

# 中高一貫校における統計教材開発

須藤 昭義<sup>†</sup>

(受付 2017 年 4 月 10 日; 改訂 7 月 25 日; 採択 8 月 28 日)

## 要 旨

2017 年 2 月, 文部科学省から新学習指導要領(案)が公示された。それによると, 小学校算数, 中学校数学において統計分野の内容がこれまでと比べより充実したものになっている。閣議決定や日本学術会議数理科学委員会数学教育分科会の提言など世の中の風潮を考えると, 高等学校の統計分野も同じように充実したものになるだろう。

ところが現在の教員の多くは, 小学校, 中学校, 高等学校で統計をほとんど習っていない。中高の数学教員でさえ, 大学での統計関連の習得単位は 2 単位ほどであることが多いのである。また, 新しく出版される教科書も学習指導要領の充実した内容に対して記述量が十分でない可能性が大きい。

本論文では, 現在の教育現場における統計教育の問題点をまとめ, この問題点が解決できる教材として提案した中高一貫校用のテキストの説明をする。さらに, このテキストによってどのような教育効果が期待できるかについて述べる。

キーワード: テキスト形式の統計教材, 私立中高一貫校, 中学校, 高等学校。

## 1. はじめに

2017 年 2 月, 小学校と中学校の新学習指導要領(案)が公示された。現行よりも小学校算数, 中学校数学における統計教育の内容は充実したものになっており, その要点は以下の通りである。

各学年の内容において, 小学校 1 年から 6 年, 中学校 1 年から 3 年まで 9 年間を通して「D データの活用」が独立な項目として記述された。〔用語・記号〕では, 現行中学校 1 年の「平均値, 中央値, 最頻値, 階級」が小学校 6 年に, 現行高等学校 1 年の「箱ひげ図」が中学校 2 年に下りた。「累積度数」が中学 1 年に, 標本調査で「母集団の傾向を推定し判断する」ことが中学校 3 年に新たに追加された。指導計画の作成と内容の取扱いにおいては, 「各領域の指導に当たっては, 具体物进行操作して考えたり, データを収集して整理したりするなどの具体的な体験を伴う学習を充実すること」の記述が統計の内容として考えられる。与えられたデータを分析するだけでなく, データを収集するところから始めることも求められている。

新学習指導要領は, 中学校は 2021 年度, 高等学校では 2022 年度から開始されるが, 多くの教育現場では十分に対応できていない状態である。本論文では, 現在の教育現場における統計教育の問題点をまとめ, この問題点が解決できる教材として提案した中高一貫校用のテキストの説明をする。さらに, このテキストによってどのような教育効果が期待できるかについて述べる。

---

<sup>†</sup> 成蹊高等学校 数学科: 〒180-8633 東京都武蔵野市吉祥寺北町 3-10-13

## 2. 統計教育に関する世の中の動き

次章からの本題に入る前に、統計教育の国の動きについてまとめておく。2015年6月19日の閣議決定「科学技術イノベーション総合戦略2015」（閣議決定, 2015）において、「我が国では欧米等と比較し、データ分析のスキルを有する人材や統計科学を専攻する人材が極めて少なく、我が国の多くの民間企業が情報通信分野の人材不足を感じており、危機的な状況にある」こと、また「情報通信及び数理科学等の基本的知識を持ちつつ課題の発見・解決ができる人材の強化にも合わせて取り組む」ことが示された。

2016年5月19日の日本学術会議数理科学委員会数学教育分科会の提言「初等中等教育における算数・数学教育の改善についての提言」（日本学術会議, 2016）において、第4章すべてを使って統計教育の問題点と今後の学習の提案が示されており、その実現に向けて具体的にかなり詳しく書かれている。

2016年12月21日の中央教育審議会（答申）「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について」（中央教育審議会, 2016）によると、〔数学科〕の中の記述に「統計に関する学習を充実させていくことが重要である」というはっきりとした記述がある。

