

# 高等学校における「データの分析」その後の 統計教育実践の一事例

—データを活用する力の育成の観点から—

酒井 淳平<sup>†</sup>・稲葉 芳成<sup>†</sup>

(受付 2017 年 4 月 20 日；採択 6 月 5 日)

## 要 旨

「データの分析」が高等学校の「数学 I」の内容となり 2016 年現在で 5 年目を迎えた。その一方で推測統計の内容を持つ「数学 B」における「確率分布と統計的な推測」の分野の履修率は低いことが大学入試センター試験でのこの分野の選択状況からみて推測される。しかし、初等・中等教育における問題解決型の統計教育の更なる充実のためには一人一人の統計リテラシーの素養をさらに涵養することが不可欠であり、そのためには、初等・中等教育段階から現実のデータに日常的に接し、不確実性の概念について繰り返し訓練することが求められるものと考えた。本稿では、高等学校において実践した推測統計分野の教育実践について報告する。実践の当初では「データの分析」の定着の不十分さや実際にデータを活用することに不慣れな高校生の姿が見られたが、授業・演習・他者との協働を通じて受講した多くの高校生が課題学習としてデータを活用する姿を見た。

キーワード：データの分析，推測統計。

## 1. はじめに

### 1.1 中等教育に於ける統計教育

平成 25 年度施行(一部理数教科は 24 年度先行実施)の高等学校学習指導要領では、統計分野が「データの分析」として必修科目のひとつ「数学 I」の内容となった。「データの分析」は記述統計の基礎的な内容で、必修化されたことにより既に 2015 年度大学入試センター試験からはこの分野の出題が始まった。一方でこのテストでの「数学 II・数学 B」における「数学 B」の選択問題の選択状況に関して受験産業大手の「河合塾」の発行する情報誌(河合塾, 2015)の記事によると「確率分布と統計的な推測」の選択率は 3.5% とされている。

現行学習指導要領における高等学校数学科における統計教育の分野は「数学 I」の「データの分析」及び「数学 B」の「確率分布と統計的な推測」の 2 つであり、前者の内容は記述統計の基礎、後者は推測統計の基礎である。

「数学 B」では学習指導要領上、構成される「数列」「ベクトル」と並ぶ 3 項目のうちの 2 項目を履修するものでよく、大学入試のうち国公立大学の個別試験では「数学 B」を課す大学のうちの約 9 割が「数列」と「ベクトル」の 2 分野を出題項目として指定していることに伴い、教育の現場

---

<sup>†</sup>立命館宇治中学校・高等学校：〒611-0031 京都府宇治市広野町八軒屋谷 33-1

ではこの2項目の履修率が高く「確率分布と統計的な推測」の履修率が低いことが先のセンター試験における選択状況にも反映されている。

一方で現行学習指導要領下の2014年8月に発表された日本学術会議数理科学委員会数理統計学分科会の提言（日本学術会議数理科学委員会数理統計学分科会, 2014）の冒頭では「初等・中等教育における問題解決型の統計教育の更なる充実」として「我が国でも問題解決型の統計教育の更なる充実が必要である。」と指摘している。

これらを踏まえ、現行学習指導要領での教育課程で学ぶ生徒を対象に、記述統計のその後の統計教育として過去の学習指導要領で扱われていた仮説検定までの授業を実践し、データを自ら収集したり、与えられたデータを活用して統計的な根拠を基に何かを主張または提案する内容の課題学習に取り組ませた。

## 2. 実践研究の目的・方法

### 2.1 「数学Ⅲ」履修後の「統計学」

本報告の目的は、第1学年で「データの分析」を学習済みの生徒を対象とした仮説検定までの推測統計の授業実践と課題学習の取り組みの様子を記すこと、及びその実践に関して省察を加えることである。そのために、まず研究仮説に基づく授業実践の枠組みについて記した後に、受講した生徒の意識等に関する事前調査や中間調査の状況を報告する。さらに統計的推測の内容を含む課題学習の実践を記し、その上で学期末考査での状況や事後の意識調査での特徴的な点を記す。

筆者らの勤務校は私立大学の附属校であるために、一般的な大学受験を意識しない自由度の高い授業展開が可能である。そうした下で高校3年生理系クラスの一部の生徒を対象に「数学Ⅲ」の履修後に推測統計の基礎を取り扱った。具体的には高校3年の10月末までに「数学Ⅲ」の教科書の内容を終え、卒業までの残りの期間で、微積分の発展的な内容を扱う講座と、推測統計の基礎を扱う講座に展開した。そして2016年度は推測統計の基礎を43名が学習した。授業は11月から2月初めまで週あたり5時間で総コマ数(1コマは50分)は39コマであった。これは高等学校の年間標準授業週数を35として1単位分強に相当する。

### 2.2 実践研究の目的・方法

「データの分析」が高校で必修化されたが、これを履修した高校生が記述統計の基礎を利用してデータに基づく問題解決に取り組む場合には教科書の例題や練習問題を解くだけでは不十分である。それは、与えられるデータが数値の羅列であり、それらをどのように加工したり特徴を捉えたりすればよいかについては試行錯誤を体験することが必要で、経験的な知識が無ければ「実際の問題解決ではどのようにしたらよいかわからない」などの戸惑いを生むことが避けられないことによる。2010年8月に発表された統計関連学会連合による「統計学分野の教育課程編成上の参照基準の策定」（統計関連学会連合, 2010）では初等・中等教育段階での統計リテラシーの涵養について「現代社会においては、…中略…一人一人が統計的な考え方（統計リテラシー）をもつことが不可欠である。このような素養を涵養するためには、初等・中等教育段階から現実のデータに日常的に接し、不確実性の概念について繰り返し訓練することによってはじめてその感覚が養えるものである。すなわち、実際のデータを素材に、教科横断的にそれを十分活用するような教育が行われる必要がある」と指摘している。筆者らは日頃の数学の授業をA「新しい概念・定理を学ぶ」、B「学んだことを演習する」、C「学んだことを活用する」という3つのフェーズに大別しているが、本実践ではCを意識した。

現在の高校生は大学受験に係わる問題の解決には問題集や参考書によって慣れる機会に恵ま

れるが、一方で先にも触れた統計分野の履修状況から考えて実際のデータを素材にそれを活用するような機会は少ないと考えた。実際に筆者の勤務校でも「数学Ⅰ」の「データの分析」の指導時間は10時間に満たず<sup>1)</sup>、またその後の数学の授業でこれらに触れる機会はほぼ無い。そこで研究仮説を次のように考えた。

