

学習指導要領の研究

—新課程教科書における変更点（数学Ⅱ・B）—

愛媛県立三島高等学校 天羽 平
愛媛県立丹原高等学校 越智 勇太

1 はじめに

学習指導要領研究委員会では令和3年度から3年計画で改訂版教科書と従前の教科書との比較を行う予定である。改訂前との変更点を知ってもらい、授業で役立ててもらいたい。

本年度は2年目として、数学Ⅱ・Bの教科書の比較を行いたい。現行の教育課程となって、ベクトルが数学Bから数学Cに移動するなどの大きな変更も見られるため、変更内容を詳細にみていきたい。

2 数学Ⅱについて

(1) 式と証明

ア 内容の対比

新課程教科書	旧教科書
第1節 式と計算	第1節 式と計算
1. 3次式の展開と因数分解	1. 3次式の展開と因数分解
2. 二項定理	2. 二項定理
3. 多項式の割り算	3. 整式の割り算
4. 分数式とその計算	4. 分数式とその計算
5. 恒等式	5. 恒等式
第2節 等式と不等式の証明	第2節 等式と不等式の証明
6. 等式の証明	6. 等式の証明
7. 不等式の証明	7. 不等式の証明

イ 特徴・考察

- (ア) 3次式の展開と因数分解について
- ・「深める」の欄で、別解へのアプローチが追加されていた。
- (イ) 二項定理について
- ・展開の仕組みから二項定理を説明する際、 a, b の取り方を図を用いて視覚的にわかりやすい手法をとっている。
 - ・二項定理の $(a + b + c)^n$ の展開において、吹き出しの補足説明が追加されている。
- (ウ) 多項式の割り算について
- ・数学Ⅰと同様に、現行課程の「整式」が新課程で「多項式」に変更されている。新課程では、

整式については軽く触れられているだけである。

- ・教科書の下部に「Point」が追加されており、例題ごとに着目したものの違いを示している。
- (エ) 分数式について
- ・通分する際の、分子分母にかけた式に色付けがされており、見やすくなっている。
- (オ) 恒等式について
- ・旧教科書との違いは見られない。
- (カ) 等式の証明について
- ・旧教科書との違いは見られない。
- (キ) 不等式の証明について
- ・教科書の巻末に「数学のこぼれ」が追加されており、「等号が成り立つ」の説明がされている。
 - ・平方の大小関係の「深める」の欄で、 a, b の条件について投げかけている。
 - ・相加平均と相乗平均を具体例で説明し、その後証明を行う形に変更されている。また、「深める」の欄で「 $a + \frac{16}{a}$ の最小値とそのときの a を求めよ」という問題が書かれている。
- (ク) 補充問題・章末問題について
- ・コラム「調和平均」が絵を用いてわかりやすく説明されている。また、最後の大小関係の示し方も変更している。

(2) 複素数と方程式

ア 内容の対比

新課程教科書	旧教科書
第1節 複素数と2次方程式の解	第1節 複素数と2次方程式の解
1. 複素数とその計算	1. 複素数とその計算
2. 2次方程式の解	2. 2次方程式の解
3. 解と係数の関係	3. 解と係数の関係
第2節 高次方程式	第2節 高次方程式
4. 剰余の定理と因数定理	4. 剰余の定理と因数定理
5. 高次方程式	5. 高次方程式
発展 3次方程式の解と係数の関係	発展 3次方程式の解と係数の関係

イ 特徴・考察

- (ア) 複素数とその計算について
 - ・複素数の積の計算時、 i^2 が -1 へ変わる箇所などに色付けされており、式の変化が見やすくなっている。
 - ・「深める」の欄で、負の数の平方根の計算について問題が提示されている。
- (イ) 2次方程式の解について
 - ・解の種類の判別問題で、 $\frac{D}{4}$ を用いる際の補足がされている。
- (ウ) 解と係数の関係について
 - ・公式を説明する際に色分けがされており、係数との対応がわかりやすくなっている。
 - ・練習問題が一部改訂されている。
- (エ) 剰余の定理と因数定理について
 - ・組立除法の説明時における図の表現が変わっている。
- (オ) 高次方程式について
 - ・「深める」の欄で、1の3乗根 ω について説明されている。旧教科書同様、章末のコラムでも紹介されている。
 - ・教科書下部の「Point」で、因数分解の手法に関して補足が追加されている。
- (カ) 補充問題・章末問題について
 - ・章末問題Bで、1題追加されている。
- (キ) 発展について
 - ・3次方程式の解と係数の関係が、証明も含めて詳しく説明されており、例題も追加されている。

