

新学習指導要領の研究

－新旧教科書の比較（数学Ⅱ・B）－

愛媛県立今治北高等学校 山瀬潤一郎
 愛媛県立今治南高等学校 砂田 佳範
 愛媛県立南宇和高等学校 黒江 英隆

はじめに

学習指導要領研究委員会では、数学Ⅰ～Ⅲ及び数学A・Bの新学習指導要領について研究を行ってきた。昨年度から3年計画で新旧の教科書の比較を行っている。教科書の変更点を明らかにし、実際に授業を行うときの注意点を喚起できればと考えている。本年度は研究の2年目として数学Ⅱ・Bの教科書の比較を行いたい。

昨年度、研究を行った数学Ⅰ・Aではデータの分析や整数の性質などが加わり、大きな変更点があったが、数学Ⅱ・Bでは変更点は一見大きくない。そのため、昨年度までと同様に授業を行ってしまいがちであるが、新学習指導要領に対応した違いが必ずあるはずである。その点を明らかにしていきたい。

1. 式と証明

(1) 内容の対比

新	旧
数学Ⅱ	数学Ⅰ・Ⅱ・A
	(数学Ⅰ 第1章 方程式と不等式)
第1節 式と計算	第1節 式の計算
1. 3次式の展開と因数分解	2. 多項式の加法・減法と乗法
	3. 因数分解
	発展 やや複雑な因数分解
	(数学A 第1章 場合の数と確率)
	第2節 場合の数
2. 二項定理	7. 二項定理
研究 $(a+b+c)^n$ の展開式	研究 $(a+b+c)^n$ の展開式
	(数学Ⅱ 第1章 式と証明)
3. 整式の割り算	1. 多項式の除法
4. 分数式とその計算	2. 分数式とその計算
5. 恒等式	3. 恒等式
研究 2つの文字についての恒等式	研究 2つ以上の文字に関する恒等式
第2節 等式と不等式の証明	
6. 等式の証明	4. 等式の証明
7. 不等式の証明	5. 不等式の証明

(2) 特徴・考察・留意点

ア 式と計算

・3次式の展開と因数分解は旧数学Ⅰから移行してきた内容である。しかし、現在の数学Ⅰに発展の形

でほぼ同じ内容が掲載されているため、発展の内容を学んだ生徒にとっては復習の内容になっている。追加された内容に3次を超える式の因数分解がある。

・二項定理は旧数学Aからの移行である。旧数学Aでは二項定理を証明し、その後パスカルの三角形を紹介していたが、その順序が逆になっている。
 ・2つの文字についての恒等式では、以前はなかった例が加わり、理解しやすい内容となっている。

イ 等式と不等式の証明

・比例式は以前から条件付等式の中で扱われていたが、今回一つの項目として取り上げられ、内容が増加している。

2. 複素数と方程式

(1) 内容の対比

新	旧
数学Ⅱ	数学Ⅱ
1. 複素数とその計算	1. 複素数
2. 2次方程式の解	2. 2次方程式の解と判別式
3. 解と係数の関係	3. 解と係数の関係
	研究 2次方程式の実数解の存在範囲
4. 剰余の定理と因数定理	4. 剰余の定理と因数定理
研究 組立除法	研究 組立除法
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	

(2) 特徴・考察・留意点

ア 複素数と2次方程式の解

・従前のものと比べて、複素数の説明が丁寧になっており、従前の新編数学Ⅱの教科書とほぼ同様の解説がされている。

・複素数の相等の練習問題では、右辺が0となる問題が追加され、生徒が間違いやすい内容を確認できるようになっている。

・虚数単位 i について、「特に」という形で説明されるようになった。

・判別式の符号で解の種類を判別する際に、虚数解をもつ場合の説明がより詳しくなった。また、注意として、実数解をもつ場合の条件が追加されている。

・研究で取り扱っていた2次方程式の実数解の存在範囲がなくなっているが、模試等で出題されることは考えられるため、演習時に取り扱う必要があるだろう。

イ 高次方程式

- ・剰余の定理を解説する前に、整式の割り算を実際に計算するような書面であったが、今回はそれが省略されていた。
- ・剰余の定理において、定数を求める例題で内容の平易なものが追加されている。
- ・因数定理の内容において、多項式を割り切れるように定数の値を求める種類の問題が追加されており、生徒の理解を確認しやすくなっている。
- ・高次方程式において、4次式の解法で因数定理を2回用いて解く種類の例題と問題が追加されている。
- ・発展内容として、3次方程式の解と係数の関係が追加されており、式の値の例題が増えている。

3. 図形と方程式

(1) 内容の対比

新	旧
数学Ⅱ	数学Ⅱ
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	研究 2つの円の共有点
第3節 軌跡と領域	第3節 軌跡と領域
8. 軌跡と方程式	7. 軌跡と方程式
9. 不等式の表す領域	8. 不等式の表す領域
研究 放物線を境界線とする領域	研究 放物線を境界線とする領域