「データの分析」を授業で扱うだけでは例題など定型問題の解法理解にとどまるだろう。また高等学校数学の学習内容で他項目・分野との接点も殆ど無いことから知識の定着も弱いだろう。さらに実際のデータを活用したりデータから何が言えるのかといった主張をまとめることにも慣れていないだろう。しかし適当な振り返りを施しながらデータの活用の実験を体験させ、実生活に活かすことを体験させることで、データの活用のよさや統計学のよさを知ることができるだろう。

この仮説を検証するために教育実践を計画した。実践対象は先にも触れた通りの理系クラス在籍生徒のうちの43名で、進学先として文社系または生化学系の学部進学を決めている生徒であり、これらの生徒は教育課程上、数学は「数学Ⅰ」から「数学Ⅲ」までと「数学A」のすべての項目及び「数学B」の「ベクトル」「数列」を履修済みであった。

扱った主な内容は「数学B」の「確率分布と統計的な推測」の内容に仮説検定を加え、さらに課題学習とした。高校3年生の11月から実施したメリットとして以下の2つを考えた。①「数学B」の数列分野が履修済みであり、統計学の記述において総和記号が使えることや「数学Ⅲ」が履修済みであり、微積分の知識が使えるという数学の指導上のこと、②高大連携の観点から高校卒業に近い時期に文社系で必要となる推測統計の基礎を学習できること。

教材は「数学B」の教科書及び独自テキストを中心とした。指導上、大韓民国の高等学校用教科書、Kye Seung-Hyeok et al. (2009)と我が国で過去に仮説検定までが扱われていた時代の高等学校検定教科書のひとつ、黒田他(1984)を参考に用いた。韓国の教科書では微積分と統計の基本が「미적분과 통계기본(微積分と統計の基本)」や「적분과 통계(積分法と統計)」などのタイトルをもつ1冊にまとめられている。主な内容が「確率分布と統計的な推測」とよく似ており、母比率の推定までを含むものもある。記述においても総和記号や微積分を用いたものが見られ、それらのいくつかは授業で実際に用いられた。一例として、二項分布の期待値や分散の、微分法を用いた導出などであった。表1に授業のおおよその流れを示す。

課題学習は全39時間のうちの約1/3強を割いた。統計学の基礎を学ぶだけでなく活用することを意識した内容とした。「課題A」として、データの収集・データの読み取りから推定・検

表1. 授業のおおよその流れ。

主な内容	
ガイダンスと事前調査	11 母平均に対する信頼区間
1 離散的確率変数と確率分布	12 母比率に対する信頼区間
2 確率分布の計算	13 統計的検定の考え
3 反復試行と確率分布	14 母平均の検定
4 連続型確率分布と正規分布	15 母比率の検定
5 標準正規分布	16 課題学習提示・中間調査
6 二項分布	17 データの活用演習
7 二項分布と正規分布	18 課題学習テーマ発表(交流)
8 標本調査	19 課題解決・レポート作成
9 標本平均の分布	20 プレゼンテーション
10 標本比率の分布	まとめと事後調査
中間調査	期末考査

定などの統計的判断までを行わせるもの、及び「課題 B」として、与えられたデータから統計学的な考察を基にして何が言えるかを考えさせる 2 本であった。前者は統計的探究の国際的枠組み<sup>2)</sup>として統計学習で用いられる問題解決プロセスである P(Problem).P(Plan).D(Data).A(Analysis).C(Conclusion) サイクルを意識した。また一部でアクティブ・ラーニングの要素を取り入れ、テーマの相互交流やプレゼンテーションでの相互評価など協働の時間を確保した。

### 2.3 受講生徒の状況(事前調査結果より)

受講した生徒の状況を事前調査の結果に基づき報告する。事前調査は意識調査と「データの分析」の基礎的な内容に関するテストで構成された。意識調査として次の 1~5 までの 5 段階でいくつかの設問に回答させた。図 1 にその回答状況を示す。

- 1: まったく理解できなかった(できていない)
- 2: 言っていることは理解できたが実際に問題を解いたりすることはできない
- 3: 少しの復習をすればいろいろな問題を解くことができる
- 4: 授業で扱った範囲であれば、いまテストに出題されてもほぼ解くことができる
- 5: 何も見ずに周囲の人に説明して教えることができる

「データの分析」の内容の理解度について以下の問を設けた(設問 A 群)。

- (1) いくつかのデータが与えられたとき、電卓を用いて平均値を求めることができる
- (2) いくつかのデータが与えられたとき、中央値を求めることができる
- (3) いくつかのデータが与えられたとき、第 1 四分位数を求めることができる
- (4) いくつかのデータが与えられたとき、最頻値を求めることができる
- (5) いくつかのデータが与えられたとき、電卓を用いて標準偏差を求めることができる
- (6) いくつかのデータが与えられたとき、ヒストグラムを作成することができる
- (7) いくつかのデータの組が与えられたとき、散布図を作成することができる
- (8) 散布図があるとき相関の有る無しや相関の強さを感覚的に判断することができる
- (9) 標本調査の基本的な考え方が理解できている

この結果では「平均値を求める」という設問のみ回答の平均値が 4.0 を超えたが、他に設問 2, 4 を除き平均値は 3.0 を下回り自信の無さが目立つものであった(n=43)。そして、これに続く

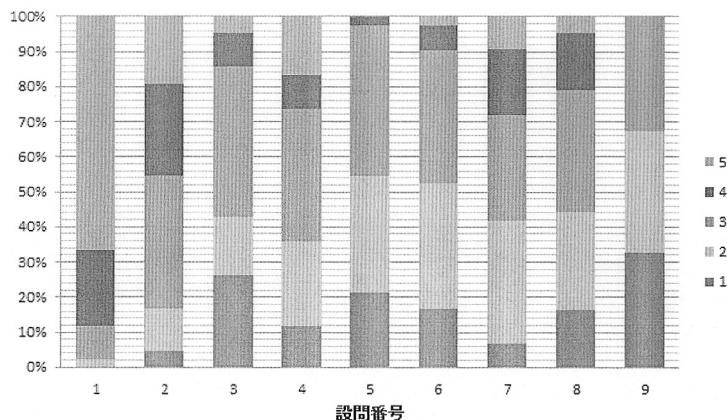


図 1. 事前調査での記述統計の理解度に係わる設問への回答状況。

表 2. 事前調査での記述統計に係わるテストの正答状況.

