

新学習指導要領に基づく高校教科書「数学Ⅰ」の 統計記述内容及びその評価

景山 三平*

(平成23年8月8日受付)

Statistical Contents in High School Textbooks “Mathematics I” and Their Evaluation — From a perspective of the New Courses of Study —

Sanpei KAGEYAMA

(Received Aug. 8, 2011)

Abstract

In 2009 the new Courses of Study for high school education was announced by the government. The statistics education will be drastically improved. In particular, the subject of Mathematics will start to be operated in 2012. The contents of descriptive statistics in typical textbooks “Mathematics I” compiled by five publishers are here comprehensively investigated and totally evaluated under several revised points described in the new courses of study. The author finally worries about a proper performance of statistics education through textbooks in high schools under some reason.

Key Words: courses of study, high school, statistics education, descriptive statistics, mathematics I

1. はじめに

社会の急速な情報化に伴って、統計的なもの見方・考え方の有用性は一層拡大してきている。この統計的なもの見方・考え方は、個人の経験に基づく知識や知恵を多面的に用いながら、目的に沿う適切で有効な情報を選択し、利用・活用することによってなされる活動である。この見方・考え方は、実証研究を行うあらゆる科学の基礎となっている。このことは、単に自然科学だけではなく、人文科学、社会科学においても同様で、実験、調査、観察研究で得られるデータから正しく推論を行う力は、すべての学問分野で必要とされ、統計教育の重要性はそこにもある。

しかしながら、新しい学習指導要領の下での統計教育にも様々な課題が指摘され懸念もされている。詳細は景山(2011a, b, c)を参照されたい。

さて高等学校においては基礎的な統計活用能力の育成を重要視している。これを中学校との接続や内容の系統性を一層重視した必修科目「数学Ⅰ」(3単位)でみると、

データの分析という内容が設けられ、中学校で扱っている資料の平均や散らばりの考えをさらに発展させ、データの散らばりや偏り、2変量データの相関を学ぶことになっている。そこで新学習指導要領の指導事項を概観すると“統計の基本的な考えを理解するとともに、それを用いてデータを適宜コンピュータなどを用い整理・分析し傾向を把握できるようにすること”を目指している。その内容をさらに見ると、「データの散らばり」として、四分位偏差、分散及び標準偏差などの意味について理解し、それらを用いてデータの傾向を把握し、説明すること、また「データの相関」として、散布図や相関係数の意味を理解し、それらを用いて二つのデータの相関を把握し説明すること、となっている。とにかく、高等学校では中学校との接続を意識し、分散、標準偏差、四分位数、散布図や相関係数等を扱い、データを整理・分析し、データの傾向を把握するための基礎的な知識や技能を身につけることを目指している。

この科目「数学Ⅰ」は3単位で設定され、中学校の領域、数と式、図形、関数、資料の活用、に対応して4つの

* 広島工業大学環境学部環境デザイン学科

内容、数と式、図形と計量、2次関数、データの分析、で構成されている。これは概ね4単位分の内容である。従って、現場ではすべての内容に対して十分な授業時間が取れない可能性が高い。そのように考えると、教えることに慣れていないデータの分析の内容などは通常の数学内容についての授業のように演繹的にさらっと取り扱われるかもしれない。これでは今回の新学習指導要領改訂の精神に反することになる。とにかく各学校において授業カリキュラム上での工夫を期待したい。

今回考察対象として、数研出版、東京書籍、実教出版、啓林館、第一学習社の5社によるテキスト「数学Ⅰ」（見本本）の内容“データの分析”を取り上げ、これらの内容についての調査を行い、それらを基にした比較評価を実施する。この5社で、本年度の「数学Ⅰ」の採用テキストでは97.2%の占有率を有し、一般には全体で7社20種類のテキストが存在する（内外教育、2011）。

本稿は見本本に対する考察である。従って、平成24年4月の実際の供給本ではさらに改訂された内容で出版される可能性はある。なお本稿中のアンダーライン部分は強調したいことを示している。

u003c/div>

2. テキスト構成

データの分析は、高校数学全般の内容の系統性の都合もありいずれも最終章扱いである。各社において複数編集し出版している場合はその中から統計内容が充実していると判断した版を選び調査を行った。