2016年12月21日の文部科学省「大学の数理・データサイエンス教育強化方策について」（文部科学省, 2016）において「数理的思考力とデータ分析・活用能力を持つ人材の育成が必須となっており、社会に価値やサービスを生み出すという目的に合致した大学教育システムの構築が必要である」こと、また「数理・データサイエンス教育研究センター（仮称）が国立6大学に設置され、これらを中心に全国に数理・データサイエンス教育を強化する」（抜粋）との記述がある。このような方向性は、これからの日本が重視する人材と関係があるが、教育現場はこれらの動きについても理解が不十分である。また、統計教育の必要性についても現場と国との情報の共有が重要である。

## 3. 現状と問題点

### 3.1 2017年現在の各世代の教員が受けた高校時代の統計教育

50代の教員の高等学校時代の学習指導要領（文部省, 1970）は、1973年度から学年進行で改定されたもので「現代化カリキュラム」と呼ばれたかなり濃密なものであった。そのため、消化不良の生徒を多く出してしまったという。統計の内容もとても豊かで、平均、分散、標準偏差はもちろん確率分布（二項分布、正規分布）、統計的な推測（推定・検定）までであった。しかし、代表値は中央値と最頻値がなく、統計的推測は多くの大学入試で試験範囲から除かれた。

40代の教員の高等学校時代の学習指導要領（文部省, 1978）は、1982年度から学年進行で改定されたものである。理系の多くは、数I、基礎解析、代数・幾何、微分積分、確率・統計を履修した。この学習指導要領は、前回の反省を踏まえて内容を精選したもので「ゆとりカリキュラム」と呼ばれていた。現在の内容と比べるとまだまだ膨大であるが、統計の内容はほぼそのまま、大学入試も同じような状態であった。

30代の教員の高等学校時代の学習指導要領（文部省, 1989）は、1994年度から学年進行で改定されたもので「新学力観・個性をいかす教育」を目指し教科の学習内容を削減したものである。このときに統計分野は、ほとんどが選択となっしまい、多くの大学入試では外されてしまった。唯一残ったのが期待値である。

20代の教員の高等学校時代の学習指導要領（文部省, 1999）は、2003年度から学年進行で改定された「ゆとりカリキュラム」と呼ばれるもので、教科の学習内容をさらに削減したものである。2002年度から週5日制も始まったが、このような状態のため数学分野の複素数平面もカッ

トされてしまった。したがって、統計分野の内容が新たに入るはずもないが、期待値は残った。

### 3.2 問題点

40代、50代の教員は、中央値と最頻値は習っていないが、平均や分散の諸公式などの数理統計的なものはしっかり習っている。ということは、分布が左右どちらかに大きく歪んでいた、外れ値があったとしても平均値→分散→標準偏差と計算して、標準偏差の値だけで散らばりの大きさを判断してしまうような指導を行ってしまう可能性がある。また、この世代の大学入試では、確率の問題で分散と標準偏差を求めさせる問題がほとんどだったため、分散で散らばりの大小を考える経験自体がほとんどない。同様に、最近統計で重要視されているようなこと、例えば文章を読んだり、表やグラフからデータの分布の特徴を考えるような経験も少ない。従って、この世代が文部科学省検定の教科書だけを見て問題を作ってしまうと、統計的な要素を忘れてきわめて数学的なものだけになってしまうこともある。数学的には成立するのだが統計学的にはナンセンスな問題を作ってしまう可能性が少なくない。

20代、30代の教員は、ヒストグラムさえ習っていないところから指導を始めなければならないのだからかなり厳しい。散らばり度の指標である分散、標準偏差を習っていないのに四分位範囲、四分位偏差と出てきて、それぞれの扱いに困窮したと思われる。また、検定教科書に記述がほとんどないような、観測値全体に定数を加えたり、観測値全体を定数倍したりしたときの、データから計算される統計量の値の変化などの数理統計的な処理の経験がとても少ない。このような問題はセンター試験に頻出しているので、初年度などはかなり戸惑ったはずである。各世代間で特徴的な問題は以上の通りだが、共通した問題も抱えている。大学での統計教育は、すべての世代で数単位しか習得しておらず、内容的には抽象的な数理統計的なものに偏っていることが多い。つまり、現在の中学校、高等学校で求められているような具体的なデータを用いて考察した経験のある教員はとても少ない。