設問内容	平均値	中央値	第1四分位数	最頻値	標準偏差	散布図	標本調査の考え
正答率	79%	93%	28%	72%	2%	70%	72%

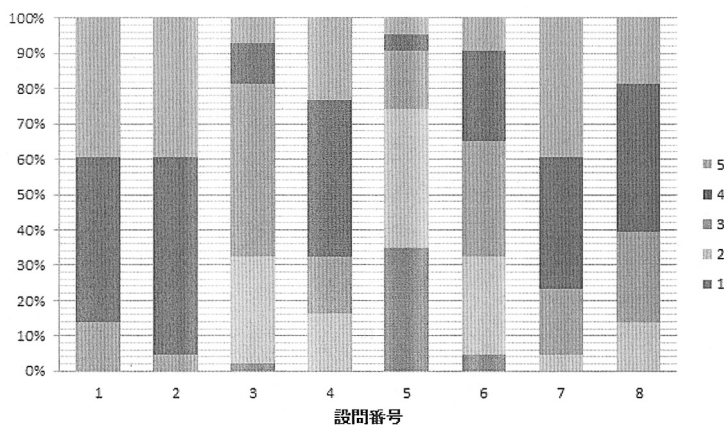


図 2. 事前調査におけるデータの分析・統計学の意識に係わる設問への回答状況.

テストの正答率は表 2 の通りであった.

これを見ると、中学校までに学習する項目については正答率が 70% を超えるが、「データの分析」で学んだ事柄である四分位数や標準偏差などの定着が悪かった。特に標準偏差の問題は 5 つの 1 桁の数値の標準偏差を求めるもので、計算上の困難は少ないものであり計算間違いよりも根本的な計算式の間違いや無解答が殆どであった。これらの結果は研究仮説での知識の定着の弱さを想定したことに関するひとつの資料となる。また四分位数と標準偏差に関しては先の意識調査としても苦手な様子が覗えテストの結果と一致する。

事前調査ではもうひとつ「データの分析」に関する問いも設け次の 1~5 までの 5 段階で回答させた。

- 1: まったくそう思わない
- 2: どちらかといえばそう思わない
- 3: どちらとも言えない
- 4: どちらかというと思う
- 5: 強く思う

「データの分析」や統計学に関する意識に関して以下の問を設けた(設問 B 群)。図 2 にその回答状況を示す。

- (1) 小学校で習ったグラフなど、いろいろなものを説明するときにとっても役に立つと思う
- (2) データを基にして、ものごとを判断することは大切だと思う
- (3) データの分析はとても難しいので専門の人に任せたほうがよいと思う
- (4) データの分析は手間がかかるので、コンピュータの得意な人が有利だと思う
- (5) データの分析は数学っぽくないのに数学の教科書にあって不思議に思う

- (6) データの分析を学習してから実際にそれらを使う場面があったと思う
- (7) データの分析や統計学は自分の将来に役立つ大切な内容を含んでいると思う
- (8) データの分析や統計学についてもっといろいろなことを学んでみたいと思う

この結果では設問の 1, 2, 7 の平均値が 4.0 を超え、概ね「データの分析」や統計学についての重要性を認識しているものと見える。そして設問 3 の回答はそうしたデータの分析や統計学の内容について専門家に委ねるべきか否かの意見が分かれた。また設問 8 に見られるように「データの分析や統計学についてもっといろいろなことを学んでみたい」と回答した生徒は 60% を超えた。

### 3. 実践授業の概要

#### 3.1 確率分布と統計的判断

予定された 39 コマのうちの 20 コマ分は教科書の「確率分布と統計的な推測」の内容に仮説検定を加えた講義を実施した。「数学 A」での反復試行の確率など履修済みの内容を土台として離散分布のいくつかを紹介した後に連続分布の説明に移行した。正規分布の説明は確率密度関数から直接に確率が計算できない難しさがあるため、二項分布のヒストグラムやいくつかの誤差の分布の様子と結びつけ、視覚から直観的に理解させる説明とした。また離散確率分布、連続確率分布共に確率とグラフの面積との関係の共通性の理解を目指した。受講生徒は既に「数学 III」を履修済みのために離散・連続に係わらず確率と面積の関係は把握できるものと考えた。

また現行指導要領で扱われていない仮説検定については過去に仮説検定が扱われていた頃の高学校用教科書のひとつである黒田他 (1984) を参考にして、離散確率分布を基にして確率的判断を行う考え方を導入とした。これは先行研究のひとつとして成田 (1989) が「連続的である正規分布、離散的ではあるが無限であるポアソン分布ではなく、離散的で有限の 2 項分布を中心に指導すべき」と指摘したものにも沿ったものである。事例として「ある商品 A の印象について、アンケート調査の結果、「良い」：「悪い」の数が 59:41 になった場合と 88:12 になった場合の違いを考えさせた。講座内で意見が分かれたが、このような場合を二項分布での起こりやすさと対比させて考えさせることにより「確率的に判断する」よさを理解させようとした。また仮説検定では「帰無仮説や対立仮説の考え方や仮説の立て方」や、標本平均や標本比率の分布に基づく「検定統計量の計算」「帰無仮説の棄却と検定の結論づけ」などにそれぞれ学習者がつまづく難しさを持っている。それらの難しさもあってか現在では仮説検定は指導要領上扱われていない。しかし一般的には数多くある検定の手法のうち正規分布に基づく母平均と母比率の検定に限れば過去の学習指導要領で扱われていた実績もあることから、指導上の工夫によって一定の理解を得ることができると考えた。実際の指導では p 値の計算でなく検定統計量の大きさが棄却域に入るかどうかで判断させた。検定統計量の計算式は母平均と標本平均の差を標本平均の分布の標準偏差で除した形をしているために、検定統計量が表す意味を理解し易く、その値が棄却域との境界である 1.96 (有意水準 5% の両側検定の場合) や 2.58 (有意水準 1% の両側検定の場合) といった数値との比較で判断できることも理解しやすいものと考えたためであった。