(3) 図形と方程式

ア 内容の対比

新課程教科書	旧教科書
第1節 点と直線	第1節 点と直線
1. 直線上の点	1. 直線上の点
2. 平面上の点	2. 平面上の点
3. 直線の方程式	3. 直線の方程式
4. 2直線の関係	4. 2直線の関係
第2節 円	第2節 円
5. 円の方程式	5. 円の方程式
6. 円と直線	6. 円と直線
7. 2つの円	7. 2つの円
第3節 軌跡と領域	第3節 軌跡と領域
8. 軌跡と方程式	8. 軌跡と方程式
9. 不等式の表す領域	9. 不等式の表す領域

イ 特徴・考察

- (ア) 直線上の点について
 - ・内分点と外分点の座標の証明に色分けがされており、証明がわかりやすくなっている。
- (イ) 平面上の点について
 - ・旧教科書との変更点なし
- (ウ) 直線の方程式について
 - ・旧教科書との変更点なし
- (エ) 2直線の関係について
 - ・垂直条件の説明が変更され、旧教科書よりわかりやすくなっている。
 - ・教科書の巻末に「数学のことば」が追加されており、距離について補足がされている。
 - ・点と直線の距離の説明が、一般的な公式から、原点からの距離を求める形に変更されている。
- (オ) 円の方程式について
 - ・注意が追加されており、円の方程式の右辺が0の場合の補足がされている。
 - ・「Point」が追加されており、与えられた条件によって円を求める際に使用する式の使い分けが説明されている。
- (カ) 円と直線について
 - ・円の外部から接線を引く問題の下部に「深める」が追加されており、別解の考え方が記されている。
- (キ) 2つの円について
 - ・位置関係の説明のレイアウトが変更されている。
 - ・図が縦に並んでおり、見やすい。
 - ・二つの円の交点を通る図形が「研究」で追加されている。
- (ク) 軌跡と方程式について
 - ・旧教科書との変更点なし
- (ケ) 不等式の表す領域について
 - ・連立不等式の表す領域において、共通部分が見やすく変更されている。
 - ・線形計画法の問題の下部に「深める」において、追加問題が掲載されている。
- (コ) 補充問題・章末問題について
 - ・補充問題で、2つの円の共有点の座標を求める問題が追加されている。

(4) 三角関数

ア 内容の対比

新課程教科書	旧教科書
第1節 三角関数	第1節 三角関数
1. 角の拡張	1. 角の拡張
2. 三角関数	2. 三角関数
3. 三角関数のグラフ	3. 三角関数のグラフ
4. 三角関数の性質	4. 三角関数の性質
5. 三角関数を含む 方程式・不等式	5. 三角関数を含む 方程式・不等式
第2節 加法定理	第2節 加法定理
6. 加法定理	6. 加法定理
7. 加法定理の応用	7. 加法定理の応用
発展 和と積の公式	発展 和と積の公式

イ 特徴・考察

- (ア) 角の拡張について
- 旧教科書との変更点なし
- (イ) 三角関数について
- 相互関係の問題の下部に「深める」が追加されており、「 $\tan \theta$ から求めよう」と提示されている。
- (ウ) 三角関数のグラフについて
- 教科書の巻末に「数学のことば」が追加されており、限りなく近づくことについて補足がされている。
 - いろいろな三角関数のグラフの、問題の順序が変更されている。
 - 最後に「Point」が追加されており、いろいろな三角関数のグラフのまとめがされている。
- (エ) 三角関数の性質について
- 旧教科書との変更点なし
- (オ) 三角関数を含む方程式・不等式について
- 旧教科書との変更点なし
- (カ) 加法定理について
- 章末問題にあった三角関数の値だけで解く加法定理の問題が、例題として追加されている。その関係で、章末問題が一題減少している。
- (キ) 加法定理の応用について
- 旧教科書との変更点なし
- (ク) 補充問題・章末問題について
- いろいろな三角関数のグラフの問題が補充問題に追加されている。
 - 章末問題の関数がわずかに変更されている。