## 4. 解決策としての教材開発

現在の文部科学省の検定教科書では、数学の一分野として統計分野が扱われており、説明に十分なページ数がさけないのが現状である。そのため統計で使われる各種の量の定義、例題、計算方法を記しただけで終わらざるを得ない。ところが現在のセンター試験は教科書の記述より一歩先のことが問われており、ましてや今後の新しい大学入試に必要とされる統計リテラシーの基礎知識量と照らし合わせると、とても十分な量の記述とは言えない。そこで、ページ数にとらわれず、中学校と高等学校の内容を体系的にまとめた統計のテキストを作成した。その特徴を、以下の4.1節から4.4節までにおいて、それぞれ例を挙げながら説明する。

### 4.1 中高一貫校向けテキスト形式の教材

現行の中学・高等学校の指導要領(文部科学省, 2009)に準拠し、中高一貫校向けに一冊にまとめた。その目次を例4.1として与えると次のようになる。

#### 例 4.1. 〈目次〉

§1 度数の分布	§2 代表値	§3 近似値・誤差・有効数字
§4 標本調査	§5 練習問題	§6 四分位数
§7 箱ひげ図	§8 練習問題	§9 分散と標準偏差
§10 度数分布表から分散と標準偏差を求める	§11 分散を求める公式	§12 データの変換
§13 散布図	§14 相関係数	§15 相関係数の注意

## §16 練習問題

§17 統計学への誘い(回帰直線, 最小二乗法, 決定係数, 平均への回帰, 検定, 分散分析)

(全 113 ページ)

解説. 現行の配当学年は, 次のようになっている.

§1~§3: 中学校 1 年                    §4~§5: 中学校 3 年                    §6~§16: 高等学校 1 年

提案する配当可能学年は, 次のようにすることを考えている.

§1~§8: 中学校 1 年                    §9~§16: 中学 3 年以降(無理数を学習後)

§17(検定と分散分析を除く)高校 1 年以降(2 次関数を学習後)

そこで, 学年の配当例として,

§1~§3: 中学校 1 年                    §6~§8: 中学校 2 年                    §4~§5: 中学校 3 年

§9~§16: 高等学校 1 年                §17(検定と分散分析を除く): 高校 2 年

とすれば, 5 年間通して統計に触れられる. こう扱えば, 新学習指導要領と同じ順番になる. ただし, 高校 1 年に §17 の内容の一部が下りてくる可能性があるのと, §4~§5 と §6~§8 の順番が逆になるので少し手直しが必要である. 現行は中学 2 年生で空白ができてしまってほぼ 2 年間空いてしまうので, 新課程ではそれが解消され, 教育効果の向上が見込まれる.

#### 4.2 丁寧な導入

統計で使われる各種の量を定義するときに「なぜそのように定義するのか?」を丁寧に記したのはもちろん, 存在意義もよく分かるようにした.

##### 例 4.2. 〈中央値の導入〉

日本では平均値を単独で多用するが, アメリカなどでは平均値以外にも併記して多用する代表値がある.

まずは 2 つの事例を見てみよう.

事例 1. 平均年収を見て会社を選んだのに, 年収が低かった. A 会社の平均年収は 800 万円, B 会社の平均年収は 700 万円である. 会社選びの基準として平均年収を重要視した X 君は, このデータから A 会社を選んだ. ところが就職後, X 君はその年収でとても後悔することになったという. なぜか.

事例 2. 平均点以上とったのに, クラスの上位半分に入れなかった. X 君は, 親と次のような約束をしていた. 「小テストでクラスの上位(半分より上)に入ったら, お小遣いを 500 円増額する」X 君のクラスの小テストの得点の平均値は 6.5 点で, X 君の得点は 7 点だったがお小遣いは増額されなかった. なぜか.

解説. 事例 1 では外れ値があるデータを用意してある. 平均値は外れ値に影響されてしまうことを説明する. そこで, 外れ値があってもそれに影響されないような, データの位置を表す代表値の必要性に迫られる. その流れで中央値の概念に導く. 中央値はデータを大きさの順に並べなければならないという手間がかかる欠点があるが, 外れ値に強い(ロバスト性がある)という利点がある.