各テキストでの内容の構成と割合（目次と課題学習のページは除く）は以下の通りである。

【数研出版】（数学Ⅰ）

{他に4種類（最新、新編、新、高等学校）がある}

第1章 数と式 (58頁；32%)
(集合と論理を含む)

第2章 2次関数 (56頁；31%)

第3章 図形と計量 (40頁；22%)

第4章 データの分析 (27頁；15%)

課題学習 10 ページ

【東京書籍】（数学Ⅰ）

{他に2種類（新編、新）がある}

第1章 数と式 (42頁；24%)

第2章 集合と論理 (22頁；13%)

第3章 2次関数 (46頁；26%)

第4章 図形と計量 (40頁；23%)

第5章 データの分析 (23頁；13%)

課題学習 4 ページ

【実教出版】（数学Ⅰ）

{他に2種類（新版、高校数学Ⅰ）がある}

第1章 数と式 (42頁；22%)

第2章 2次関数 (54頁；28%)

第3章 図形と計量 (38頁；20%)

第4章 集合と論理 (20頁；10%)

第5章 データの分析 (40頁；21%)

課題学習 6 ページ

【啓林館】（詳説 数学Ⅰ）

{他に2種類（新編、数学Ⅰ）がある}

第1章 数と式 (70頁；32%)
(集合と論理を含む)

第2章 2次関数 (58頁；27%)

第3章 図形と計量 (44頁；20%)

第4章 データの分析 (44頁；20%)

課題学習 15 ページ

【第一学習社】（数学Ⅰ）

{他に1種類（新編）がある}

第1章 数と式 (58頁；32%)
(集合と論理を含む)

第2章 2次関数 (52頁；29%)

第3章 図形と計量 (40頁；22%)

第4章 データの分析 (32頁；18%)

課題学習 8 ページ

3. 各テキストの具体的内容

キーワードを列挙する。これにより各社テキストの違いや特徴がある程度は認識できる。各社の最後に○印で特記したいことを載せている。

(1) 数研出版 (27ページ)

平均値、中央値、最頻値

データの分布と代表値の関係（視覚的理解）
範囲、四分位数、四分位範囲、四分位偏差
箱ひげ図

データの分布と箱ひげ図の関係（視覚的理解）

分散、標準偏差

相関（“相関関係がある”）、相関表

相関係数（“ $r = \pm 1$ に近いとき強い正（負）の相関関係がある。このとき……直線に沿って分布する傾向が強い”、“ r が0に近いとき相関関係はない”）、散布図
表計算ソフトによるデータの分析（平均値、分散、標準偏差、相関係数）

○度数分布表の説明やそれからの特性値の計算はない。

ヒストグラムを用いた説明はある。

(2) 東京書籍 (23ページ)

度数分布表

— 62 —

平均値, 中央値, 最頻値
 範囲, 四分位数, 四分位範囲, 四分位偏差
 箱ひげ図
 ヒストグラムと箱ひげ図の関係 (視覚的理解)
 分散, 標準偏差
 相関 (“相関がある”)
 相関係数 (“相関が強いほど r の値が ± 1 に近づく”), 散布図
 仮平均, はずれ値, 偏差値
 ○四分位偏差の図的表示が適切ではない。
 ○はずれ値, 偏差値の説明がある。
 ○ r が 0 に近いときの相関関係の記述がない。

(3) 実教出版 (40ページ)

度数分布
 ヒストグラム (単峰性, 多峰性)
 平均値, 中央値, 最頻値
 データの分布と代表値の関係 (視覚的理解)
 範囲, 四分位数, 四分位範囲, 四分位偏差
 箱ひげ図
 分布の形と箱ひげ図の関係 (視覚的理解)
 偏差, 分散, 標準偏差
 度数分布表と標準偏差
 相関 (“相関関係がある”), 相関表, 共分散
 相関係数 (“ $r = \pm 1$ に近いとき強い正 (負) の相関関係がある”, “ r が 0 に近いとき相関関係が弱い”), 散布図
 仮平均・標準偏差の変換公式
 ○四分位偏差の意味の記述がある。
 ○標準化の説明 (1 ページ分) がある。
 ○表計算ソフト使用の問題がある。

(4) 啓林館 (44ページ)