#### 3.2 中間の意識調査での生徒の変化と実態

推測統計の基礎部分を終えた段階で事前調査でも行った意識を問う調査を質問紙により行った。設問 A 群とした記述統計の基礎の理解度を問う設問の回答を事前調査と中間調査で比較したものが図 3 である。確率分布から推測統計の基礎を学ぶことで記述統計の内容理解の意識が高くなっていることが読み取れる (n=43)。符号検定の結果は設問 1 を除き有意水準 5% で有意差が認められた。

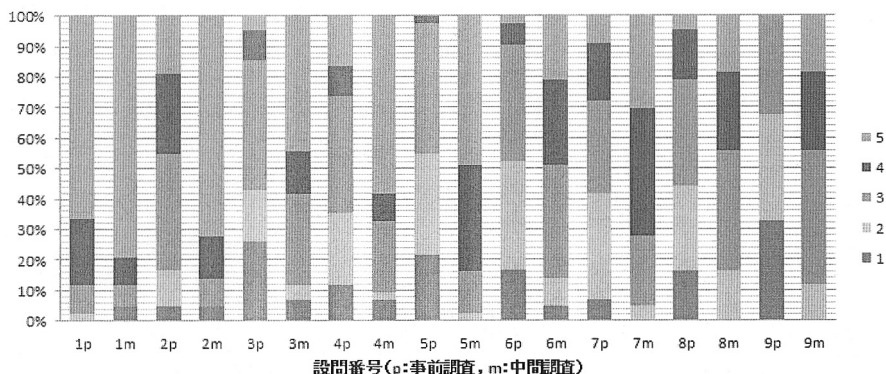


図 3. 事前調査と中間調査での設問毎の回答状況の比較.

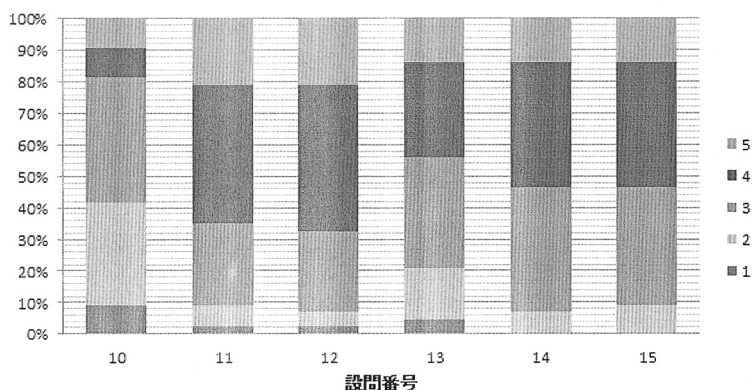


図 4. 推測統計に係わる設問への回答状況.

さらに推測統計の基礎に関する内容の理解度について以下の問を設けた．図 4 にその回答状況を示す．

- (10) 点推定と区間推定の区別を説明できる
- (11) 母平均の信頼区間を求めることができる
- (12) 母比率の信頼区間を求めることができる
- (13) 母平均の検定の帰無仮説がたてられる
- (14) 母平均の検定を行うことができる
- (15) 母比率の検定を行うことができる

これによると信頼区間を求めたり仮説検定を行うことに対する自信の無さや理解意識に課題があることがわかった．特に設問(10)の「点推定と区間推定の区別を説明できるか」設問(13)の「帰無仮説が立てられるか」についての理解意識が低いことから，練習問題などで実際に問題演習をするよりも推定や検定の考え方そのものの理解が不十分であることを示唆するものであろう．

### 3.3 データの活用演習と課題学習

仮説検定までの講義を終えた後，冬期休業期間を前に課題学習の内容説明とデータの活用に

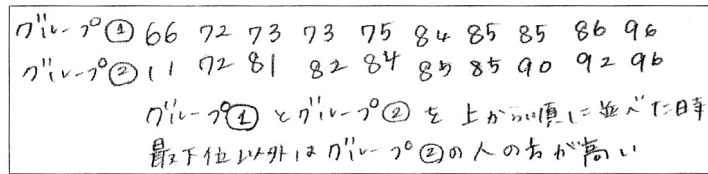


図5. 生徒の解答の一例.

関する演習講義を行った。5数要約に代表されるような統計量を計算したり、ヒストグラムや箱ひげ図などの視覚化の手法は既習であるが単元「データの分析」の内容の定着が不十分であることは事前調査の結果の通りである。また「データの分析」では実際の「データを見て何が言えるか」といった総合的な問題演習を扱う時間的な余裕が無く、教科書に沿った項目毎の問題演習に留まっているため実生活の中にデータの分析を活かす場面の経験が不足していると考えた。そこで、いくつかの事例を題材にした演習を試みた。演習の時間は1コマ半で43人を対面式の4つの大テーブルを用いて着席させ相談し易い環境で実施した。内容は聖学院の児浦良裕教諭の実践に倣い問いを3題与えた。次にそのうちのひとつを示す。

R 宇治高校3年生20人が2つのグループに分かれて、数学の試験に挑戦しました。それぞれのグループの点数は下記の通りです。

【グループ①】73, 85, 86, 72, 84, 96, 75, 66, 73, 85

【グループ②】82, 85, 81, 72, 84, 96, 90, 11, 85, 92

このとき「グループ①の方が平均点が高いから、グループ①の方が数学力がある」という主張に対する反論を考えなさい。

この問いに対して当初は何をして良いかわからずに手が止まる生徒が多かった。指導した教員が若干のヒントを与え、その後の観察では「度数分布を作成しようとする」、「ヒストグラムを作成しようとする」、「中央値を求めるために降順または昇順に並び替えようとする」、「分散や標準偏差を求めようとする」、「降順または昇順に並び替えて同順位での得点を比較する」、「箱ひげ図をかこうとする」など様々な行動が見られた。図5に生徒の解答の一例を示す。

この問いで当初に手が止まった理由として「何を求めたらよいかわかりません」と言う声に代表されるように「\*\*を求めなさい」などの具体的な指示が無いために戸惑いが大きかったことがある。他に2問のデータを活用する演習を課した。そのうちの職業別と年齢別の層別のデータから顧客ターゲットを絞り込む問題では「社会人は金銭的に余裕がある」「大学生は金銭的余裕は無いが時間的余裕はある」など、データから読み取れる事柄以外の要素を自分勝手に考察に加えてしまうなど、与えられたデータからのみ考察することに慣れていない様子も見られた。