事例 2 では, 左に裾をひいた分布のデータを用意してある. 平均値は, 正規分布のように左右対称の分布の場合は, 真ん中の値を表すと考えてよいが, 左右に歪んだ分布の場合, そうはならない. ここでは, 左に裾を引いた分布なので, 多くの場合(平均値) < (中央値)となることを説明する.

##### 例 4.3. 〈中央値の練習問題〉

ある 35 人のクラスで, 文化祭のクラス展の展示に使う花をたくさん作るようになった. 仕

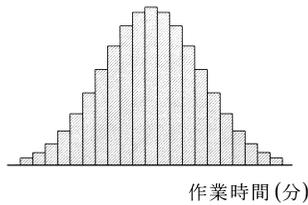


図 1. 1人あたりの作業時間の分布.

事の割り振りをするのに、1本の花を作るのにかかる1人あたりの作業時間(分)の平均値を知りたい。もちろんいっせいに始めて全員終わるまで作業し、各人のかかった作業時間を記録して計算すればよいのだが、もう少し簡単にわかる方法はないだろうか。ただし、1人あたりの作業時間の分布は、次の図1のような対称形になっているとする。

**解説.** この問題は、次の2点がポイントとなる。1点目は、観測値が小さい順に現れるので、データを並べ替えることなく中央値が求まること。2点目は、データが左右対称な分布になっているので、(平均値) $\equiv$ (中央値)となることである。

よって、平均値を定義から計算する代わりに中央値で代用できるのである。多くの中学、高校生は中央値の定義はよく覚えているが、その性質までは答えられないことが多い。性質まで理解させ、使いこなせるようになるには、最低限この程度の記述が欲しいところである。

#### 例 4.4. 〈標本調査の導入〉

あるクラスが、文化祭で味噌汁を売り出すことになった。次の会話は、練習で小さな鍋で作ったときと、本番の大きな鍋で作ったときのものである。

##### 練習の日

桃子「ねえ桃太くん。味噌を入れたから味見して。」

桃太「はーい」(と言って、味見する)

「うーん、薄いなあ」

桃子「そんなはずないよー。ちゃんと量ったんだからあ。」

##### 本番の日

桃子「ねえ桃太くん。味噌を入れたから味見して。」

桃太「はーい」(と言って、味見する)

「うーん、もうおなか一杯だよお。」

桃子「？」

それぞれ一体何が起こったのであろうか？

まずは、練習の日、桃太くんは、

〈よくかき混ぜないで味見してしまったのである〉

続きの会話を見てみよう。

桃子「よくかき混ぜた？」桃太「あっ、そのまま飲んじゃった。」(よくかき混ぜる)

「本当だ。ちょうどいいよ。」

めでたしである。

次に本番の日、桃太くんは、

〈大きい鍋だから、たくさん量の味噌汁を飲んで味見したのである〉

続きの会話を見てみよう。

桃子「よくかき混ぜれば、鍋が大きくても一口でいいのよ」

X 組	7	8	10	6	9	9	8	7	10	6
Y 組	10	9	8	9	8	3	8	9	8	8

図 2. ある 2 クラスの代数の成績.

											中央値
X 組	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	8
Y 組	3	8	8	8	8	8	9	9	9	10	8

図 3. ある 2 クラスの代数の成績をソートしたもの.

桃太「そうなんだー、初めに言ってよぉー」(感動する)

こちらも、めでたしである。

実はこれから学ぶ「標本調査」は、「味噌汁の味見」と同じなのである。次の 2 つのポイントに注意してこの先を読んでみよう。

〈ポイント 1〉よくかき混ぜる

〈ポイント 2〉鍋の大きさに関係なく、味見は一口でよい

解説. この問題における〈ポイント 1〉は無作為化の話であり、〈ポイント 2〉は母集団の大きさがある程度大きければ標本誤差は標本サイズに依存するのであって母集団のサイズに依存しないということである。鍋の味見で〈ポイント 2〉に言及した記述は新規性があると考えている。