度数分布表とヒストグラム (単峰性, 多峰性)
 平均値, 中央値, 最頻値
 四分位数, 範囲, 四分位範囲, 四分位偏差
 箱ひげ図
 分布の形と箱ひげ図の関係 (視覚的理解)
 分散, 標準偏差
 表計算ソフトの使用 (分散, 標準偏差, 相関係数)
 グラフ電卓による箱ひげ図の作成
 相関 (“相関関係がある”), 共分散
 相関係数 (“ $r = \pm 1$ に近いほど……相関関係は強い”, “ r が 0 に近いとき相関関係が弱い”), 散布図
 ○四分位偏差の図的表示が適切ではない。
 ○箱ひげ図の扱いが 5 ページ分ある。
 ○“完全な相関” という表現がある ($r = \pm 1$ の散布図

も): 統計では不確定的な現象を扱っているのだから、これは不適切である。

- 相関関係と因果関係の説明がある。
- ソフト利用のページがある。
- 四分位数の計算ソフト内容は不明である。
- 外れ値の説明がある。

[註: データの分布と代表値の関係 (視覚的理解) は、中学 1 年の教科書に記述している。]

(5) 第一学習社 (32ページ)

度数分布表とヒストグラム
 平均値, 中央値
 範囲, 四分位数, 四分位範囲
 箱ひげ図
 分散, 標準偏差
 相関 (“相関関係がある”), 共分散, 相関表
 相関係数 (“ $r = \pm 1$ に近いほど……相関関係は強い”, “ r が 0 に近いとき相関関係が弱い”), 散布図
 仮平均・標準偏差の変換公式
 ○最頻値の説明はない。
 ○相関係数の値は変数変換で不変という性質を記述している。
 ○四分位偏差を小さく註でのみ扱っている。
 ○(TRY として) 度数分布表からの四分位範囲の導出を 2 ページにわたって扱っている。しかし、その計算方法は適切とは言い難い。
 ○度数分布表からの代表値, 散布度の計算の説明が多い。
 ○ $r = \pm 1$ のとき散布図のすべての点は直線上に並ぶという注意書きがある。これは啓林館のテキストと同様で不適切である。統計データでは実際起こりえない。

4. データの種類

各社, 連続型データと離散型データの双方を取り上げているが, 実質は, 離散型データの扱いで展開が主である。これは中学校で両者を区別しての学習が済んでいるという前提に立っているのかもしれない。とにかく, それらのデータは以下の通りであるがどれもほぼ常識的なものである。しかし, 中学校のそれと比べると人工的と考えられるデータの提示が多い。これは今後の課題である。1 次元データと 2 次元データとに分けてまとめる。

(1) 数研出版

- (1 次元) 世帯数, テスト得点, 雨日数, 最高気温日数, 気温, 靴サイズ, 握力, ハンドボール投げ距離
- (2 次元) (テスト 1 得点, テスト 2 得点), (身長, 体重), (気温, 灯油消費量), (標高, 気温)

(2) 東京書籍

- (1 次元) フリースロー結果 (バスケットボール), テスト得点, 平均気温, 読書時間, 身長, 体重, 新生児 (男女別) 体重, プレーヤー連続使用時間
 (2 次元) (テスト 1 得点, テスト 2 得点), (東京最高気温, 名古屋最高気温), (身長, 体重), (子供身長, 父親身長)

(3) 実教出版

- (1 次元) ゲーム得点, テスト得点, 握力, 垂直飛び, 靴サイズ
 (2 次元) (テスト 1 得点, テスト 2 得点), (垂直飛び, 走り幅跳び)

(4) 啓林館

- (1 次元) 試合での得点 (ソフトボール), 注文数 (レストラン), 反応時間, 測定値
 ★ソフトボールの試合の実際的な設定が不自然である。
 (2 次元) (50m 走, 走り幅跳び, ボール投げ距離, 持久走, 懸垂回数)
 ★連続型と離散型の同時の分析は大丈夫か。

(5) 第一学習社

- (1 次元) 勤務年数, テスト得点 釣れた魚数, 立ち幅跳び距離, 50 m 走時間, 身長, 月最高気温, ハンドボール投げ距離
 (2 次元) (テスト 1 得点, テスト 2 得点), (右握力, 左握力)