このようなデータ活用場面を想定した演習に取り組ませることにより、オープンプロセスな問題に不慣れな様子や、数値の羅列のデータから自分なりにどのような特徴を抽出するか、を考えることに不慣れな様子が見られた。実際のデータを活かす能力を育成するために、データ活用の具体的な演習が教科書の例題や練習問題の他にも必要であることを感じた。

この授業の生徒の感想のいくつかを次に記す。

- データだけ与えられて「ここから言えることは何か」を問われても、そのデータをどうやって利用して良いか自分なりに応用しなければいけないのでなかなかアイデアが出てこなくてとても難しかった。将来(大学以降)こういう分析が増えるとなると自分の力が発揮できるか不安になった。



・データを見ていろいろな観点から見る事が出来ました。そしてデータを見ての考えの説明方法は表にしたりグラフにしたり、多くの方法で考えられることに気付くことができ良かったです。

- ・データを読み取ることによって改善策がわかるので大切だと思った。
- ・データを表やグラフにすることによって相関や注目すべき点が明確に分かるようになるということを実感しました。
- ・見た感じではわからなかったことが分析してみるとよくわかることがあった。
- ・考えながらいろいろ計算するのではなく、まず手当たり次第に必要そうな計算をしてしまうほうが結果的に考える時短につながると思った。
- ・いつも感覚で考えていたけれど、グラフにして考えてみると自分が思っていることが間違っていたりするので、数字を根拠にして考えていく大切さに気がついた。
- ・すごくタメになりました。統計から得られるデータを用いて生活や物事に対して有効なプロセスの構成を行うことができ、行動のデザインを行う上でかかせないモノだと感じました。データから判断する力を身に付けたいです。
- ・データを分析することは難しいと感じました。
- ・同じデータを基にしても分析の仕方によって結論が変わることがあるということが分かった。

### 3.4 課題学習とレポート作成

課題学習では実際のデータ収集の作業を含むため冬期休業期間が利用できるよう休業前に課題を提示した。課題学習には授業コマの後半の大部を使用しテーマの相互発表からレポート作成及びプレゼンテーションまで約15コマ分となった。課題の内容は次の通りであった。

#### 課題 A：データ収集と推定と検定

概要：各自でデータを40個以上計測、観測または収集する。集めるデータのジャンルは①植物、②動物、③食物、④飲料、⑤自然現象、⑥機械部品、⑦交通輸送から各自で決める。Webページなどで既に公表されているデータを用いてはいけない。集めたデータが正規分布に従うものとして、そのデータから母平均または母比率を信頼度95%で推定する。母平均や母比率が既知である場合、または公表値が知れる場合には、標本から得られた値について有意差があるかどうか有意水準5%で検定する。

#### 課題 B：データ分析から自分だけの知見を発見する

概要：各自で与えられたデータを分析。または100人以上を対象にアンケート調査を実施し、結果をエクセルで集計してそのデータを分析。データ分析のテーマは各自で設定してよいが、テーマに対してデータ分析を行い、何かしらの結論を導く。なおその際、同じものを2つ以上の集団で比較し、その相関も調べる。

使用する Web ページ：<http://www.stat.go.jp/naruhodo/c1s1.htm>

(エクセルデータがダウンロードできるので、必要なところはダウンロードする)

課題 A では PPDAC サイクルがどのようなものか説明し、デザインシートを作成するように指示した。このデザインシートは「テーマ案」「収集すべきデータ」「データの収集方法」「結果の予想」を事前にさせるものであった。

課題の評価は事前に表3,4に示すように、評価規準・基準をそれぞれの課題 A, B 毎に3項目3段階のマトリクスで示した。

最終的なテーマの決定に際して相互のテーマ交流の時間を1時間設けた上で行った。これは

表 3. 課題 A の評価規準・基準.

基準	分析の設計	データ	分析
A	動機や目的, 収集するデータが明確である	データ収集の方法, データ数が適正である. データ収集の方法に独自性が見られる	推定・検定が適切に行われ, 結論が明確に述べられている
B	動機や目的, 収集するデータに明確でないところがある	データ収集の方法, データ数が適正である	推定・検定の過程, または結論に許容できる程度の不備が一部見られる
C	動機や目的, 収集するデータが明確でないところが多い	データ収集の方法やデータ数に不備が見られる	推定・検定の過程, 結論に重大な不備が見られる

表 4. 課題 B の評価規準・基準.

基準	テーマの設定	データ分析	結論
A	テーマの設定が適切で, 興味をひく内容である	考察において, 単純集計および相関係数を効果的に使用している	データ分析をもとに, 結論が明確に述べられている
B	テーマの設定が適切で, データから検証可能	データを適切に収集・集計できており, 単純集計および相関係数を用いて考察できている	データ分析をもとに結論を述べているが, 許容できる程度の不備が一部見られる
C	テーマが適正でないまたはテーマが設定されていない	データの収集または集計が不十分. 単純集計のみ, または相関係数のみ	データ分析の過程, 結論に重大な不備が見られる

特定のテーマに偏ることを避けたり, 自らのテーマをブラッシュアップさせることが目的であった. また, 明らかにテーマ設定に無理がある場合にはその場で教員が指摘することができた. 図 6 は生徒が課題テーマと交流する様子である.

レポート発表は冬期休業後に 1 名あたり 7 分の時間で行った. 授業時間の関係上課題 A, B のいずれかを選んで発表させた. 講評は教員が行い, 評価については相互評価と教員の評価を総合した. この発表では, 課題に対する考察が誤っていたり, 明らかにデータに不備があるも

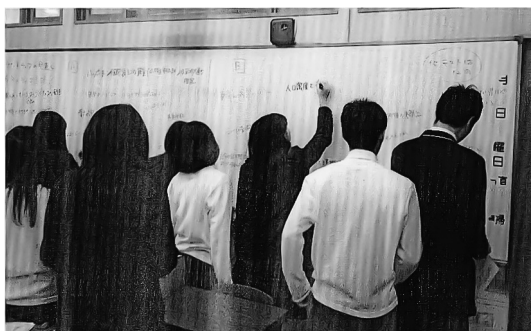


図 6. 課題テーマ交流の様子.

