数を少なくする方が、成果が大きくなることが分かった。私は 6 年間数学の不得意な生徒の多いクラスを担当したが、当時はやったグラフ電卓やコンピュータなどを積極的に活用し、少人数であることを生かした指導方法を研究した。当時の課題は、指導内容もクラスによって変えられないかということであった。当時は、保護者の同意が得られず、指導内容はどちらのクラスも同じであった。ただ、指導の深浅は、担当者間の連携で弾力的に扱った。また、定期考査問題を共通にするかどうか大きな問題である。私が指導したのが工業高等学校であったため、普通高等学校よりも教育課程を弾力的に扱えられたのが成果を上げるのに大いに役立った。また、年度途中のクラス替えも、「落第した」という意識をもたせないことが大切である。いずれにしても、当時は今ほど習熟度別授業に対する保護者の理解がなかったので、差別という意識をもたれることの予防に相当気を遣ったことを覚えている。

##### 2) グループ学習

グループ学習もペア学習も、教員採用選考を受験する学生が方策としてよく挙げてくる指導方法である。特に、次期学習指導要領で「対話的な学び」が強調されているため、なおさらである。しかし前述した通り、対話的な学びは、数学的活動を通して実現される。つまり、数学的な見方・考え方が基になっている。このことを無視して、形だけグループで話をさせ、その後グループごとに発表させるのは明らかに誤りである。生徒が数学的な見方・考え方をしているかどうか重要である。私は、このことを考えるとき、平成 9 年から 12 年まで私が区教育委員会の指導主事として「総合的な学習の時間」の研究授業の指導・助言で区内の小学校に出かけたときのことを思い出す。どの学校もグループ学習と称して班分けを行い、どの班も教室を飛び出して行き、一定時間調べ学習をしたり、実験（のようなもの）をしたりしてから教室に戻ってくる。その後は、模造紙に調べたことや体験したことをまとめ、発表する。発表したことについて、質疑応答を行う。しかし、質問はそれほど出ない。どの学校に行ってもこれの繰り返しであった。児童は指示された通りに作業しているだけであり、自身ではほとんど考えていない。まさに、後に「這い回る総合的な学習」と揶揄された状態である。そんな中、研究奨励校などでは、グループ学習の形だけではなく、児童に考えさせるような課題の提示や練り上げ（全体検討）が行われてい

た。当時は気が付かなかったが、今思うと、この差は、数学で重視されている「問題解決学習」について教員が十分に理解しているかどうかの差であったように思う。(1)問題の把握・理解 (2)解決の計画(見直しをもつ) (3)解決の実行(4)振り返り(全体検討)という「G.Polyaの4段階」で有名な問題解決学習の重要性が今更ながら思い出される。

### 3) ペア学習

平成7年頃、私が所属していた東京都工業高等学校数学教育研究会(略称:工数研)において先輩の教員が研究していたのがペア学習である。その発表を聞いたとき、当時グループ学習を研究していた私にとって目から鱗が落ちる思いであった。なぜなら、小学校と異なり、グループ学習は高等学校ではいちいち机を動かさなければならず、余計な手間がかかるので、それほど便利なものではなかったのである。それに比べてペア学習は、机を寄せるだけですぐに学び合いの状態に入れた。その先輩の発表で特に驚いたのは、板書も発表も質疑応答も全てペアで行うということである。ペアで行うことで、数学が不得意な生徒も得意な生徒の支援を得られる。今後の課題として発表されたのは、ペアのつくり方の工夫であったと覚えている。学習内容や学習方法によってペアのつくり方に工夫が必要であるとまとめていたように記憶している。それから30年経った今でもペア学習が強調されていることを考えると、その先輩教員の先進性が伺える。

### (5) 数学科における評価

さて、これまでは主に指導の変遷について述べてきた。指導と評価の一体化が叫ばれて久しい。そのため、ここで評価について触れておく。

#### 1) 評価規準と評価基準

平成14年ごろ、規準(通称:のりじゅん)と基準(通称:もとじゅん)に関する議論があった。ちょうど私が東京都教育庁指導部に指導主事として勤務していた頃のことである。初めは、文部科学省が「のりじゅんは、学習指導要領に基づいてどの程度習熟できたかを見る尺度であり、充分満足・概ね満足・もう一步の3段階で評価する。一方、もとじゅんは、例えば5段階評定に換算する時の基準である」と区別させていた。その後、文部科学省が「この二つを厳密に区別することは意味がない。今後は規準(のりじゅん)に統一する」という見解を出して決着が付いた。しかし、当時、指導主事として東京都教育開発委員の研究集録の作成を担当していた私としては、原稿を一斉に書き換えなければならず、大変な思いをした。