5. 比較評価での留意視点

まず高校生の学習歴を再考すると, 小学校でグラフ作成・表示等の作業を通して記述統計を学び, 中学校では 1 学年で記述統計の数理的基礎を, 2 学年で確率を, 3 学年で母集団と標本との関係の中で標本調査のよさを学んでいる。これらの内容の発展充実として高等学校 1 学年での統計教育は記述統計の数量的理解と視覚的理解の総合化を目指している。

そこで今回新たに必修として導入された統計 (数学 I) の内容の記述について, 以下の大きな視点を基に, 5 社が編集し検定済みのテキスト (この時期ではまだ見本本である) を検討する。

- (1) 学習指導要領の趣旨の適正な反映 (データの見方・読み方の学習の重視)
- (2) 記述統計量の適切な扱い
- (3) 興味深い適切なデータの扱い
- (4) 統計を教えるテキストとして利用しやすい構成 (統

計的なもの見方・考え方をあまり理解していない
 高校数学教諭にとっても)

これら以外の比較ポイントは考えないことにした。本稿での考察対象の内容には推測統計が含まれていないし, 高校教師の教授能力等の実態把握も困難であり (景山, 2011b, c を参照) すこし評価しにくい視点の (4) を加え, 全般的な配慮ができるように心がけた。高等学校では, 推測統計の考え方の醸成は「数学 B」の中でなされることとなっている。この意味で, 不確定的な現象をくり返し観測する中で不変なことを見つけるという行為を指す統計的なもの見方・考え方を高等学校 1 学年で育むことは非常に困難である。なお, 第 4 節でも分かるように, 視点 (3) では各社テキストに大差がないことが判明した。

6. 主な特徴

興味深い項目について内容を第 5 節の視点 (1) (2) に基づき比較しながら記述する。

(1) 各テキストにおいて, 最終章「データの分析」の頁数を見みると

啓林館	(44ページ; 20%),
実教出版	(40ページ; 21%),
第一学習社	(32ページ; 18%),
数研出版	(27ページ; 15%),
東京書籍	(23ページ; 13%)

のようにその扱いは異なっている。実に最大で 21 ページ分の頁数の差がある。ただし, % の数値はテキストにおいて目次と課題学習の内容を除いた残りに対する割合を示している。

(2) データは離散型, 連続型の両者の場合について記述されているが, 後者の連続型の場合でもほとんどが整数値表示なので, 特性値の導出の際には, 離散型データ的に扱った説明になっている。これは不自然である。このことは四分位数の計算の場合も同様である。これでは実際のデータの扱いの面白さ・困難さが読み手に十分に伝わらない。中学校第 1 学年の統計内容 (6 社の補助教材を見た限り) では, 度数分布表での表示の (連続型) データに対する中央値の考察も行っているのに比べ, 高等学校での扱いは寂しい限りである。

また, 四分位数の求め方は 5 社すべて同じで, 1 社 (第一) ではさらに度数分布表データからの求め方も (TRY として) 記述しているのは実に興味深い, その記述の内容は適切とは思えない。さらに他の 1 社 (実教) で四分位偏差の意味について説明しているのには驚いた。また 2 社 (啓林, 東書) のものに四分位偏差の適切とは言えない図的表示がなされているのは残念である。

(3) 散布度の指標として四分位範囲は十分に意味があ

り、その導入を歓迎したい。それは箱ひげ図とも関係し多角的に分布を把握でき興味深い、四分位偏差の方は如何であろうか。その導入の意図が読めない。高等学校学習指導要領解説数学編にも四分位偏差の導入意義の説明はなされていない。

(4) 今回の改訂で目玉の一つである“箱ひげ図”は、データの分布の傾向を読むには有効なものである。しかし、その記述量に関しては各社に差がある。その扱っている量は以下である：

- 啓林館 (5 ページ),
- 実教出版 (3 と 1/4 ページ),
- 数研出版 (2 ページ),
- 東京書籍 (2 ページ),
- 第一学習社 (1 と 2/3 ページ)

分布の形と箱ひげ図や代表値との関連について視覚的理解の確認のための記述が(第一学習社以外の)4社で見られる。これは、今回の新学習指導要領の趣旨を十分反映したもので評価できる。