#### 例 4.5. 〈ロバスト性を意識した四分位数の導入〉

ある 2 クラスの代数の成績を出席番号順に並べると図 2 のようになった。

まずは、分布の中心を表す指標である代表値を順に見てみよう。

平均値(mean)は

$$\begin{aligned} \text{X 組} &: \frac{7+8+10+6+9+9+8+7+10+6}{10} = \frac{80}{10} = 8 \\ \text{Y 組} &: \frac{10+9+8+9+8+3+8+9+8+8}{10} = \frac{80}{10} = 8 \end{aligned}$$

であり、これでは差が出ない。

中央値(median)はデータを小さい順に並べかえて求める。

図 3 のように、これでも差が出ない。

最頻値(mode)は、Y 組は 8 であるが、X 組のような分布では最頻値を考えることは意味をなさない。ここで、データサイズが小さいときに最頻値を考えることには無理があるが、ここでは説明のために記した。中心の位置を示すこれらの代表値だけではデータ全体の様子は把握できない。重要なのは、中心の位置に加えて分布の広がり大きさ、つまり散らばりの程度も調べることである。

X 組は 6 から 10 までの一様な分布なのに対し、Y 組は 8 と 9 に集中した狭い分布である。この 2 つのデータの散らばりの程度には明らかな違いが見られる。範囲(range)は散らばりの程度を簡単に表すわかりやすい指標であるが

$$X \text{ 組} : 10 - 6 = 4 \quad Y \text{ 組} : 10 - 3 = 7$$

のように、あたかも Y 組の方が大きく散らばっているかのように見えてしまう。これは Y 組の 3 という極端に中心から外れた値(これを外れ値(outlier)という)があるため、この値に引っぱられてしまったためである。そこでデータの散らばりの程度を表す別の指標が必要になる。

中央値を求めたときと同じようにデータを小さい順に並べ、下の図 4 のように 4 等分する。境界となる 3 つの値●を四分位数(quartile)という。四分位数は小さい方から第 1 四分位数、第 2 四分位数(中央値)、第 3 四分位数といい  $Q_1, Q_2, Q_3$  で表す。

データサイズが十分大きいときは、 $Q_1, Q_2, Q_3$  はデータの小さい方からそれぞれ 25%、50%、75% に対応する値であり、 $Q_1$  から  $Q_3$  までの間にデータの 50% が入っている。

$Q_1$  から  $Q_3$  までのデータの範囲である  $Q_3 - Q_1$  を四分位範囲(quartile range)という。これは、データの散らばりの程度を数値化した新たな指標となる。先ほどの X 組と Y 組の四分位範囲は

$$X \text{ 組} : 9 - 7 = 2 \quad Y \text{ 組} : 9 - 8 = 1$$

となり、分布の様子をちゃんと反映したものとなっている。

最大値と最小値は外れ値の影響を受けやすいが、四分位数はその影響を受けにくい。これをロバスト(頑健)性があるという。よって

(範囲) = (最大値) - (最小値) はロバスト性に欠けるが

(四分位範囲) =  $Q_3 - Q_1$  にはロバスト性がある。

解説. データの分布は、中心の位置と散らばりの大きさを見ることが大切である。まず初めに中心の位置を見て差異が出なかったため、散らばりの大きさに話題を移す流れになっている。既習の散らばりの大きさを表す指標である範囲は外れ値に影響されてしまうことを説明する。そこで、外れ値があってもそれに影響されないような散らばりの大きさを表す数値の必要性に迫られる。その流れで四分位範囲の概念に導いている。

#### 4.3 データを変換したときの統計量の変化の記述

データを変換したときに、統計量の値の変化の記述を 1 つのセクションに独立させて丁寧に記した。

##### 例 4.6. 〈データを変換したときの相関係数の変化〉

ペアのデータの観測値の双方に一律に定数を加えても共分散は変わらない、一方を一律に定数倍すると共分散はその定数倍になる。

ペアのデータの観測値の双方に一律に定数を加えても、双方を一律に正の定数倍しても相関係数は変わらない。

解説. 教科書にはこの部分の記述がほとんどない。教科書だけやってセンター試験に臨んだ生徒は大変だったであろう。本テキストでは、平均値、分散や標準偏差なども具体例で数値計算をさせ、数式はもちろん文章でも丁寧に記述してある。

