

小学校教員養成における統計に関する授業内容論

佐々木 隆 宏

統計は日常生活から政治、経済に至るまで広く使われており、現代社会を生きる市民にとって統計的な資質・能力を身につけることが求められている。さらに、小学校教員養成の学生は、将来統計を教える立場であること、また、自らの学びの中で統計を用いることから、統計を市民の立場、大学生の立場、教師の立場から学ぶ必要がある。そこで、本論文では、これら3つの観点から、小学校教員養成における統計に関する授業内容を検討した。

1. 序論

統計学はデータをもとに現象を記述し、現象のモデルを構築するための方法論を提供する学問であり、様々な分野で広く活用されているが、近年における計測技術及びネットワーク技術の急速な発展とともに、データの量と多様性が急激に増加し、データ解析の手法の重要性が強く認識されるようになってきた（日本学術会議，2015）。しかしながら、それは専門分野だけではない。日常生活においてもデータを統計的に処理・分析した情報が提示されたとき、その情報をどのように読み取るかについても問われることがある。例えば、2019年12月に中国湖北省武漢市で確認された新型コロナウイルスSARS-CoV-2は全世界に深刻な感染拡大をもたらした。世界保健機関（WHO）はパンデミック宣言を出し、海外では都市封鎖を行った都市もある。日本でも2020年4月7日に7都府県に対して緊急事態宣言が出された。連日、ニュース等で感染拡大の状況が統計グラフや統計的な数値で説明されていたが、提示された統計データの収集、表やグラフの作成、分析のそれぞれにおいて正しいかどうかを批判的に解釈し判断することが市民には求められた。したがって、市民として生活するうえでも統計に関する資質・能力が必要になる。それがなければ市民として日常生活を思慮深く、豊かにおくことはできないであろう。

また、平成29年に告示され、令和2年度から実施される小学校教育課程において、昭和33年（1958年）の学習指導要領改訂以来、従前の指導要領まで行われていた算数科の内容の分類が「数と計算」「量と測定」「図形」「数量関係」から「数と計算」「図形」「測定／変化と関係」「データの活用」に改められ、算数科に「データの活用」領域が設けられた。このことは統計教育が算数・数学教育において一層重視されることとなったことを意味している。その中でも特に、単に統計量の算出やグラフを描画するといった認知的な内容を教えるだけでなく、統計を日常生活や学習で活用しようとする態度の育成も求められている。その背景には、経済協力開発機構（OECD）が実施するOECD生徒の学習到達度調査（PISA2012）や国際教育到達度評価学会（IEA）が実施する国際数学・理科教育動向調査（TIMSS2011）といった国際的調査、我が国における全国学力・学習調査の結果から、日本の子ども達は諸外国と比べて計算などの問題を解く学力が高いものの、情意面の低さや、活用できるように学んでいないという指摘がある（国立教育政策研究所，2012，

2013)。以上を鑑みると小学校教師には統計を教えるための資質・能力、および、自らが市民として日常生活を思慮深く、豊かにおくるための統計に関する資質・能力が求められているといえる。

2. 研究の目的と方法

序論の内容から、統計を専門的に扱う仕事に従事する場合にも、市民として日常生活を思慮深く、豊かにおくる場合にも、小学校教師として未来ある子ども達に統計の内容を教える場合にも、それぞれに対応する統計に関する資質・能力が必要であり、学校種を問わず統計教育は必要であるといえる。しかしながら、「初等・中等教育は、大学において、統計学教育方法は勿論、統計学自体を学んだことがほとんどないのが現状である」(日本学術会議, 2015, p.20) という指摘にもあるように、小学校教員養成において十分な統計に関する教育が行われていないという指摘もある。それには授業時間数の問題や、私立文系学部の場合には入試科目に数学がないことによる学生の数学に関する資質・能力の問題など、様々な要因が関係すると思われる。

それでは、私立大学文系学部の小学校教員養成において、どのような統計に関する授業内容が考えられるであろうか。この場合、学生には3つの側面、「大学生として」「市民として」「(将来の)教師として」が考えられることから、3つの観点から授業内容を検討する必要がある。そこで、本研究では、これら3つの観点から小学校教員養成の学生に対する統計に関する授業内容について検討することを目的とする。