(5) 指数関数と対数関数

ア 内容の対比

新課程教科書	旧教科書
第1節 指数関数	第1節 指数関数
1. 指数の拡張	1. 指数の拡張
2. 指数関数	2. 指数関数
第2節 対数関数	第2節 対数関数
3. 対数とその性質	3. 対数とその性質
4. 対数関数	4. 対数関数
5. 常用対数	5. 常用対数

イ 特徴・考察

- (ア) 指数の拡張について
- 指数を実数まで拡張する際の説明時、 $3\sqrt{2}$ がどんな値に近づくか、 $3^{1.4142}$ まで示されている。
- (イ) 指数関数について
- 指数関数の不等式の下部に「深める」が追加されており、「 $\frac{1}{3}$ の累乗を3の累乗で表して解こう」と記されている。
- (ウ) 対数とその性質について
- 教科書の巻末に「数学のことば」が追加されており、対数をとることの補足がされている。
- (エ) 対数関数について
- 対数の大小比較に関する問題の下部に Point が追加されており、形を揃えることについて補足している。
- (オ) 常用対数について
- いくつも「深める」や「Point」が追加されており、説明や補足が丁寧に行われている。また、「小数第何位に初めて0でない数が現れるか」という例題も追加されている。
- (カ) 補充問題・章末問題について
- 2^x を置き換える不等式の問題が補充問題に追加されている。
 - 対数関数の補充問題が大きく変更されている。新設問題もあれば、章末問題と入れ替わっている問題もある。

(6) 微分法と積分法

ア 内容の対比

新課程教科書	旧教科書
第1節 微分係数と導関数	第1節 微分係数と導関数
1. 微分係数	1. 微分係数
2. 導関数とその計算	2. 導関数とその計算
3. 接線と方程式	3. 接線と方程式
第2節 関数の値の変化	第2節 関数の値の変化
4. 関数の増減と極大・極小	4. 関数の増減と極大・極小
5. 関数の増減・グラフの応用	5. 関数の増減・グラフの応用
第3節 積分法	第3節 積分法
6. 不定積分	6. 不定積分
7. 定積分	7. 定積分
8. 定積分と面積	8. 定積分と面積

イ 特徴・考察

- (ア) 微分係数について
- 平均変化率の分母 h について吹き出しで補足されている。
- (イ) 導関数とその計算について
- 関数の微分において、説明の際に色分けがされており、視覚的にわかりやすくなっている。
 - 導関数を利用して微分係数を求める問題の下部に「Point」が追加されており、以前学習した微分係数も同様に求めることができることが記されている。
- (ウ) 接線と方程式について
- グラフの外部分から引いた接線の問題の下部に「Point」が追加されており、接点について補足されている。
- (エ) 関数の増減と極大・極小について
- 増減表の説明の際に、矢印「 \nearrow 」「 \searrow 」についての説明が追加されている。
 - $f(x) = x^3$ と $f(x) = -x^3 - x$ の増減を求める問題が、極値の説明の後に変更されている。
- (オ) 関数の増減・グラフの応用について
- コラムの内容が、微分を用いて最大値や最小値となる x を求める内容から、3次関数のグラフの対称性の内容に変更されている。
- (カ) 不定積分について
- 教科書の巻末に「数学のことば」が追加されており、任意という言葉について補足されている。

(キ) 定積分について

- 定積分の計算の説明時、上端と下端などに色分けがされており、視覚的にわかりやすくなっている。

(ク) 定積分と面積について

- 定積分と面積の説明時のレイアウトが変更されている。
- 面積の問題の下部に「深める」の欄が追加されており、直角三角形の面積を定積分で導き出す問題が出題されている。
- 研究の「放物線と x 軸で囲まれた部分の面積」において、放物線の x^2 の係数 a が無くなっている。