#### 2) 評価と評定

当時学校では、評価と評定の違いを知っている教員は少なかった。もしかしたら、今でもそうかもしれない。評価とは、生徒の習熟の程度を図る尺度であるとともに、教師が自らの授業を改善するための資料とするものである。つまり、評価は生徒だけでなく教師のものである。詳しくは、形成的評価に関する書物を当たっていただきたい。また、絶対評価と相対評価に関する議論もあったが、ここでは省略する。

#### 3) 指導と評価の一体化

このことは、今では常識である。しかし、全国大会などを見ていると、指導法の工夫に関する研究はたくさんあるが、評価に関する研究はそれほど多くない。理由はいろいろ考えられるが、教師が評価と評定を混同していたり、評価を重視していなかったりすることが原因ではないだろうか。特に、次期学習指導要領では、「何が身に付いたか」という評価が重要視されている点に注目したい。さらに、カリキュラム・マネジメントも叫ばれており、文部科学省はPDCA(Plan・Do・Check・Action)サイクルを教育課程に持ち込もうとしている。その良し悪しについては議論の余地があるところであるが、今後評価(Check)が重視されることは間違いない。この点についても教師の意識変革が求められそうである。

### 3 次期学習指導要領が求めるもの

次期学習指導要領が求めるものについては既に学習指導要領の変遷の中で触れているが、改めてまとめると次の通りである。①「何ができるようになるか」資質・能力の明確化 ②教科を学ぶ意義を生徒に実感させること ③カリキュラム・マネジメントの充実 ④教科等の横断的な視点:「理数探究」「理数探究基礎」の新設 ⑤主体的・対話的で深い学びの実現 ⑥「何が身に付いたか」学習評価の充実 ⑦「実施するために何が必要か」チーム学校の実現 ⑧算数・数学科を通じて育成すべき資質・能力:個別の知識や能力、思考力・判断力・表現力、学びに向かう力・人間性等。言うまでもなく、これらの内容は、何十年前からの数学教育の歴史の延長線上に登場してきたものである。高等学校の教壇に立つ者には、その背景も含めて理解している必要がある。まさに、数学科教育法に期待されるところが大きい。

#### 4 数学科教育法における講義方法の改革 —いわゆるアクティブ・ラーニング—

今までは、高等学校における数学教育の変遷を中心に話を進めてきた。その中で出てきたアクティブ・ラーニング（主体的・対話的で深い学び）は、もともと大学教育の改革のために提唱されたものである。そこで、数学科教育法の授業も変わる必要がある。純粋数学の講義の場合は、定義の説明・定理や補題の証明の連続になることは仕方ないかもしれない。しかし、授業改革の必要性を講義する部分においては、数学科教育法の担当者自らが率先してアクティブ・ラーニングを実践して見せることが必要である。一方的な講義ではなく、グループ協議やロールプレイング、ディベートなどの演習を多用し、学生が主体的・対話的に学びを深めることのできる授業が求められる。場合によっては、現職の数学教師を授業に呼んで、学校の実態等について講義してもらうという方法もある。また昨今、関数や図形のアプリを授業で活用する試みが増えているので、その活用実践を報告してもらうのもよいであろう。いずれにしても、単なる講義にとどまらず、高等学校における数学の授業と同様、数学科教育法の授業においても指導の工夫が求められている。

#### 5 これからの数学科教育法に向けて

各大学の数学科教育法の講座では、これまでも多くの優秀な数学教師を輩出してきた。その成果は、極めて大きい。しかし、これからはそれらの成果に加え

て、より一層高等学校の現状に即した教員養成が求められている。そのため、本学のように純粋数学を教えている大学教員と高等学校で数学教師や管理職を経験した教員が一緒になって数学科教育法を指導することの意義は大きい。私は、その意義と責任の重さを感じながら来年度から数学科教育法を指導していこうと思う。