研究の方法は、はじめに小学校教員養成の学生に対する統計教育において「大学生として」何を学ぶべきかを検討するために「大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 統計学分野」(日本学術会議, 2015) から高等教育における教育学系の統計教育に関する必要項目を抽出する。次に、「市民として」何を学ぶべきかを検討するために「日本人が身に付けるべき科学技術の基礎的素養に関する調査研究21世紀の科学技術リテラシー像～豊かに生きるための智～プロジェクト 数理科学専門部会報告書」(北原和夫ら, 2008) および「大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 統計学分野」(日本学術会議, 2015) から市民として身に付けるべき統計に関する必要項目を抽出する。さらに、「(将来の)教師として」何を学ぶべきかを検討するために『平成29年告示小学校学習指導要領解説算数編』(文部科学省, 2017) および『算数教育の基礎がわかる本』(佐々木・佐々木, 2019) から小学校教師として身に付けるべき統計に関する内容を基に筆者が必要と考える項目を抽出する。最後に抽出された必要項目をもとに小学校教員養成における統計の授業内容について検討する。

3. 「大学生として」の統計教育に対する必要項目

「大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 統計学分野」(日本学術会議, 2015) から(教育学系の)高等教育における統計教育に関する必要項目を抽出して整理する。この文献には、統計学を専門とする場合だけでなく、人文系分野、社会科学系分野、生命科学系分野、理工学分野、さらに生涯学習などを視野に入れ、統計学分野についての参照基準が掲載されている。その中から小学校教員養成の学生に関わりのある内

容に着目すると、大学の基礎教育としての統計学、教育学における統計学があげられる。その内容は「統計学の歴史・役割・活用例、各種のデータ、論理」「記述的統計解析」「推測統計のための基礎知識」「推測統計解析」「教育学における統計学」の5つの項目に分類される。以下、各項目で述べられている必要項目について整理する。(I-1)などのラベルは必要項目を整理するために筆者が付したものである(以下、同様)。

I. 統計学の歴史・役割・活用例、各種のデータ、論理

ここでは以下の4点が必要であると述べられている。

- (I-1) 統計学の歴史、自然や社会の理解における統計学の役割について理解する必要がある。
- (I-2) 統計学の体系や課題解決のサイクルについても知っておく必要がある。
- (I-3) 公的統計をはじめ、統計学が対象とする様々なデータの利活用、データの収集方法やデータの見方についての注意点などについての理解も必要である。
- (I-4) 各種の調査や生命科学の観察・実験においては、倫理的な配慮・個人情報の秘匿などについて注意を払う重要性を理解しておく必要がある。

II. 記述的統計解析について

- (II-1) データのもつ情報を縮約して統計的推測の基礎となる情報を抽出したり、多様で膨大な量のデータから意味のある情報を探索したり、データの構造を把握するために有用な記述的方法を理解する必要がある。中心となるものは、データの数値的／グラフ的表現と、相関や回帰の考え方・手法である。

III. 推測的統計解析のための基礎知識について

- (III-1) 観察や実験・調査によるデータ収集とその吟味の方法、実験研究と観察研究によって得られたデータの相違点について理解する必要がある。
- (III-2) 母集団と標本、標本誤差の概念を身に付け、推測統計の枠組みについて理解する必要がある。

IV. 推測的統計解析について

- (IV-1) 標本分布の概念を理解し、いくつかの代表的な標本分布とその性質を理解する必要がある。
- (IV-2) 対象とするパラメータに対する推定・検定の考え方や、各種のパラメータに対する推定・検定の方法を理解する必要がある。

V. 教育学における統計学

- (V-1) テスト理論などの、各専門分野に特有の数量的方法論についての理解と実践経験が必要である。

4. 「市民として」の統計教育に対する必要項目

「日本人が身に付けるべき科学技術の基礎的素養に関する調査研究21世紀の科学技術リテラシー像～豊かに生きるための智～プロジェクト 数理科学専門部会報告書」(北原和夫ら, 2008) および「大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 統計学分野」(日本学術会議, 2015) から市民として身に付けるべき統計に関する必要事項を

抽出すると、「市民性の涵養と統計教育」「個人生活の中で数学を用いて判断する」が得られる。また、本論文における項目整理の都合上、VIからはじめるものとする（以下同様）。

VI. 市民性の涵養と統計教育（日本学術会議，2015，p.19）

（VI-1）市民が涵養すべき統計的素養（統計的リテラシー）は、統計的方法に関する高度な知識ではない。統計的方法をPDCAサイクルやPPDACサイクルの中で活用し、いざとなったら科学的マネジメントや自律的課題解決を実践できる力量、その前提となる社会に必要なデータの収集に協力し、正確なデータを提供するという精神の涵養である。

VII. 個人生活の中で数学を用いて判断する（北原和夫ら，2008）

（VII-1）社会的な統計データから得られた結論が提示された場合に、「市民」として、そのデータから読み取れるとされた内容が妥当か否かを判断する能力をもつ必要がある。

（VII-2）科学的な事項に対して与えられた説明の中にある数理的な部分について、その妥当性を判断する場面がある。このとき、理論的な妥当性だけでなく、そこで用いられている数理モデルそのものが妥当であるか（数理モデルはあくまでも現実現象の近似であることから限界もある）判断できることが必要である。