(2) 特徴・考察・留意点

ア 点と直線

・練習問題の符号・数値が一部異なる以外は、変更点が見当たらない。

イ 円

- ・2つの円の位置関係が追加されており、例などと併せて2ページを割いている。
- ・2つの円の共有点が発展から応用例題へと取り扱いが変化している。また、2つの円の共有点を通る直線について補足説明が追加されている。

ウ 軌跡と領域

・最初の例の解説において、点Pが満たす条件の確

認がより詳細になっている。

- ・軌跡を求める応用例題において、点Pがどの曲線上を動かか分かりやすいように文章が変更されている。また、解説においても点Pが満たす条件の確認がされるようになっている。
- ・直線が境界線となる領域については練習問題の数値が多少変化している程度である。円が境界線となる領域については、変更は見当たらない。
- ・連立不等式が表す領域については、例題の不等号が変更されており、より平易になっている。

4. 三角関数

(1) 内容の対比

新	旧
数学Ⅱ	数学Ⅱ
第1節 三角関数	第1節 三角関数
1. 一般角と弧度法	1. 一般角と弧度法
2. 三角関数	2. 三角関数
3. 三角関数の性質	3. 三角関数の性質
4. 三角関数のグラフ	4. 三角関数のグラフ
5. 三角関数の応用	5. 三角関数の応用
第2節 加法定理	第2節 加法定理
6. 加法定理	6. 加法定理
研究 点の回転	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	8. 三角関数の合成
8. 三角関数の合成	

(2) 特徴・考察・留意点

ア 三角関数

- ・動径OPの表す角の問題では、一般角で表す練習から、さまざまな角のうち動径が一致するものがどれかを問う問題に変更されている。角を拡張させたことを意識するような問題となっている。
- ・三角関数を含む方程式では、 $\theta + \pi/3$ について解いてから、 θ の解を求める問題が応用として追加されている。

イ 加法定理

- ・加法定理を利用した点の回転が研究として紹介されている。数学Cで行列を用いた回転の内容がなくなったことで、ほかの方法として追加されることとなっている。
- ・三角関数を含む方程式・不等式では三角関数の合成に関連した方程式が追加された。三角関数の合成を行った後、方程式・不等式を解く問題のところでも少しでも指導を軽くする狙いがあるように感じる。
- ・これまで三角関数の合成の項目を $a\sin\theta + b\cos\theta$ の変形という項目で表されていたが、今回の学習指導要領から三角関数の合成として項目が定まった。ただし、

この教科書では、旧学習指導要領の改訂版から変わっており、とくに変化はなかった。

・関数の最大値と最小値を求める問題では、そのときの x の値を求めるところまで発問の仕方が具体化されている。また、問題数も問、練習、問題、演習問題 B に追加されており、教科書でいろいろなことを組み合わせた問題が演習できるように工夫されている。

5. 指数関数と対数関数

(1) 内容の対比

新 数学Ⅱ	旧 数学Ⅱ
1. 指数の拡張	1. 指数の拡張
研究 負の数の n 乗根	研究 負の数の n 乗根
2. 指数関数	2. 指数関数
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
研究 対数と無理数	研究 対数と無理数

(2) 特徴・考察・留意点

ア 指数関数

・累乗根の大小関係を調べる問題では、「小さい順で並べよ」と出題されていたものが、「不等号を用いて表せ」と出題されている。それにより数の大小の表し方から不等号を用いての表し方で確認する問われ方になっている。

・指数関数を含む方程式・不等式では、同じ底の累乗に式を変形して解く問題を追加しており、それにより、 t についての 2 次方程式や 2 次不等式と考える解いていく問題が難化し例題から応用例題の形で示されている。

イ 対数関数

・対数関数を含む方程式、不等式の問題では、真数は正であるという条件を最初に示すように統一されており、生徒の理解をより促すようになっている。また、問題数が増えており、不等式の応用例題が追加されている。

・対数関数を含む関数の最大値・最小値の問題が追加されており、三角関数に続いて最大値・最小値の問題が重要視されていることが窺われる。

・対数の多くが無理数であることを研究として紹介されている。数学 I を履修する時点では、無理数に含まれる数として根号であらわされる数や円周率の π を示すが、新たにそこに加える形となっている。