のも見られた。また生徒の相互評価について、理解の浅い生徒にとって他人の発表を理解し評価することが難しかったようであった。結果として教員の評価と生徒の相互評価では9点満点で、生徒評価のほうが平均点として2点程度甘くなっていた。理解が十分でない生徒を含む相互評価に課題を感じた。

最終的に提出されたレポートでは評価規準・基準に基づいた評価で、高い評価となったものがあつた一方で、いくつかの不備や誤りが見られた。高い評価となったレポートテーマと、主な不備や誤りについて次に記す。

#### 高い評価となったテーマの一部

- ・チョコチップクッキーの標本重量に関する仮説検定
- ・スーパーで販売されているシラスの大きさに関する仮説検定
- ・テニス選手の利き手の割合に関する仮説検定
- ・ファストフードのポテトの重量に関する仮説検定
- ・ABO式血液型のA型の割合に関する仮説検定
- ・月齢と交通事故の比率に関する仮説検定
- ・TVCMの時間の長さの区間推定
- ・芯1本を繰り出すシャープペンシルのノック数の区間推定
- ・ラムネ菓자에描かれた模様のある粒の割合の区間推定
- ・在校生女子のリボンネクタイの着用比率の区間推定
- ・「それいけアンパンマン」で一話の間にアンパンマンがパンチを繰り出すまでの時間の区間推定
- ・日本の原油輸入量と各国の原油埋蔵量
- ・人口とごみの排出量との相関
- ・長生きすることと幸せの相関～幸福度と平均寿命の視点から～
- ・住宅地の値段と人口の関係について

#### 誤りの一部

- ・仮説検定で帰無仮説と対立仮説が逆になっている
- ・仮説検定で有意差が無い場合の解釈の誤りをしている
- ・データ数わずか6個でデータの相関に言及している
- ・データの相関に関して、明らかに全体と部分集合の相関を考えている
- ・表計算ソフトに未習熟で散布図が誤っている
- ・データの相関に関して、ひとりあたり量などの単位あたり量を用いていない
- ・自分の問題意識と調べているデータにずれがあり、本来調べるべきことが調べられていない

### 3.5 課題学習のまとめ

課題学習に関し、生徒の理解が不十分なところも見えたが、テーマ設定・テーマ交流を経て生徒それぞれが自らの興味関心からデータ収集からはじまるデザインに取り組むことができた。また一部の生徒ではテーマの相互交流によって各自のテーマを改善することができた。テーマ設定時点では検定に取り組む生徒がほとんど居なかったが、最終的には2割程度が仮説検定にも取り組んだ。

仮説検定に取り組む難しいのには身近に仮説検定を体感できる例が未だ少ないことによるものか、仮説検定が高校生にとって扱いが難しいものであるため敬遠されたのかなど、理由は未調査のため不明である。

今回の課題では、レポートを読むことでその生徒の理解の状況が良く見えた。どのようなデータとどのようなデータの相関を見るべきなのか、仮説検定における帰無仮説はどのように立てるのか、など真に理解しているかよく判るものであった。

レポート課題についての生徒の感想として「難しく感じたこと」として「テーマ決め」が最も多く、続いて「データ集め」「表計算ソフトの使用法」であった。表計算ソフトウェアの扱いを授業では触れなかったが各個人のICTスキルの差が現れた様子であった。

また「レポート課題で楽しいと感じたこと有意義と感じたこと」については概ね、課題に取り組む中で理解が深まったことが挙げられている。それらのいくつかを次に記す。

#### レポート課題に取り組んで難しく感じたこと

データを集計すること/推定があまりよくわかっていなかった/テーマを決めること/相関が無さそうなデータを探すこと考えること/より相関を出すにはどうするか考えること/テーマ設定/データを探すこと/グラフの作成/帰無仮説の立て方/グラフから何を言えるかの読み解き/教科書通りでなく工夫しないといけないこと/収集するデータが結論づけるために本当に必要なものか不安/データをどのように載せればわかりやすいか/散布図をつくるとき/結果を見て読み取ること/自分で1から必要なデータ、方法などを考えること/集めたデータをどのような方法で検証していくのかを考えること/相関がわかってなかったからテーマ設定難しかった/取ってきたデータから調べたいデータを抽出する作業

#### 楽しいと感じたこと有意義と感じたこと

表計算ソフトの使い方/自分が気になっていたことを調べることができた/データを利用することや推定や検定ができるようになったこと/いろいろなデータを調べて見比べたこと/調べているうちに理解できること/データを集めたときの達成感/データから分析すること/散布図ができたとき/自分の好きな調査だったので楽しかった/しっかりとした数が出る感覚が良い/相関が無かったとしてもどういう意味なのかを考えるとどんなデータも意味があると思った/相関が無いと思っていたことに相関があったこと/有意差がわかったとき/データから相関が現れたこと/統計の学びを活かして調べてみるのができたこと/相関が無いと思っていたのにあったとき/相関があったらおもしろい。思わぬところで相関があるとびっくりするが、それがおもしろい/言葉以外のもの、数字で何かを語れるというのは楽しいし面白いと思った/実際に結果が出た後でなぜそうなるのかを考え、また違った予想がでるところ/結果がどうであれなぜこの結果になったのかをいろいろ考えること/データを整理して相関係数や推定・検定ができたとき

### 3.6 期末考査の状況

授業の理解の様子を見るため考査の結果について表5に記す。考査の内容は区間推定及び仮説検定であった。問題別にそれぞれ配点・得点の平均点・正答率%である。ただし、ここでの得点の平均点は部分点も含んだものである。

全体の平均点は62.5点であった。個別の正答状況を見た場合に概ね区間推定に関する問いの正答率がやや高く、母比率の検定に関する問いの正答率がやや低い結果となった。仮説検定の正答率が低い要因として、誤答を見たところ「有意差あり・なし」のそれぞれ場合での結論づけの誤り、帰無仮説の立て方の誤り、検定統計量の誤りなど様々であった。母比率の検定では検定統計量の誤りが多数見られた。また「検定における有意水準の5%の場合と1%の場合の違い」についての問いの正答率が低い結果となった。空欄補充の問題は区間推定に関するものであったが、この正答率が71%に対して、実際の母平均や母比率の信頼区間を求める問いの正答率は85%を超える結果となった。これは区間推定の理論的なところをよく理解せずに信

表 5. 期末考査の正答状況.