5. 「(将来の) 教師として」の統計教育に対する必要項目

「平成29年告示小学校学習指導要領解説算数編」（文部科学省，2017）および「算数教育の基礎がわかる本」（佐々木・佐々木，2019）から小学校教師として身に付けるべき統計に関する内容のうち、筆者が必要と考える必要項目を抽出する。

VIII. 小学校教師として必要な統計に関する内容

（VIII-1）統計教育の目的と方法、意義について理解し、説明できることが必要である。統計教育に限らず、教育は目的を決めて行う営為であり、それに応じて方法がある。それらと切り離して例えば授業方法を考えても単なる技術的な問題であって、統計教育の本質からはずれる可能性も考えられる。

（VIII-2）算数科「Dデータの活用」領域のねらいで示されている資質・能力を教師自身が身に付けている必要がある。このことは自明なことのようにであるが、このための教育は必要であると考えられる。実際、日本数学会（2013）が大学生を対象に行った調査において、平均値を理解していない大学生がおおよそ4分の1であったという結果が出ている。この結果や、初等・中等教育におけるこれまでの算数・数学教育の中で統計領域があまり重視されてこなかったことを考えると、小学校教員養成において学ぶ必要がある。具体的には、次の3つである。

- ① 目的に応じてデータを集めて分類整理し、適切なグラフに表すことや、代表値などを求めたりするとともに、統計的な問題解決の方法について理解する必要がある。

- ② データのもつ特徴や傾向を把握し、問題に対して自分なりの結論を出すことや、その結論の妥当性について批判的に考察したりすることができる必要がある。
 - ③ 統計的な問題解決のよさに気づき、データやその分析結果を生活や学習に活用しようとする態度を身に付ける必要がある。
- (Ⅶ-3) 統計的探究プロセス（PPDACプロセス）の各フェーズの役割と意義を理解し、自ら統計的探究プロセスにしたがった統計的な問題解決を行う経験をする必要がある。平成29年告示の小学校学習指導要領では、統計的思考力は統計的な問題解決を通して行われることになっているが、統計的な問題解決の過程を示されているのが、問題（Problem）、計画（Plan）、データ（Data）、分析（Analysis）、結論（Conclusion）という5つのフェーズから構成されるPPDACプロセスである。教師は自らPPDACプロセスに沿った統計的な問題解決を経験しておく必要がある。
- (Ⅶ-4) 統計学は算数・数学領域で閉じたものではなく、他領域へ応用されることで意味を持つといってもよいほどに様々な領域に応用されている。統計学の他教科と統計の関連について理解し、それを指導するための知識・方法を理解することが必要である。例えば、国語科との関連ならば統計資料を根拠とする文章の読解、社会科との関連ならば国・地方の統計資料を読取ること、体育科との関連ならばある種目のデータを、統計グラフを用いて分析することなどが考えられる。
- (Ⅶ-5) 統計的な問題解決や統計の指導を行うときに、必要に応じて情報機器が使えることが必要である。情報機器や測定方法の発達により、統計はビッグデータも分析対象にしており、それらを分析して結論を得るには情報機器を利用しなければならない。そういった情報機器の利活用について自ら行えるようにする必要がある。

6. 小学校教員養成における統計教育の授業内容

これまで「大学生として」「市民として」「(将来の)教師として」という3つの観点から統計教育における必要項目を抽出した。それらを基にして小学校教員養成における統計教育の授業で取り上げる内容について、表1のようにまとめる。

以下、表1の各内容に対して説明する。

内容1は（Ⅰ-1）を受けた内容であり、統計学の歴史、統計学に関する話題、統計学の興味深い応用例であり、統計学とは何かを理解し、統計学の有用性を実感させることで、学習の意義を理解させる意図がある。

内容2は（Ⅶ-1）を受けた内容であり、小学校統計教育の目的、方法、意義を理解する内容である。統計教育に限らず教育は目的をもって行われる営為であり、将来教師となる学生は統計教育の目的を理解し、説明できるようにしておかなければならない。さらに、目的を達成するための方法についても理解し、それを小学校の現場において行えなければならない。また、小学校統計教育の意義についても理解し、説明できるようにしておく必