6. 微分法と積分法

(1) 内容の対比

新 数学Ⅱ	旧 数学Ⅱ
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
発展 関数の極限值	
2. 導関数	2. 導関数
研究 関数 x^2 の導関数の公式の証明	研究 速度と導関数
第2節 導関数の応用	第2節 導関数の応用
3. 接線	3. 接線
4. 関数の値の変化	4. 関数の値の変化
5. 最大値・最小値	5. 最大値・最小値
6. 関数のグラフと方程式・不等式	6. 関数のグラフと方程式・不等式
	発展 4次関数のグラフ
第3節 積分法	第3節 積分法
7. 不定積分	7. 不定積分
8. 定積分	8. 定積分
9. 面積	9. 面積
研究 放物線と直線で囲まれた	発展 3次関数と面積
	図形の面積

(2) 特徴・考察・留意点

ア 微分法と導関数

・ x^n の導関数が n が 0 または正の整数の場合に拡張されたため、演習問題に 4 次以上の関数を扱った問題が追加されている。

イ 導関数の応用

・曲線上にない点から引いた接線の方程式を求める練習問題の内容が、以前は 3 次関数のみであったが、一つ目は 2 次関数を扱った内容に変わっている。生徒にとって理解しにくい場所であるため、段階を踏んだ内容に変化している。

・命題「関数 $f(x)$ が $x=a$ で極値を取るならば、 $f'(a)=0$ である」の逆は成り立たないことが明記されている。

ウ 積分法

・微分同様、 x^n の積分が n が 0 または正の整数の場合に拡張されたため、演習問題に 3 次以上の関数を扱った問題が追加されている。

・曲線と x 軸で囲まれた部分の面積を求める問題では、以前は 2 次関数までしか使えなかったため、曲線が x 軸と 2 点で交わる場合の例しかなかったが、3 次関数を用いて x 軸と接する場合も例示されている。また、曲線と接線で囲まれた図形の面積が追加されている。

7. 平面上のベクトル

(1) 内容の対比

新	旧
数学B	数学B
第1節 平面上のベクトルとその演算	第1節 平面上のベクトルとその演算
1. 平面上のベクトル	1. 平面上のベクトル
2. ベクトルの演算	2. ベクトルの演算
3. ベクトルの成分	3. ベクトルの成分
4. ベクトルの内積	4. ベクトルの内積
研究 三角形の面積	
第2節 ベクトルと平面図形	第2節 ベクトルと平面図形
5. 位置ベクトル	5. 位置ベクトル
6. ベクトルと図形	6. ベクトルと図形
7. ベクトル方程式	7. ベクトル方程式
研究 点と直線の距離	研究 点と直線の距離

(2) 特徴・考察・留意点

- ・ $k(\vec{a} + \vec{b}) = k\vec{a} + k\vec{b}$ の説明する図について、2つのベクトルの和をつなげた形から、平行四辺形の対角線で表す形に変更された。
- ・ ベクトルのなす角を求める問題について、 $\cos \theta$ を求める式を理解しやすいように表している。
- ・ 三角形の面積を求める内容が、応用例題・練習から研究として記述された。

8. 空間のベクトル

(1) 内容の対比

新	旧
数学B	数学B
	1. 空間の基本的図形
1. 空間の座標	2. 空間の座標
2. 空間のベクトル	3. 空間のベクトル
3. ベクトルの成分	4. ベクトルの成分
4. ベクトルの内積	5. ベクトルの内積
5. 位置ベクトル	6. 位置ベクトル
6. ベクトルと図形	7. ベクトルと図形
	発展 同じ平面上にある点
7. 座標空間における図形	8. 座標空間における図形
発展 平面の方程式	発展 平面の方程式
発展 直線の方程式	

(2) 特徴・考察・留意点

- ・ 空間ベクトルを学ぶ前の2直線の位置関係と直線と平面の位置関係の項目が削除された。
- ・ 三角形の重心をベクトルで表す内容では、前回は例題という形で記述されていたが、今回からは説明や例に留まっている。
- ・ 新たに直線に関する問題や直線の方程式をベクトル方程式で表したり、媒介変数表示を用いたりする内容が応用例題や発展として記述された。
- ・ 章末にある問題・演習問題Bから四面体を利用してとった点の内分・外分した比を求める問題が削除

された。

9. 数列

(1) 内容の対比

新	旧
数学B	数学B
第1節 数列とその和	第1節 数列とその和
1. 数列	1. 数列
2. 等差数列とその和	2. 等差数列とその和
3. 等比数列とその和	3. 等比数列とその和
研究 複利計算と等比数列	研究 複利計算と等比数列
4. 和の記号 Σ	4. 種々の数列
5. 階差数列	
6. いろいろな数列の和	
第2節 数学的帰納法	第2節 数学的帰納法
7. 漸化式と数列	5. 漸化式と数列
研究 確率と漸化式	
発展 隣接3項間の漸化式	発展 隣接3項間の漸化式
発展 2つの数列の漸化式	
8. 数学的帰納法	6. 数学的帰納法