(ケ) 補充問題・章末問題について

- 章末問題が一問変更されており、解答の誤りを訂正する問題となっている。

3 数学Bについて

(1) 数列

ア 内容の対比

新課程教科書	旧教科書
第1節 等差数列と等比数列	第1節 等差数列と等比数列
1. 数列と一般項	1. 数列と一般項
2. 等差数列	2. 等差数列
3. 等差数列の和	3. 等差数列の和
4. 等比数列	4. 等比数列
5. 等比数列の和	5. 等比数列の和
第2節 いろいろな数列	第2節 いろいろな数列
6. 和の記号 Σ	6. 和の記号 Σ
7. 階差数列	7. 階差数列
8. いろいろな数列の和	8. いろいろな数列の和
第3節 漸化式と数学的帰納法	第3節 漸化式と数学的帰納法
9. 漸化式	9. 漸化式
10. 数学的帰納法	10. 数学的帰納法

イ 特徴・考察

新課程でベクトルが数学Cに変わったことで、数列が第3章から第1章に移動している。

(ア) 等差数列と等比数列について

- 「深める」の内容で、例に対する演習問題が追加されている。
- 研究の内容として、「複利計算」が追加されている。

(イ) いろいろな数列について

- ・部分分数分解の式変形に下線などが引かれ、分かりやすく記されている。
- ・(等差数列) × (等比数列)の問題が、第10項までの和から第 n 項までの和に変更されている。
- ・補充問題で扱われている問題の数値が変更されている。

(ウ) 漸化式と数学的帰納法について

- ・漸化式を定義した後にリンクがあり、漸化式について詳細に説明が付け加えられている。
- ・漸化式から一般項を求める内容で、等差数列、等比数列の一般項を求める復習を行う説明が付け加えられている。
- ・等式の証明について、問題の趣旨を説明する注意書きが示されている。
- ・仮定が適用されている箇所の下線などが引かれ、分かりやすく記されている。
- ・数学的帰納法による証明が、常に $n = 1$ から始めるとは限らないと説明が加えられている。
- ・自然数に関する命題の証明の問題が付け加えられている。
- ・「研究」の内容では、自然数に関する命題の別の証明方法について、記されている。
- ・章末問題には、数学的帰納法を用いた証明の問題がBからAに変更され、自然数の倍数の和の問題が消去され、薬の有効成分の量を題材に取り上げた文章問題が追加されている。

(2) 統計的な推測

ア 内容の対比

新課程教科書	旧教科書
第1節 確率分布	第1節 確率分布
1. 確率変数と確率分布	1. 確率変数と確率分布
2. 確率変数の期待値と分散	2. 確率変数の期待値と分散
3. 確率変数の和と積	3. 確率変数の和と積
4. 二項分布	4. 二項分布
5. 正規分布	5. 正規分布
第2節 統計的な推測	第2節 統計的な推測
6. 母集団と標本	6. 母集団と標本
7. 標本平均の分布	7. 標本平均の分布
8. 推定	8. 推定
9. 仮説検定	

イ 特徴・考察

(ア) 確率分布について

- ・確率変数 X について、記号の使い方やその計算の例が示されている。
- ・確率分布の求め方について、例として挙げられていたさいころの出目の和の確率分布と確率を求める問題が練習問題となっている。
- ・「深める」の内容で、例に対する演習問題が追加されている。
- ・確率変数の分散と標準偏差について、補足説明が付け加えられている。分散や標準偏差を示す式が公式としてまとめられている。
- ・「ポイント」の内容で、問題を比較しながら、式の使い方の説明が補足されている。
- ・「研究」の内容で、二項分布のグラフを説明する際に、例としてさいころを投げるときが取り上げられている。色分けされたグラフが載せられ、見やすくなっている。グラフの形状の説明から期待値と確率の分析に関する説明に代わっている。
- ・確率密度関数について、定積分の記述が補足となり、簡単に説明されている。
- ・正規分布と自然現象や社会現象との関わりや、その利用に関する記述がある。正規分布曲線の性質の説明があり、その確率に関する説明という風に説明の順序が入れ替わっている。
- ・正規分布に従う確率変数についての確率に置き換えて求める方法について、分布曲線を加えた説明となっている。
- ・「コラム」では、偏差値の計算や正規分布との関連について記述されている。