問題	配点	平均点	正答率%
空欄補充	12	8.5	71
標本平均の期待値・標準偏差	6	4.4	73
母平均の信頼区間の幅と標本の大きさ	6	5.1	85
母平均の信頼区間	6	5.8	97
母比率の信頼区間	6	5.1	85
16個のデータからの母平均の信頼区間	6	3.8	63
検定における「有意差あり」の意味	2	1.7	85
検定における「有意差なし」の意味①	2	1.5	75
検定における「有意差なし」の意味②	2	1.7	85
母平均の信頼区間と有意差	2	1.5	75
有意水準の値の違い	2	0.9	45
母比率の検定（文章からの読み解き）	12	5.7	48
母平均の検定（両側 5%①）	6	5	83
母平均の検定（両側 5%②）	6	4.9	82
母比率の検定（両側 5%）	6	4.2	70
母比率の検定（片側 1%）	6	2.7	45
世論調査の標本数についての考え	6	1.2	20
男女の出生数データから何が言えるか	6	3.9	65
全体	100	62.5	62.5

頼区間を公式のように覚えて解答している生徒が少なからず居ることを示唆する。正答率の低かった問いとして、ダイエット効果を宣伝する広告を見る会話文を読み解き、母比率の検定によりそのダイエット広告が正しいかどうかを判断するという問いの正答率は5割を超えなかった。文章の読み解きを前提としているものの、実生活での応用を想定した問いであっただけに仮説検定の定着や実生活での利用の課題を感じさせる結果となった。正答率が最も低かった問いは「新聞の世論調査では通常 3000 個ほどのデータに基づいている。この数は標本調査として十分と考えられるか自分の考えとその理由を、統計学を根拠に述べなさい」というものであった。理由を母比率の信頼区間の幅に基づいて記述できた生徒は少数であり、理由が説明されていない誤答が殆どであった。これも信頼区間を求める式の持つ意味の理解が不十分であったと考えられる。

### 3.7 最終の意識調査と生徒の感想

プレゼンテーションを終えた段階で授業についての最終の意識調査を行った。そのうちで、統計的推測の考えに関する次の問い(1)～(7)を設け、以下の1～5までの5段階で回答させた。

- 1: まったくそう思わない
- 2: どちらかといえばそう思わない
- 3: どちらとも言えない

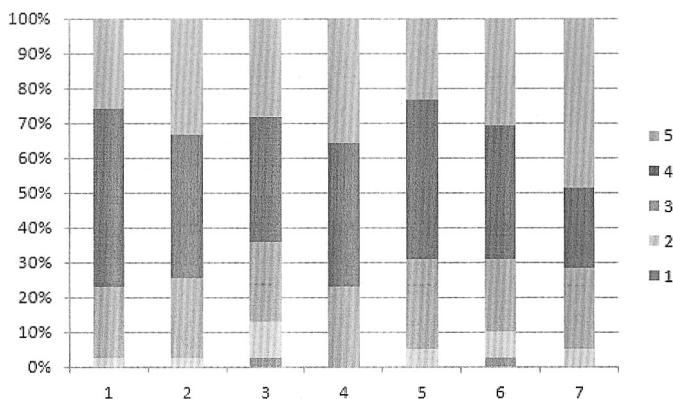


図 7. データの分析の考えや態度に係わる設問への回答状況.

4: どちらかというと思う

5: 強く思う

- (1) 推定や検定など、誤差の程度を確率的に考えて判断しようという考え方は合理的だと感じた
- (2) 検定を行うときにどのような仮説を立てたらよいか考えることは難しいと感じた
- (3) 実際のデータを分析することは、単に平均値や標準偏差を求めたりするよりも難しいと感じた
- (4) データが与えられたとき、どのように特徴をつかむか、どのように分析するかについていくつかの経験を積んで慣れることが必要だと感じた
- (5) データを根拠にして何かを言いたいときに、どんなデータを集めたら良いかを考えることは難しいと感じた
- (6) データを実際に正確に観測したり計測したりすることは難しいと感じた
- (7) データを分析することは総合的に言って、実際にやってみると思っていたよりも難しいことだと感じた

この結果は図 7 のようになった。

どの設問に対しても「どちらかというと思う」「強く思う」が多数となった。さらに自由記述で「統計の学習をして良かったこと」及び「統計の学習をしてつまらなかったこと」を問うたが、それぞれ出された感想は次のようなものであった。

#### 統計の学習をして良かったこと

表計算ソフトを学べたこと/実際に使う機会が多いと思う/大学で学ぶ内容を高校で学べてよかった/相関とかの判断が少しできるようになった/検定で企業の公表値などを検証できるところがよい/データをいじって考えを伝えられる/データから何かを言いたいときの理論が学べた/推定や検定の考えを知れたこと/グラフの意味がわかった/統計用語を理解できた/いつもの数学と違い社会に役立っていると思った/実際にものごとが本当かどうか理解できること/世の中の標本調査が前よりも信頼できるようになった/今まで何も考えずに物を買っていたが、いろいろ考えながら買い物するようになった/統計の良さ悪さを知れたこと。エクセルの使い方が学べた/1年のときあいまいだった標準偏差などをもう一度きっちり学びわかった/グラフを見て分析すること/大学での学びにいかせそう。特に標本調査/データのまとめ方/将来役に立

つと思ひながら学習できた/こういうことが求められることということの実感がわいた/

相関以外にものごとの判断できた/実際に統計を取らないとわからないことがあるとわかったこと/授業で学んだことを実際にやってみることで理解が深まった

統計の学習をしてつまらなかったこと

ひたすら計算のときつまらなかった/公式に当てはめるだけになったこと/公式の出でくる理由の説明が不足していた/用語が難しい/難しかったりややこしかったりした/パターン化されすぎている/自分が調べたものでないデータは扱いにくい/信頼度の理解が浅かった/相関が無かったときつまらなかった/テキストではどうしてもただの数値代入計算になること/母平均や推定などいろいろあり頭が混乱する/データ集める際にイライラした/信頼度や有意差/信頼区間はこの先使うのか?/興味がないことへの分析/少しややこしかったものが多かった

#### 4. まとめ

##### 4.1 本教育実践のまとめ

実践を振り返り、当初の研究仮説についてこれまでのまとめを記す。授業計画の段階より「データの分析」の定着の悪さと、データを活用することに不慣れな生徒の姿を予想した。このことは事前調査や付随したテストの正答状況や、課題学習前のデータの活用の演習での生徒の様子や感想によって、受講生徒に関して裏付けるような結果を一部得たが、一度だけの調査でもあり信頼できるデータによって裏付けるには不十分であり、さらに規模を拡大した調査が望まれる。そしてもうひとつの仮説であった「適度な実践を施すことでデータの分析や統計学のよさを見いださせること」に成功したかについて、意識の変容を数値データとして残すには至らなかった。事前の意識調査や中間での調査、さらに最終の調査での比較として、例えば「データの分析や統計学は自分の将来に役立つ大切な内容を含んでいると思う」という問いに関して大きな変化は見られなかった。