(2) 特徴・考察・留意点

ア 数列とその和

- ・ 第n項を、数列から「～になっていると推定できる」と表記していたものが、「～になっていると推測できる」と変化している。
- ・ 等差数列の練習問題で、初項と公比を求める問題に一般項を求めるように追加されている。
- ・ 等比数列の一般項を求める例題において、公比が1通りになる問題から、公比が2通りある場合の問題に変更されている。
- ・ 等比数列の和から初項と公比を求める応用例題において、公比が分かった状態から初項を求める段階で、どの式に代入して求めるのか説明が追加されている。

イ いろいろな数列

- ・ Σ の式では、kが初項以外から始まる場合の説明が追加されている。
- ・ 従前では練習問題として、各項が自然数の和となっている数列の問題が、例題扱いとなり詳しく解説されるようになった。
- ・ 階差数列といろいろな数列の掲載順序が変更されているが、指導には影響ないと考えられる。
- ・ いろいろな数列において、部分分数の種類の練習問題が追加されている。
- ・ 各項が等比数列と等差数列の積で表される数列の和を求める例題において、公比がxから定数に変更されており、易しくなっている。
- ・ 群数列においては、応用例題と練習の問題がそれぞれ逆の取り扱いとなっている。

- ・研究に確率と漸化式が、発展に2つの数列の漸化式がそれぞれ追加されている。
- ・隣接3項間の漸化式は解説がより詳細になり、練習問題が追加されている。

ウ 数学的帰納法

- ・特に変更点は見受けられない。

10. 確率分布と統計的な推測

(1) 内容の対比

新	旧
数学B	数学A・C
第1節 確率分布	(数学A 第1章 場合の数と確率)
1. 確率変数と確率分布	第3節 確率 12. 期待値
2. 確率変数の期待値と分散	(数学C 第3章 確率と確率分布)
	第2節 確率分布
	4. 確率変数と確率分布
	5. 確率変数の期待値と分散
3. 確率変数の変換	6. 確率変数の変換
4. 確率変数の和と期待値	7. 確率変数の和と積
5. 独立な確率変数と期待値・分散	8. 二項分布
6. 二項分布	(数学C 第4章 統計処理)
7. 正規分布	1. 正規分布
第2節 統計的な推測	
8. 母集団と標本	2. 母集団と標本
9. 標本平均とその分布	3. 標本平均の分布
10. 推定	4. 推定

(2) 特徴・考察・留意点

ア 確率分布

- ・期待値の問題が、「数学A」から移動したため、ここで取り扱うようになった。
- ・独立な確率変数と期待値という項目が新たに設けられ、事象の独立と従属について3ページ分内容が追加されている。

イ 統計的な推測

- ・従前の「数学C」においては、確率分布と章を分けて扱われていたが、今回は節で分けて指導するようになっている。
- ・母集団における変数 x の平均値と標準偏差の解説がより詳細になっている。
- ・例題や練習問題の数値が一部変更されているが、大きな変更は見受けられない。

まとめ

昨年度研究を行った、数学Iと数学Aに比べると、今年度の数学IIと数学Bは変更されている箇所は数としては多くない。しかし、生徒の変化や数学が期待されている役割をより果たそうと、細かな変更点が多い。全体的に感じられるのは内容の平易化である。大幅に内容が簡

単になっているわけではなく、説明が詳しくなっていたり、設問が段階を追って問われ、答えやすくなっていたりする。そのため、数学IIでは16ページ増加している。数学Bでは章の構成が5章から4章に減ったため8ページ減少しているが、ベクトル、数列のページ数が減っているわけではない。

2012年に実施した国際学習到達度調査(PISA)では数学的リテラシーを含む3分野で2000年の調査開始以降で最も高い順位であった。脱ゆとり教育が功を奏したといわれているが、教科書も少しでも理解が深まるよう内容の精選が行われている。我々研究部も有益な研究が行えるよう頑張りたい。

《参考文献》

- ・『高等学校学習指導要領解説(数学編 平成21年7月)』
- ・『高等学校学習指導要領解説(数学編 平成11年度)』
文部科学省(平成17年一部補訂)
- ・大島利雄ほか13名『数学I』
数研出版株式会社発行(平成23年検定済)
- ・坪井俊ほか13名『数学A』
数研出版株式会社発行(平成23年検定済)
- ・川中宣明ほか16名『改訂版 数学I』
数研出版株式会社発行(平成18年検定済)
- ・坪井俊ほか16名『改訂版 数学A』
数研出版株式会社発行(平成18年検定済)
- ・川中宣明ほか13名『数学II』
数研出版株式会社発行(平成23年検定済)
- ・坪井俊ほか13名『数学B』
数研出版株式会社発行(平成24年検定済)
- ・川中宣明ほか16名『改訂版 数学II』
数研出版株式会社発行(平成19年検定済)
- ・大島利雄ほか16名『改訂版 数学B』
数研出版株式会社発行(平成19年検定済)