#### 6 引用文献・参考文献

- [1] 東京都立教育研究所研究紀要「数学的な考え方に関する研究（小学校）」（昭 44），同（中学校）（昭 46）
- [2] 東京都立教育研究所研究紀要「数学的な見方や考え方に関する研究」（平 7）
- [3] 横浜国立大学片桐重男教授「算数教育の新しい体系と課題」シリーズ全 10 巻（明治図書）
- [4] 学習指導要領高等学校数学・理数編解説（平 11，平 21）
- [5] 学習指導要領高等学校数学・理数編（昭 26，昭 30，昭 35，昭 45，昭 53，平元，平 11，平 21）
- [6] 田神仁 平成 2 年度東京都教員研究生研究報告書「興味・関心を高める積分の指導」（平 3）
- [7] 中央教育審議会「審議のまとめ」（平 28.8.21）
- [8] 田神仁 平成 7 年度全国算数・数学教育研究東京大会研究発表資料「工業高校における習熟度別授業に関する研究」（平 7）

[1]

学習指導要領に見る積分の指導の変遷（導入部分を中心に）

年度	高校進学率	積分を導入する科目	各科目の目標（積分に関する部分の抜粋）	微分の指導内容（要旨）	積分の指導内容（抜粋）	学習指導要領の特色
昭和26年 (試案)	45.6%	解析Ⅱ (5単位) 文部統計要覧 P34による	<p>(一般目標)</p> <p>4. 近似や極限の概念を理解し、これをいろいろな分野における問題の解決に適用する能力を養う。</p> <p>(指導内容)</p> <p>VI. 計量において極限を用いること</p> <p>A. 目標</p> <p>① 極限によって、いろいろな量の大きさが明確にとらえられることを理解する。</p> <p>② 積分の記号によって、極限としての量を簡単に表すことができることを理解し、これを用いる能力をうる。</p> <p>③ 積分が微分の逆演算であることを理解しこれを用いる能力をうる。</p> <p>④ 近似の概念についての理解を深め、そのよさを知る。</p>	<p>(解析Ⅱ)</p> <p>V. 変化率を用いること</p> <p>1. 変化率</p> <p>a. 平均変化率</p> <p>b. 具体的および半具体的な場合における関数の変化率</p> <p>c. 整関数の変化率および接線の方程式</p> <p>2. 接線の方向と接点付近の関数の増減の関係</p> <p>2. 導関数</p> <p>a. 変化率から導関数へ</p> <p>b. 二次式、三次式の導関数の計算およびその符号と関数の増減の関係</p> <p>c. 極大・極小と最大・最小の違いおよび導関数を用いた極大・極小の問題解決</p> <p>3. 関数の近似</p> <p>a. 平方根表・対数表および三角関数表の直線近似による補間</p> <p>b. <math>y = \sqrt{x}</math> や <math>y = 1/x</math> などの接線による近似</p> <p>c. 具体的な問題への近似式の利用</p> <p>d. 相対誤差の意味</p>	<p>1. 極限による量の大きさ</p> <p>a. 長さ・面積・体積などの量の大きさが単位の長さ・正方形・立方体などをもとにしてできていることを復習し、その場合に、いつも極限の考えによって大きさが表わされていることを理解すること。</p> <p>b. 円を正多角形で近似して、その周や面積の極限としての円周の公式や面積の公式を導くこと。</p> <p>c. 一次式や二次式で表わされる具体的および半具体的な数量関係について、区分求積法によって面積を求めたり、速さから道程を求めたりすること。これによって、極限の考えが有用であることを明らかにすること。</p> <p>2. 積分の記号と演算</p> <p>a. 上で求めた実例について、積分の記号を用いて、それらの量を求めた考え方とともに、その量の大きさを明確に表わすこと。</p> <p>b. <math>y = x</math>、<math>y = x^2</math> などのグラフとx軸との間の面積を、xの関数として式に表わしてから積分してみると、もとの関数が得られることを知る。</p> <p>c. 上のことに基いて、微分と積分との関係を一般化すること、およびすでにわかっている定積分について、この関係を検証すること。</p> <p>d. 上で求めた関係を用いて、いろいろな面積・体積、その他の実際問題を解決すること。</p> <p>e. 具体的な関数のグラフや曲線についてこれを適当に二次式で近似して積分しシンプソンの法則を用いて、実際問題を解くこと。</p>	<p>◎全科目選択。1科目以上履修。</p> <p>□一般数学(5)</p> <p>□解析Ⅰ(5) — 解析Ⅱ(5)</p> <p>□幾何(5)</p> <p>◎数学科の一般目標の他に科目毎の「一般目標」と「指導内容」が示されている。微積分に該当すると思われる一般目標は、</p> <p>「4. 近似や極限の概念を理解し、これをいろいろな分野における問題の解決に適用する能力を養う。」</p> <p>★量→極限→積分の関係が重視され、積分が区分求積法で導入されている。</p> <p>★全科目選択1科目以上履修であったために、結果として教育レベルが低下した。</p>