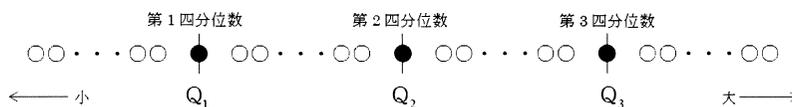


図 4. 四分位数の説明図。

観測値 $x$	度数 $f$	$x^2$	$x^2 f$	$x f$
1	1	1	1	1
2	3	4	12	6
3	2	9	18	6
4	2	16	32	8
5	2	25	50	10
計	10		113	31

$$\bar{x} = \frac{31}{10} = 3.1$$

$$s_x^2 = \frac{113}{10} - 3.1^2$$

$$= 11.3 - 9.61$$

$$= 1.69$$

$$s_x = 1.3$$

図 5. 標準偏差の計算.

#### 4.4 データの数値

手計算でできるよう、図 5 のように与えたデータの数値を工夫した。

##### 例 4.7. 〈標準偏差の計算〉

手計算でできるよう、例 4.7 の図 5 のようにデータの数値を工夫した。

解説. 上手く観測値を決めないと、分散の平方根である標準偏差は有限小数で求まらない。電卓を使用する方法もあるが、意識が電卓の方に行ってしまう中学生は少なくない。本テキストでは、標準偏差はもちろん、相関係数、決定係数に至るまで電卓は不要になるように作成した。

### 5. 教員が誤解しやすい内容

教科書には統計で使われる各種の量の求め方は書いてあるが、その不適切な使用法についてはほとんど触れられていない。ここでは、ありがちな 3 つのケースを述べておく。

#### 5.1 散らばりの比較

分布が大きく異なるデータ同士でも、標準偏差で散らばりの大小を比較してしまうことは、一番ありがちなケースである。左あるいは右に大きく歪んだ分布の場合、もはや平均値はデータの中心となる値としての意味をなさなくなってしまう。その平均値を用いて、分散、標準偏差を計算し、それらを比較するのは意味のない場合が多い。

#### 5.2 箱ひげ図とデータ

箱ひげ図からもとのデータの詳細を復元しようとしてしまうことには、注意が必要である。

##### 例 5.1. 〈観測値の個数の評価〉

38 人クラスの生徒のあるテストの結果を図 6 のような箱ひげ図で表した。60 点以下の生徒の考えられる人数の最大値、最小値を求めよ。

解説. 箱ひげ図は本来、データサイズが十分大きい複数のデータの分布を、視覚的に簡単に比較できるようにと考えられたものである。つまり、箱ひげ図はデータの詳細な部分を省いて端的にデータの特徴を表したものである。箱ひげ図からデータがどのように散らばっているかを考えることは重要であるが、この流れに逆らって箱ひげ図からデータの詳細(観測値の個数)

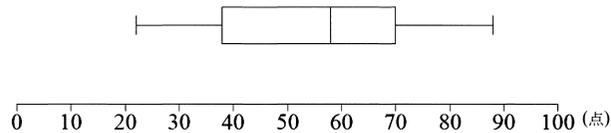


図 6. 箱ひげ図からの観測値の個数の評価.

を再現しようとするのは不適切である.

また、四分位数の定義は国によって様々である. この問題の答は、その定義に影響されてしまうので不適切である.

### 5.3 相関と因果

相関関係と因果関係を混同しないよう、注意が必要である.

#### 例 5.2. 〈2 変数の相関関係, 因果関係, 関係〉

(正誤問題) 2 つの変量間の相関係数の値が高い場合には、これらの 2 つの変量には因果関係があるといえる.

解説. 2013 年に大学入試センターから出されたセンター試験の試作問題である. これを初めて見た現場の教員は迷った. 教科書に相関, 因果関係の違いが明記されていないことが多いからだ. 本テキストではこの 3 つについても丁寧に記してある.