(イ) 統計的な推測について

- ・乱数表の説明から、コンピュータを利用した抽出の方法についての説明と代わっている。
- ・標本平均の確率分布について、例が示されている。
- ・標本平均の期待値と標準偏差を定義した後に、リンクがあり、標本平均の期待値と母平均の関係について説明が付け加えられている。
- ・「仮説検定」の内容が加えられている。数学Iで学習した仮説検定について、正規分布を利用する方法について記載されている。
- ・「コラム」では、標本の抽出の方法について、「層化無作為抽出法」「クラスター抽出法」を例に挙げて記載されている。
- ・章末問題では、確率密度関数の問題、仮説検定の問題などが付け加えられている。

(3) 数学と社会生活

ア 内容の対比

新課程教科書	旧教科書
1. 数学を活用した問題解決	
2. 社会の中にある数学	
3. 変化をとらえる ～移動平均～	
4. 変化をとらえる ～回帰分析～	

イ 特徴・考察

旧教科書にはなかった章である。数学Ⅰ、Ⅱ、Aなど既習内容を活用して、日常生活における問題や社会問題を解決するために、数学が活用されることについて、様々な例を取り上げて説明されている。

(ア) 数学を活用した問題解決について

- 日常生活における問題や社会問題について、「利益を予測する方法」「電球の使用時間とその費用」「シェアサイクル」の例が挙げられ、数学的に考察する方法が示されている。考察に必要な仮定を自ら設定して解くような問題が設定されている。数学を通して、環境保全や観光戦略の推進、地域活性化の効果などについて考えさせる問題である。

(イ) 社会の中にある数学について

- 選挙における議席配分、偏差値、スポーツの採点競技などそれぞれの数値に対して定義された計算式のもとで、その計算や結果から得られる傾向などについて、考える問題が設定されている。

(ウ) 変化をとらえる ～移動平均～ について

- 各時点のデータを、その時点を含む過去のデータの平均で置き換えた「移動平均」について、グラフを図示する問題や読み取りを行う問題が設定されている。
- 「研究」については、最小2乗法の紹介があり、回帰直線の求め方に関する記載がある。

(エ) 変化をとらえる ～回帰分析～ について

- 2つの変数の関係を関数で表す「回帰分析」について、グラフをかき、考察を行う問題が設定されている

up」が追加されており、数学Ⅰ以前の復習ができるようになっている。このように、生徒の学習の為に多数の細かな配慮が見られる。

内容に関しては、新章や研究、コラムなどで日常生活の中で数学が活用されている具体例が多数含まれており、意欲的な生徒の興味を刺激し、高度な数学への関心を高めるような工夫がみられた。

生徒たちに数学の授業を通し、「数学の良さ」「数学の有用性」などを実感させるため、今回の新教科書の研究や演習等に用いる問題の研究をはじめ、日々の授業研究に励んでいきたい。

《参考文献》

- 『高等学校学習指導要領解説数学編（数学編 平成21年11月）』
- 『高等学校学習指導（平成30年告示）要領解説数学編』
- 阿原一志ほか13名『新編数学Ⅱ』
数研出版株式会社発行（令和3年検定済）
- 阿原一志ほか13名『新編数学B』
数研出版株式会社発行（令和4年検定済）
- 大矢雅則ほか15名『改訂版 新編数学Ⅱ』
数研出版株式会社発行（平成29年検定済）
- 大矢雅則ほか15名『改訂版 新編数学B』
数研出版株式会社発行（平成28年検定済）

4 まとめ

今回の改訂では、教科書全体のデザインとして、カラーでフォントや図・グラフなどが見やすくなっていることや、式の途中の注釈が吹き出しとなり見やすくなっていること、説明が詳細になっていることが特徴として挙げられる。また、全体を通し、各章の最初に「Warm-