[2]

年度	高校進学率	積分を導入する科目	各科目の目標（積分に関する部分の抜粋）	微分の指導内容（抜粋）	積分の指導内容（抜粋）	学習指導要領の特色
昭和30年	51.5%	数学Ⅲ (3単位) または 5単位 応用数学 (3単位) または 5単位	<p>(数学Ⅲ)</p> <p>1. 目標</p> <p>「数学Ⅲ」は、特に数学を必要とする方面に進もうとする生徒および数学に深い関心を持つ生徒に対して、「数学Ⅱ」に引き続き、数学科の目標をさらに達成しようとする科目であって、主として次のことを目標とする。</p> <p>2) 微積分の基本的な概念や法則を理解しこれらに基づいて、初等的な関数を実際に応用する能力を養う。</p> <p>(応用数学)</p> <p>1. 目標</p> <p>「応用数学」は、「数学Ⅰ」あるいは「数学Ⅱ」に続いて履修する科目であって、数学をよく用いる専門分野の学習を容易にするため、特にそこが必要な数学の部門について、その基本的なことを取り出して学習することがねらいである。</p> <p>その目標は、取り上げる内容によって相違はあるが、次のような点は、いずれの場合にも共通である。</p> <p>1) 応用面で必要な数学的概念、およびこの概念とそれが応用される事象との関連を理解し、これを用いて的数学的な処理や計算の能力を養う。</p> <p>2) 記号の使い分けに対する理解を深め、応用面で用いられている数学的な記号やその用法に慣れる。</p> <p>3) 取り上げる内容に密接な関連をもった数学的な考え方についての能力と態度を高める。</p>	<p>(数学Ⅱ)</p> <p>b. 関数とグラフ</p> <p>◎グラフの概形のとりえ方</p> <p>◎指数関数・対数関数のグラフ</p> <p>◎二次関数・三次関数のグラフ</p> <p>◎分数関数のグラフ</p> <p>(筆者注) グラフの概形などを調べていく中で、増減、漸近線、変化率、接線、極大・極小、極限等について学習する。</p> <p>(数学Ⅲ)</p> <p>b. 微分</p> <p>◎微分係数・導関数およびその応用</p> <p>◎微分の計算</p> <p>◎三角関数の微分</p> <p>(筆者注) 「数学Ⅱ」の変化率を一般化する。整関数、簡単な分数関数、無理関数、三角関数を対象に、形式的な微分の計算やその応用に習熟させる。第二次導関数や近似式も扱う。</p> <p>(応用数学)</p> <p>e. 微分</p> <p>「数学Ⅲ」における微分とはほぼ同じ内容を扱うがその場合に、実際的な意味を知ったり、計算に習熟したりすることを中心とする。</p>	<p>(数学Ⅲ)</p> <p>c. 積分</p> <p>◎極限としての面積・体積</p> <p>◎定積分の意味と計算、およびその応用</p> <p>2. 内容の説明</p> <p>1) 面積、体積、道のりの概念を明らかにし、一次式や二次式で表わされる数量関係に区分求積法を用いることを扱いこの場合に極限の考えが重要な役割をしていることを明らかにする。</p> <p>2) 定積分の意味を明らかにし、定積分によっていろいろな量を表わすことを扱う。</p> <p>3) 微分と積分との関係ならびに不定積分の意味を明らかにする。</p> <p>4) 積分が微分の逆の操作であることを利用して定積分を計算することを扱う。積分計算の対象は、b)における微分の逆として求められるもの程度とし、積分特有のくふうを要するものは扱わない。</p> <p>5) 定積分の数値を求める近似解法として台形公式やシンプソンの公式を扱う。</p> <p>(応用数学)</p> <p>f. 積分</p> <p>「数学Ⅲ」における積分とはほぼ同じ内容を扱う。</p>	<p>◎「数学Ⅰ」が必修、系統的な指導が行いやすいように科目選択による履修を改めた。</p> <p>数学Ⅰ — 数学Ⅱ — 数学Ⅲ (6or9) — (3) — (3or5)</p> <p>◎「数学的実物の見方、考え方」の意義が唱えられ、その内容を具体的に例示するために、科目毎に「中心概念」が置かれている。</p> <p>◎積分に該当すると思われる中心概念は、「極限によって量をとらえること」。</p> <p>◎「数学Ⅱ」では微分のみが扱われ、積分は数学Ⅲで初めて登場する。</p> <p>★この改訂から学年連行の履修になった。</p>