一方で中間調査での意識の変容から、推測統計の基礎を学習することで記述統計の内容の復習となりうる可能性が示唆される。データの活用場面では、定型の演習問題を解くこととは違う、試行錯誤しながら問題解決の糸口を探り、様々な方法で自分なりの主張を裏付ける活動を多くの生徒が能動的、主体的に行う様子を見ることができた。従って当初の仮説をすべて示すには至らなかった。

実践の反省点として、事後の意識調査の中での「統計の学習をしてつまらなかったこと」の感想で「公式にあてはめるだけ」などに一部が集約されるように、統計学の理論的な説明が不足したことは確かである。また、レポート作成の時間には生徒による時間差が大きく、早く終えた生徒には冗長な時間となった。全体の時間配分については再検討の余地が十分にある。こうした反省を踏まえての新たな授業実践の改善が求められる。特に、統計学の理論的な説明が不足に係わり、教える側にとっての「生徒の理解の難しさを避ける配慮」が学ぶ側にとっての「理論的な理解を回避した公式的暗記」と映ってしまうことは大きな課題である。

翻って「数学Ⅰ」が必修科目であるために、ほとんどの高校生が「データの分析」を高校1年生で履修するが、「データの分析」は後に学ぶ「数学Ⅱ」や「数学Ⅲ」の内容との連関が薄く受験での必要性が無ければ、本実践での対象生徒の定着の状況と同様に多くの高校生が記述統計の知識の定着すら無いまま卒業していくものと思われる。

2010年8月の統計関連学会連合による前掲文書中の「統計学の様々な分野における参照基準の基礎となる“統計学の考え方・ポイント”」では、統計リテラシーの涵養について「初等・中等教育段階から現実のデータに日常的に接し、不確実性の概念について繰り返し訓練することによってはじめてその感覚が養えるものである。すなわち、実際のデータを素材に、教科横断的

にそれを十分活用するような教育が行われる必要がある」と指摘している。

短期間ではあるが、この授業実践を行う中で、統計分野の学習内容の定着や統計リテラシーの涵養について、この指摘にあるように数学という教科だけでなく、他教科との教科横断的な活用の場面が図られる必要があること、さらに「データの分析」の定着やデータの活用の機会の拡大という観点から多くの高校生が更なる統計分野の学習に取り組む機会に恵まれることが望ましい、という感想を持った。

また、今回の教育実践は私学の大学附属校という特殊な環境下で行われたが、実質的な内容は「数学 B」の「確率分布と統計的な推測」を中心としたものであり、課題学習を長期休業中のレポート課題にするなどの工夫により、これに係わる時間を除けば 20 時間程度で実践可能なものである。その意味で本実践と類似した取り組みが他校でも「数学」や「総合的な学習の時間」などで可能であろう。本実践が統計教育の充実のために教育現場の幾分かの参考となれば幸いである。

## 謝 辞

本実践にあたり「データの活用」の実践授業に関する資料の提供及び有益な助言をいただいた聖学院中学校・高等学校の児浦良裕教諭にこの場を借りて感謝申し上げます。

本稿は 2017 年 3 月に行われた第 13 回統計教育の方法論ワークショップでの報告「[高等学校における「データの分析」その後の統計教育実践の一事例]—データを活用する力の育成の観点から—(中間報告)」を基に加筆修正したものである。

## 注.

- 1) 教科書発行会社のひとつ東京書籍が Web で公開しているシラバス案によるこの単元の履修時間は 10 時間とされている。しかし日本統計学会統計グラフ教育研究部会が 2013 年 3 月に行った「高等学校における統計教育実態追跡調査」では調査をした約 7 割の学校での実施が 9 時間以内であったと報告されている。
- 2) 総務省政策統括官(統計規準担当)(2016)では PPDAC サイクルを「国際的枠組み」と表現している。

## 参 考 文 献

- 河合塾 (2015). 特集新課程入試研究レポート, *Guideline*, 7・8 月号, 7-43.
- 黒田孝郎他 (1984). 『文部科学省検定済教科書 高等学校数学科用「高等学校の確率・統計」』, 三省堂, 東京.
- Kye Seung-Hyeok et al. (2009). *High School Integration and Statistics*, Sungji Publisher, Seoul, Korea, [http://www.sungjipub.com/ebook/high\\_book/integral\\_book/integral\\_book/EBook.htm](http://www.sungjipub.com/ebook/high_book/integral_book/integral_book/EBook.htm).
- 成田雅博 (1989). 高等学校における統計の教育内容体系の考察, 教授学の探究, 7, 25-40.
- 日本学術会議数理科学委員会数理統計学分会 (2014). 提言 ビッグデータ時代における統計科学教育・研究の推進について, 東京.
- 総務省政策統括官(統計規準担当) (2016). 「生徒のための統計活用～基礎編～」, 東京.
- 統計関連学会連合 (2010). 統計学分野の教育課程編成上の参照基準の策定.



A High School Case Study of Statistical Education Practice after  
 Completion of a Unit on “Data Analysis”  
 —From the Viewpoint of Fostering the Ability to Utilize Data—

Junpei Sakai and Yoshinari Inaba

Ritsumeikan Uji Junior and Senior High School

2016 marked the fifth year since “Data Analysis” became a unit of study (i.e., part of the content) of “Mathematics I” in upper secondary schools. However, based on the analysis of the University Entrance Examination Center, few high school students enroll for the course on “Probability Distribution and Statistical Inference,” a statistics course in the “Mathematics B” program. However, to enhance problem-solving statistical education in elementary and secondary school, it is indispensable to further cultivate each student’s statistical literacy. Therefore, we considered it important that students routinely deal with actual data from the elementary/secondary stage of education and are trained in the concept of uncertainty. In this paper, we report on the practical teaching of inference statistics at a high school. At the beginning of the practice, there was insufficient establishment of the understanding of “data analysis,” and high school students were unfamiliar with actually using the data. However, by exposing the students to lessons, exercises, and cooperation with others, we were able to see how high school students utilized data as a learning task.