なお、変量という語句は学習指導要領に従って変数とすべきだろう.

## 6. おわりに

高校数学科で統計を全員必修にしたカリキュラムが始まって数年が経過した.

まだまだ、統計を数学のように思い通りに指導できる教員は多くはない. その大きな原因、すなわち中高時代に自分が習っておらず、大学時代にも今の時代に求められている統計教育を受けていないことはすでに述べた. 開発したテキストによれば生徒、教員ともに必要な基礎知識量を確保できると考えているが、このテキストによって何を解決し、何が解決できていないのかをまとめておく.

### 6.1 解決できたこと

平成 28 年度に使用している文部科学省検定済教科書として、秋山 他 (2011), 長谷川 他 (2012a), 長谷川 他 (2012b), 俣野 他 (2012a), 俣野 他 (2012b), 俣野 他 (2012c), 岡部 他 (2011), 岡本 他 (2012a), 岡本 他 (2012b), 岡本 他 (2012c), 大島 他 (2011), 大矢 他 (2011), 高橋 他 (2011a), 高橋 他 (2011b), 高橋 他 (2011c), 山本 他 (2011) の 16 冊と、本テキストの記述を観点別に比較した. 本テキストは観点 A から J の項目において、すべて○である.

A: 観測値とデータとの区別をしてあるか

○: してある (6 冊)                      ×: してない (10 冊)

B: 範囲のロバスト性のなさ, ある 1 日の平均気温などのように平均値の意味を見出しにくいときの範囲の存在意義

○: 記述あり (0 冊)                      △: どちらか一方の記述 (5 冊)

×: とともに記述なし (11 冊)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	×	○	○
B	△	×	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	△	×	△	△
C	△	×	×	○	×	△	△	×	×	×	△	△	△	×	△	×
D	○	×	×	○	×	○	×	×	×	×	○	○	○	×	○	×
E	×	×	×	○	×	×	×	×	×	○	×	○	○	×	○	○
F	○	○	△	△	×	×	△	△	△	×	○	○	×	×	×	×
G	×	×	×	×	×	×	△	×	×	×	×	×	×	△	×	×
H	△	×	×	○	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×	○	×
I	○	×	×	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×
J	×	×	×	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×

図7. 観点ごとの記述の状態.

C：平均値のロバスト性のなさ，左右に歪んだ分布のときの平均の注意

○：記述あり(1冊)                      △：どちらか一方の記述(7冊)

×：ともに記述なし(8冊)

D：中央値のロバスト性

○：記述あり(7冊)                      ×：記述なし(9冊)

E：四分位数のロバスト性

○：記述あり(6冊)                      ×：記述なし(10冊)

F：3個以上の箱ひげ図を用いた分布の比較

○：複数あり(4冊)                      △：単数の記述あり(5冊)

×：記述なし(7冊)

G：標準偏差のロバスト性のなさ，範囲や四分位範囲との比較

○：記述あり(0冊)                      △：どれか一つの記述(2冊)

×：記述なし(14冊)

H：データを変換したときの各種の量(平均値，分散(標準偏差)，相関係数)の変化についての記述

○：すべて記述あり(5冊)              △：記述あり(1冊)

×：記述なし(10冊)

I：相関係数のロバスト性のなさ

○：記述あり(4冊)                      ×：記述なし(12冊)

J：因果関係と相関関係の違い

○：記述あり(3冊)                      ×：記述なし(13冊)

これらの観点ごとの記述の状態を表にしたものが図7である。

## 6.2 これからの課題

現代の統計教育の求められていることを考えると，このテキストだけではまだまだ記述は十分とは言えない。これからの課題としては，次のものが考えられる。

①身のまわりにある現象から統計的な問題をどう抽出させるか

- ②適切なデータの取り方
- ③コンピュータを使用した計算の指導法
- ④IT 機器による表現方法

③, ④に関しては, 情報科との役割分担をどのようにするかも大きな課題である。

テキストは, より良くするために下記の場所で公開しています。

テキストダウンロード場所 <http://yahoo.jp/box/nTMum6>

ファイル名: 公開用テキスト ver\*.pdf

随時バージョンアップします。2017年5月20日現在では ver. 5 です。ご自由にお使いいただけますが, 使用の際には連絡を下さい。

## 謝 辞

本研究は, 学校法人成蹊学園「成蹊学園規則集 III. 就業関係規則 30300. 成蹊中学・高等学校及び成蹊小学校の在外研修に関する規則・第9条」の助成を受け一般社団法人統計質保証推進協会の「研究員」制度の研修によるものです。