[ 3 ]

年度	高校 進学率	積分を導入 する科目	各科目の目標（積分に関する部分の抜粋）	微分の指導内容（抜粋）	積分の指導内容（抜粋）	学習指導要領の特色
昭和 35年	57.7%	数学Ⅱ A (4単位) 数学Ⅱ B (5単位) 応用数学 (6単位)	(数学Ⅱ A) 4) 微分法と積分法の基本的な概念とその応用について、簡単な整関数の範囲で理解させる。  (数学Ⅱ B) 5) 微分法と積分法の基本的な概念、法則などを理解させ、簡単な整関数について、これらを用いる能力を養う。  (応用数学) 職業に関する専門教育で必要とする数学的な概念およびこの概念とそれが応用される事象との関連を理解させ、数学的に処理する能力を養う。 (筆者注) 応用数学では、科目全体一つの目標である。	(数学Ⅱ A) 4) 微分法と積分法 7) 導関数とその計算 (7) 微分係数 (4) 導関数の計算 (関数の和・差の導関数) 4) 導関数の簡単な応用 (接線、関数値の増減、速度、加速度など)  (数学Ⅱ B) 5) 微分法 7) 微分係数 4) 導関数とその計算 (関数の和・差・積の導関数) 7) 導関数の応用 (接線、関数値の増減、速度など)  (応用数学) 5) 微分法 7) 微分係数、導関数 4) 導関数の計算 (簡単な初等的な関数の範囲で扱う) 7) 導関数の応用 (7) 接線、関数値の増減、曲線の凹凸、速度、加速度等 (4) マクローリンの展開式の利用	(数学Ⅱ A) 4) 微分法と積分法 微分係数、導関数および積分の概念とこれらの応用について、四次までの整関数の範囲で理解させる。 7) 不定積分とその計算 1) 定積分とその簡単な応用  (数学Ⅱ B) 6) 積分法 不定積分や定積分の概念を理解させ、簡単な整関数の範囲で、積分を計算したり、それを応用したりする能力を養う。 7) 積分の意味 4) 積分の計算 7) 積分の応用  (応用数学) 6) 積分法 7) 不定積分と定積分 4) 積分の計算 (簡単な置換積分・部分積分を含む、簡単な初等的な関数の範囲で扱う。) 7) 積分の応用 (7) 面積、体積、道のりなど (4) 物理などへの応用 (7) 定積分の近似式 (1) 簡単な微分方程式 注：齊次線型二階微分方程式程度	◎基礎学力の向上、科学技術教育の振興がねらい ◎方針は、次の3点。 1) 生徒の能力、適性、進路等に応じて、数学ⅡをA、Bの選択とした。 2) 生徒の負担過重にならないように配慮し内容を精選充実した。基本的な事項を十分身に付けさせるようにした。 3) 中学校数学との一貫性を図り、内容を精選充実した。 ◎数学Ⅰは全員必修、数学ⅡA、B、応用数学から1科目選択必修。  数学Ⅰ (5) — 数学ⅡA (4) — 数学ⅡB — 数学Ⅲ (5) — 応用数学 (6)

[ 4 ]