(5) 2次元データの関係性の分析に有用な量の一つの相関に関しては、まず、第一義的な表現で“相関がある”(1社：東書)と“相関関係がある”(4社)の二通りが使われているが、前者が用語としてはより適切であると考えられる。それは相関という言葉の中には関係の意味を含んでいるからである。また1社(啓林)のみには相関係数が±1のときの説明に“完全な相関関係である”と記述され同時にその散布図(直線の図)まで載せている(啓林, 第一)のには驚いた。これは不適切である。不確定的な現象を扱うのが統計の本質であり、誤差の存在は認めて分析するので、この場合は実際には起こらないからである。数学としてはこの記述は等号成立条件なので妥当である。

また、相関係数の値が0に近いときの説明の記述に二通りがある。それは“相関関係はない”(1社：数研)、と“相関関係は弱い”(3社)である。残り1社(東書)にはこの場合の記述は全くない。これらの表現の差は微妙で興味深い。読み手にどう伝わるかが問題である。

(6) 表計算ソフトやグラフ電卓を使用しての実際的な手続きの説明は2社(数研, 啓林)のみであった。5社すべてのテキストで説明の記述があると考えていた筆者はすこし驚いた。多分、この項は各社、選択科目「数学活用」(標準単位数2単位)での記述の内容とも関連していると信じたい。それは、科目「数学活用」の中にも「社会生活における数理的な考察」という内容の中にデータの分析があり、身近な事象に対して目的に応じてデータを収集し、表計算ソフトなどを用いて処理しデータ間の傾向を捉え予測や判断できることを目指しているからである。しかし、2つのテキスト「数学Ⅰ」「数学活用」を教育現場で同時使用

することはほとんど無いだろうから、この項に関する評価は人により分かれる可能性がある。

(上記2社以外で)今回の評価対象のテキストではない実教出版の「高校数学Ⅰ」には、表計算ソフトによる統計処理の記述はある。同様に、社によっては他の版やまた課題学習の項で扱っていることも見られる。

もっとも、大学入試を意識して、少数データに対して手計算での特性値(平均, 分散, 四分位数, 相関係数, 等々)の計算ができればよいと高等学校では考えているのかも知れない。

(7) 仮平均にまつわる計算公式等の記述が3社でなされている。これらの教育的意義は十分認められるが、これは手計算が主な時代のことであり、計算ソフトを用いることのできる時代では必ずしも必要ではないのではないか。しかし、敢えて言えば、データ処理感覚の醸成へと繋がる可能性はある。とにかく、項目(6)の2社にはこの仮平均の記述はない。

7. 総合評価

第5節に記述した視点から教科書の内容“データの分析”の比較を行う。そのために、さらに具体的な観点として、以下

- ① 離散的なデータに対する四分位数の求め方の説明がある。
- ② 度数分布表データ(連続型データ)に対する四分位数の求め方の説明がある。
- ③ 計算例示は、実質ほとんど、離散型データの的な表示のものについて計算や説明がなされている。
- ④ 取り扱いの中に連続型データ使用の明確な意識がある。
- ⑤ ヒストグラムと代表値の関係の記述がある。
- ⑥ ヒストグラムと箱ひげ図の関係の記述がある。
- ⑦ 表計算ソフトやグラフ電卓の使用(平均値, 分散, 標準偏差, 相関係数)の手続きの記述がある。
- ⑧ 相関は、直線的な関係を測る概念であるという明確な説明がある。
- ⑨ 散布図で相関係数の視覚的理解の説明がある。
- ⑩ 相関係数の値は変数の線形変換に対して不変であることの説明がある。
- ⑪ はずれ値, 偏差値の説明がある。