本研究にあたり, 終始多大なご指導を賜りました成蹊大学名誉教授の中西寛子先生に深く感謝致します。

## 参 考 文 献

- 秋山仁他 (2011). 『新高校の数学 I』, 124–145, 数研出版, 東京.
- 中央教育審議会 (2016). 幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について, 東京(答申) (中教審第 197 号).
- 長谷川考志他 (2012a). 『高等学校数学 I』, 154–185, 第一学習社, 広島.
- 長谷川考志他 (2012b). 『高等学校新編数学 I』, 136–153, 第一学習社, 広島.
- 閣議決定 (2015). 科学技術イノベーション総合戦略 2015.
- 俣野博他 (2012a). 『数学 I』, 156–178, 東京書籍, 東京.
- 俣野博他 (2012b). 『新編数学 I』, 138–158, 東京書籍, 東京.
- 俣野博他 (2012c). 『新数学 I』, 122–137, 東京書籍, 東京.
- 文部科学省 (2009). 高等学校学習指導要領, 第 2 章第 4 節, 国立教育政策研究所, 東京.
- 文部科学省 (2016). 大学の数理・データサイエンス教育強化方策について, 東京.
- 文部省 (1970). 高等学校学習指導要領, 第 2 章第 3 節, 国立教育政策研究所, 東京.
- 文部省 (1978). 高等学校学習指導要領, 第 2 章第 3 節, 国立教育政策研究所, 東京.
- 文部省 (1989). 高等学校学習指導要領, 第 2 章第 4 節, 国立教育政策研究所, 東京.
- 文部省 (1999). 高等学校学習指導要領, 第 2 章第 4 節, 国立教育政策研究所, 東京.
- 日本学術会議 (2016). 初等中等教育における算数・数学教育の改善についての提言, 東京.
- 岡部恒治他 (2011). 『高等学校数学 I』, 160–185, 数研出版, 東京.
- 岡本和夫他 (2012a). 『数学 I』, 160–196, 実教出版, 東京.
- 岡本和夫他 (2012b). 『新版数学 I』, 174–194, 実教出版, 東京.
- 岡本和夫他 (2012c). 『高校数学 I』, 134–156, 実教出版, 東京.
- 大島利雄他 (2011). 『数学 I』, 160–185, 数研出版, 東京.
- 大矢雅則他 (2011). 『新編数学 I』, 156–185, 数研出版, 東京.
- 高橋陽一郎他 (2011a). 『詳説数学 I』, 180–222, 啓林館, 大阪.
- 高橋陽一郎他 (2011b). 『数学 I』, 162–200, 啓林館, 大阪.
- 高橋陽一郎他 (2011c). 『新編数学 I』, 168–208, 啓林館, 大阪.
- 山本慎他 (2011). 『最新数学 I』, 134–155, 数研出版, 東京.

## Development of Statistics Teaching Materials Presented in Textbook Format at a Private Combined Junior and Senior High School

Akiyoshi Sudo

Department of Mathematics, Seikei Junior and Senior High School

According to the new curriculum guidelines announced by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in February 2017, the field of statistics has become more important than ever in elementary school arithmetic and junior high school mathematics classes. Considering current worldwide trends, the importance of statistics will also increase at the high school level.

However, most current teachers did not learn statistics in primary school, junior high, or senior high, and even most mathematics teachers barely studied statistics in college. It is also very likely that the new national statistics textbooks authorized by the government are not sufficiently descriptive in terms of content.

Accordingly, this paper describes the contents of an originally developed statistics textbook that was formulated to address this issue. In addition, we summarize the type of educational effects that can be expected from this textbook.