年度	高校 進学率	積分を導入 する科目	各科目の目標（積分に関する部分の抜粋）	微分の指導内容（抜粋）	積分の指導内容（抜粋）	学習指導要領の特色
昭和 45年	82.1%	数学Ⅱ A (4単位) 数学Ⅱ B (5単位) 応用数学 (6単位)	(数学Ⅱ A) 1) 目標 2) 微分法の基本的な概念、法則などを理解させ、簡単な整関数の範囲で、それらを用いる能力を養う。また、積分の意味について理解させる。  (数学Ⅱ B) 1) 目標 5) 微分法の基本的な概念、法則などを理解させ、簡単な整関数の範囲で、それらを用いる能力を養う。また、積分の意味について理解させる。  (応用数学) 1) 目標 事象をとらえるのに必要な数学的な概念、原理、法則、方法ならびにそれが職業に関する専門教育において取り扱われる内容との関連を理解させ、数学的に考察し、処理する能力と態度を養う。	(数学Ⅱ A) B. 解 析 1) 微分法と積分法 7) 微分係数の意味 4) 導関数とその計算 関数の和・差の導関数 7) 導関数の応用 接線、関数値の増減、速度など  (数学Ⅱ B) B. 解 析 1) 微分法と積分法 7) 微分係数の意味 4) 導関数とその計算 関数の和・差・積の導関数 7) 導関数の応用 接線、関数値の増減、速度など  (応用数学) 2) 微分法と積分法 (I) 7) 微分係数 4) 導関数とその応用 関数の和・差の導関数	(数学Ⅱ A) B. 解 析 1) 微分法と積分法 微分係数と導関数の意味を理解させ、四次までの整関数の範囲で、導関数を求めたり、それを応用したりすることができるようにする。また、積分の意味を明らかにする。 1) 積分の意味 7) 積分の計算と簡単な応用 7) 用語および記号  (数学Ⅱ B) B. 解 析 1) 微分法と積分法 微分係数と導関数の意味を理解させ、簡単な整関数の範囲で、導関数を求めたり、それを応用したりすることができるようにする。また、積分の意味を理解させ、それを簡単な整数の範囲で応用できるようにする。 1) 積分の意味 7) 積分の応用 面積、体積など 7) 用語および記号  (応用数学) 2) 微分法と積分法 (I) 微分係数、導関数や不定積分、定積分の概念を理解させ、簡単な整関数の範囲で、導関数や積分を求めたり、それらを活用したりすることができるようにする。 1) 積分の応用 7) 用語および記号	◎1960年代に世界的傾向として数学や科学技術のめざましい進歩に対応するため、数学教育の現代化が進められた。今回は、この方向に沿った改正である。 ◎数学Ⅰと数学一般のいずれかを選択し、必修とする。  — 数学一般 (6) — 数学Ⅰ — 数学ⅡA (4) — 数学ⅡB — 数学Ⅲ (5) — 応用数学 (6)  ◎数学一般では、この1科目だけで高校の数学の履修が終わることを前提としている。ここでは微分のみを扱い、積分には触れられない。 ◎数学ⅡAも、ここで履修を終える生徒を対象にする。 ◎数学ⅡBは、数学Ⅲに発展することを考慮し、内容を高め、計算技能的な面が精選された数学の基本的な概念の理解が充実された。 ◎応用数学は主として職業科対象 ★結果として、「落ちこぼれ」を生むことになった。

[5]