を挙げて考察すると、各テキストは下記のように観察できる。{ } 内は若干のコメントである。

数研：①③⑤⑥⑦⑨

{記述にそつが無くルーチンで、教えやすい書かもしれないが統計的思想が薄い}

東書：①③④⑥⑨⑩

{記述が今一つで統計的葛藤が薄い、四分位偏差の

図的表示が適切ではない}

実教：①③④⑤⑥⑧⑨

{記述が分かりやすい，四分位偏差の意味・標準化の記述も興味深い。表計算ソフトの使用も意識している}

啓林：①③④⑥⑦⑧⑨

{記述内容全般が濃い，相関係数の導入の説明が適切である。四分位偏差の図的表示が適切ではない}

第一：①②③④⑨⑩

{記述にそつが無い。相関係数の導入の説明が明快である，四分位偏差を小さく註で扱う態度が好ましい}

以上を鑑みて，内容“データの分析”を第3，6節での考察とも合わせて総合評価した。この際，観点⑤⑥⑧⑨は新学習指導要領の趣旨を踏まえると重要なポイントとなる。評価の高い順にあえて記すと以下の通りである。現在の見本本の段階では

実教 > 啓林 > 数研 >> 第一 > 東書

となる。実教出版社のテキストに一番高い評価が付いた。ここで，記号>は小さな差，>>は大きな差を意味している。

8. 補 足

本稿を終えるに当たり，以下，補足的な意見を述べる。

(1) 今回の学習指導要領では，知識・技能を活用する力を育成し，数学のよさを認識させるために，「数学I」及び「数学A」の内容に「課題学習」が新たに位置付いたが，課題学習のページの中の統計等の内容の記述は，今回の調査の対象としていない。しかし，第2節のように課題学習の内容を記述しているページ数の各社の差は気になる。

(2) “データの分析”では啓林館と実教出版社が共に驚異の20%代を占め，“図形と計量”もほぼ同じ分量で扱っているが，啓林館はさらに4頁分だけデータの分析の内容が多いのは興味深い。啓林館の統計分野への意気込みを感じる。その陰で，数研出版，東京書籍，第一学習社の各社は，統計の内容の扱いに苦慮したことが想像できる。

(3) 啓林館で，“数と式”を70頁分で扱っているのは，“集合と論理”を含んでいるとはいえ，5社の中で特出した特長である。2社は“集合と論理”を独立した章において扱っている（第2節参照）。

(4) 表計算ソフトの利用の説明については，第6節(6)で述べたが，他の科目「数学活用」の実際のテキスト内容

を調べないと新学習指導要領の趣旨を踏まえての正当な総合評価はしづらい。

(5) 本稿では，内容表現で適切でないと言ったところがあるが，これらも含めて教科書検定には合格しているのだから不思議というか，筆者との見解の相違というか，文科検定官の見識の問題というか，よく分からない。

(6) 今回科目「数学I」では各社テキストにおいてはじめての統計内容の記述が入った。戸惑いもあったかもしれないが推敲不足は免れない。次の改訂期にはさらに充実した内容の記述を期待したい。特に四分位偏差は何とかなしてほしい。筆者は必要であるとは考えない。また，四分位数の定義は唯一つであるが，ともかく計算方法の記述にはもっと工夫が必要であろう。これは世間にはいくつかの計算方法が示されているからである。その際，連続型データと離散型データの性質の差異を十分意識してほしい。

(7) 教育現場において教科数学の科目の中で統計の内容を教える際の重要な留意点はいくつかある。それは思考法の確認であるが，それらについては景山(2011c)を参照されたい。

(8) 「数学I」で統計の内容が必修化されたので平成27年度からの大学入試における統計に関する問題が楽しみである。まずは入試センター試験での必修問題の作成が大きな話題になるだろう。現場の授業設計等にも影響を与えるので，その問題の注意深い作成が求められる。

文 献

- 景山三平(2011a). 小・中・高等学校における統計教育の課題—新学習指導要領から見えるもの—. 広島工業大学紀要 教育編, 第10巻, 37-43.
- 景山三平(2011b). 新学習指導要領下における高校数学教育への思い. じつきよう, 数学資料 No. 62, 1-3.
- 景山三平(2011c). 新学習指導要領における統計教育の課題. 日本行動計量学会 講演, 9月.
- 文部科学省(2009). 高等学校学習指導要領解説 数学編. 実教出版社, 12月.
- 啓林館(2011). 詳説 数学I. 5月. (見本本)
- 実教出版社(2011). 数学I. 5月. (見本本)
- 数研出版社(2011). 数学I. 6月. (見本本)
- 第一学習社(2011). 数学I. 6月. (見本本)
- 東京書籍(2011). 数学I. 6月. (見本本)
- 内外教育(2011). 1月21日号.