年度	高校 進学率	積分を導入 する科目	各科目の目標（積分に関する部分の技能）	微分の指導内容（技能）	積分の指導内容（技能）	学習指導要領の特色
昭和 55年	93.5%	数学Ⅱ (3単位) 基礎解析 (3単位)	(数学Ⅱ) 1. 目標 「数学Ⅰ」の内容に続くより広い数学の分野にわたって、基本的な概念や原理・法則を理解させるとともに、社会において数学の果たす役割についての認識を深める。  (基礎解析) 1. 目標 数列や指数関数、対数関数及び三角関数について理解させるとともに、微分法・積分法の基礎的な考えを理解させ、簡単な整関数の範囲でそれらを活用する能力を養う。	(数学Ⅱ) 3) 微分と積分 7. 微分係数の意味 1. 導関数とその応用  (基礎解析) 3) 関数値の変化 7. 微分係数の意味 1. 導関数とその応用 (7) 関数の和・差・実数倍の導関数 (4) 接線、関数値の増減速度など	(数学Ⅱ) 3) 微分と積分 7. 積分の意味  (基礎解析) 3) 関数値の変化 7. 積分とその応用 不定積分、定積分、面積など	◎科目構成は、次のとおり、必修は数学Ⅰのみ。  — 数学Ⅱ 数学Ⅰ— (3) (4) — 代数・幾何 (3) — 基礎解析 — 微分・積分 (3) — 確率・統計 (3)  ◎改善の方向は次のとおり、 1) 中学校数学科との関連を一層図り、基本的な概念が十分に理解されるようにするとともに、事象を数学的に考察し処理する能力と態度がより一層育成されるように改善を図る。 2) 現在の高等学校の生徒の実態に即応するため、特に低学年で履修する必修科目については、すべての生徒に確実に身につけさせるべき基礎的・基本的な事項を重視して、内容の精選を図る。 なお、この科目の履修の仕方や内容の取り扱いの程度の深表については、生徒の実態に応じて弾力的な措置ができるように配慮する。 3) 高等学校の中学年及び高学年の段階においては、選択科目の履修を通して、生徒の興味・関心や能力・適性・進路等に応じて適正なしかもまとまりと成就感のある学習ができるように、科目構成の改善を図る。 ★いわゆる「ゆとりと充実」が、スローガンである。 ★「習熟度別学習」ということも唱えられた。

[6]

年度	高校 進学率	積分を導入 する科目	各科目の目標（積分に関する部分の技能）	微分の指導内容（技能）	積分の指導内容（技能）	学習指導要領の特色
平成 元年 (昭和 63 年度 現在)	94.1%	数学Ⅱ (3単位) 数学C (2単位)	(数学Ⅱ) 1. 目標 「数学Ⅰ」に続く内容として、指数関数や三角関数、図形と方程式及び関数の値の変化について理解させ、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処理する能力を育てる。  (数学C) 1. 目標 応用数理の観点から、コンピュータを活用して、行列と線型計算、いろいろな曲線、数値計算又は統計処理について理解させ、知識の習得と技能の習熟を図り、事象を数学的に考察し処理する能力を伸ばす。  (数学科の目標) 数学における基本的な概念や原理・法則の理解を深め、事象を数学的に考察し処理する能力を高めるとともに数学的な見方や考え方のよさを認識し、それらを積極的に活用する態度を育てる。	(数学Ⅱ) 3) 関数値の変化 7. 微分係数と導関数 1. 導関数の応用	(数学Ⅱ) 3) 関数値の変化 7. 積分の考え  (筆者注) 3) 内容の取扱いで、次のように記述されている。 「3)については、三次程度の関数を取り扱うものとする。 3)の9)については、関数のグラフに関連して面積を求める程度とする。」	◎科目構成は次のとおり、必修は数学Ⅰのみ。  数学Ⅰ — 数学Ⅱ — 数学Ⅲ (4) — (5) — (3)  数学A — 数学B — 数学C (2) — (2) — (2)  ◎新学習指導要領全体の目標は、(7.国際化対応) 1. 情報化対応 2. 多様化対応 であり、高等学校数学において次のような方針が立てられた。 ①教育現場の実状に応じて、それぞれ教育課程の編成が弾力的にできるようにする。 ②従来の領域別科目を並列する方式を改め、各科目とも原則として総合的内容構成とする。 ③コンピュータ使用の道を開く。 ④数学Ⅰは、生徒教育の基盤となるべき数学の素養を身に付けさせるとともに、他の科目に進むための基礎となる思考力を養うという2つの性格を持っている。 ⑤数学Ⅱは、社会人の知的活動の基礎として必須の数学的素養を身に付けようとする生徒とともに数学Ⅲへ進む生徒とに共通の基礎となる科目である。 ⑥数学Aは、数学Ⅰと並行あるいは数学Ⅰに続いて履修する。 ⑦数学A、B、Cは、4単位分の内容が用意されている。しかしそのすべての内容を取り扱うのではなく、生徒の実態や必要に応じて単位数を適切に定め、内容を適宜選択して取り扱う。

[ 7 ]

年度	高校 進学率	積分を導入する科目	各科目の目標（積分に関する部分の抜粋）	微分の指導内容（抜粋）	積分の指導内容（抜粋）	学習指導要領の特色
平成 11年	98.0%	数学Ⅱ（4単位）	<p>（数学Ⅱ） 1 目標 式と証明・高次方程式、図形と方程式、いろいろな関数及び微分・積分の考えについて理解させ、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処理する能力を伸ばすとともに、それらを活用する態度を育てる。</p> <p>（数学科の目標） 数学における基本的な概念や原理・法則の理解を深め、事象を数学的に考察し処理する能力を高め、数学的活動を通して創造性の基礎を培うとともに、数学的な見方や考え方のよさを認識し、それらを積極的に活用する態度を育てる。</p>	<p>（数学Ⅱ） (4) 微分・積分の考え ア 微分の考え (7) 微分係数と導関数 (1) 導関数の応用 接線、関数値の増減</p>	<p>（数学Ⅱ） (4) 微分・積分の考え イ 積分の考え (7) 不定積分と定積分 (1) 面積 〔用語・記号〕 極限值、lim</p>	<p>◎科目構成は次の通り。 必修修は「数学Ⅰ」又は「数学基礎」。</p> <pre>           数学基礎           (2)                 数学Ⅰ — 数学Ⅱ — 数学Ⅲ     (3)       (4)       (3)                 数学A — 数学B — 数学C     (2)       (2)       (2)           </pre> <p>◎学習指導要領全体の目標は、 ア 「生きる力」の育成 イ 総合的な学習の時間の創設 ウ 教科「情報」の新設 エ 卒業に要する修得単位数の見直し オ 選択幅の一層の拡大</p> <p>◎高等学校数学の方針 ア 「生きる力」をはぐくむため、創造性の基礎を培う。 イ 主体的に問題を解決する活動（数学的活動）を重視。 ウ 数学的活動を通して算数・数学の学習の意義を理解させる。</p> <p>◎科目の単位数 ゆとりある学習ができるよう、「数学Ⅱ」の単位数を3単位から4単位に増やした。</p>

[ 8 ]

年度	高校 進学率	積分を導入する科目	各科目の目標（積分に関する部分の抜粋）	微分の指導内容（抜粋）	積分の指導内容（抜粋）	学習指導要領の特色
平成 21年	98.0%	数学Ⅱ（4単位）	<p>（数学Ⅱ） 2 目標 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うとともに、それらを活用する態度を育てる。</p> <p>（数学科の目標） 数学的活動を通して、数学における基本的な概念や原理・法則の体系的な理解を深め、事象を数学的に考察し表現する能力を高め、創造性の基礎を培うとともに、数学のよさを認識し、それらを積極的に活用して数学的論拠に基づいて判断する態度を育てる。</p>	<p>（数学Ⅱ） (5) 微分・積分の考え ア 微分の考え (7) 微分係数と導関数 (1) 導関数の応用</p>	<p>（数学Ⅱ） (5) 微分・積分の考え イ 積分の考え (7) 不定積分と定積分 (1) 面積</p>	<p>◎科目構成は次の通り。 必修修は「数学Ⅰ」又は「数学基礎」。</p> <pre>           数学Ⅰ — 数学Ⅱ — 数学Ⅲ           (3)       (4)       (5)                 数学A — 数学B — 数学活用     (2)       (2)       (2)           </pre> <p>◎学習指導要領全体の目標は、 ア 教育基本法改正に伴う改訂 イ 「生きる力」という理念の共有 ウ 基礎的・基本的な知識・技能の習得 エ 思考力・判断力・表現力等の育成 オ 確かな学力を確立するために必要な授業時数の確保 カ 学習意欲の向上や学習習慣の確立</p> <p>◎高等学校数学の方針 ア 数学的活動の一層の重視 イ 基礎的・基本的な知識・技能定着 ウ 「数学Ⅰ」と「数学Ⅱ」に「課題学習」を新設 エ 「数学基礎」の趣旨を生かし、数学のよさを重視した「数学活用」を設置した。</p> <p>◎科目の単位数 「数学Ⅲ」は標準単位数を5単位に増加し、数学Ⅱの内容との関連や数学Ⅲの内容相互の関連を重視し、内容を構成した。</p>



## 【学習指導要領における高校数学キーワードの変遷】