表1. 小学校教員養成における統計教育の授業において扱う内容

	内 容	対応項目番号
1	統計学の歴史, 統計学に関する話題, 統計学の興味深い応用例	I - 1
2	小学校統計教育の目的, 方法, 意義	VIII- 1
3	小学校算数科「Dデータの活用」のねらいと内容の理解	VII- 2
4	小学校における統計の他教科の学習への応用	VIII- 4
5	推測統計 (母集団と標本, 標本分布, 正規分布, 推定と検定)	III- 2, IV- 1, IV- 2
6	記述統計, 相関と回帰分析 (単回帰・重回帰)	II - 1
7	教育学論文の読み・書きに必要な知識・技能	V - 1
8	統計調査に関する諸内容 (データの種類・収集・クリーニング・倫理)	I - 4,
9	統計的な表やグラフから分析され提示された内容に対する批判的な検討	VII- 1, VII- 2
10	教育用標準データセットSSDSEやe-Statを利活用した統計的探究活動 (データサイエンス)	I - 3,
11	統計的探究プロセス (PPDACプロセス)による統計的問題解決	I - 2, III- 1, VI- 1, VIII- 3, VIII- 5

要がある。統計教育の内容は様々な分野において応用される性質をもつことから、学習することの意義を伝えるための手段は他領域よりも多い。代表値が求められ、表やグラフが作れるようになったとしても、意義を理解していなければ統計教育の本質から外れることになるであろう。

内容3は (VII-2) を受けた内容であり、主に小学校学習指導要領に書かれてある算数科の内容全般に関わる内容である。この内容は従来から授業科目「小学校算数科研究」で扱ってきた内容である。

内容4は (VIII-4) を受けた内容であり、小学校算数科における統計の他教科の学習への応用に関する内容である。(VIII-4) で取り上げた内容の他にも、理科では「日向と日陰の温度をグラフで比較する」、生活科では「昔遊びのインタビューと集計」、総合的な学習の時間では「グラフを利用した食生活の改善」などが考えられる (坂谷内勝, 2019)。

内容5から8は主に記述統計および推測統計に関する内容である。特に推測統計の内容は小学校ではほとんど扱わない。しかしながら、扱わないからといって学習しなくてもよいことにはならない。日本学術会議 (2015, p.10) においても「統計学の本質は、帰納的推論の中に演繹的論理の過程を導入することにより科学的な結論を導く点にある。したがって、演繹的論理のみの教育、またはデータの記述の域を出ない教育は、統計学の本質をよく理解した教育とは考えられないことに注意を払う必要がある。」と述べられているように推測統計を扱わないことにより、統計学の本質を見失うことになる。また、教育学における論文の読み書きに関するスキルを身に付けておく必要もある。特に、データに関する専門的知識と統計手法に関する知識を結合させることで説得力のある分析が可能となるが、そのためにはデータに対する多様な視点が必要である。また、領域分野によっては因子分析、構造方程式モデリング、メタ分析など、より進んだ統計を利用することもある

が、必要に応じて学ぶことができるための素地があればよい。

内容9は(VII-1)、(VII-2)を受けた内容であり、統計的な表やグラフから分析され提示された内容を批判的に検討する。データから統計的な処理及び分析によって得られた結論が提示されたとき、代表値やグラフなどがエビデンスとして示されても、本当にその代表値で良いのか、そのグラフで良いのか、あるいはデータ収集の方法は適切であったのか、など提示された情報を解釈する過程の中に、提示された結論に対する批判的な検討を行うことも必要である。

内容10と内容11は統計的な問題解決のプロセスの全体、あるいは一部に着目した内容である。まず、統計的探究プロセス(PPDACプロセス)の各フェーズの役割と意義を理解し、自ら統計的探究プロセスにしたがった統計的な問題解決を行う経験をする必要がある。また、日本学術会議(2015)が「ビッグデータ時代」の到来とともに、統計学の教育にも変化が求められている。それは「仮説を検証するためにデータを取得して解析する」モデル駆動型アプローチから「データをもとに仮説を構築しモデル化する」データ駆動型アプローチへの相対的な重点のシフトである。」というように、これまでのような少ないデータから母集団の特徴や傾向を推測することに加え、今後は大量のデータに対して意思決定に関わる情報を引き出すことが求められる。そこで、独立行政法人統計センターが、各省庁が公表する統計データ等の各種統計情報をまとめて利用可能にしたポータルサイト「e-Stat政府統計の総合窓口」を活用した統計教育が考えられる。また、同じく統計センターが2018年から公開しているSSDSE(教育用標準データセット)は、中高生や大学生が生のデータを用いてデータ駆動型統計解析を行うためにデータクリーニング等の処理を行ったデータを提供しており、これらは統計教育において活用可能なリソースである。

最後に、表1におけるすべての内容が「教師が身につける必要のある資質・能力」に関わっていることから(VIII-2)を受けていると考えられる。

7. おわりに

今後の課題としては本研究で検討した授業内容に対する時間数を如何にして確保するかという問題がある。これについては授業科目「小学校算数科研究」など、算数全体を扱う科目の中ですべてを扱うことは時間が不足し物理的に困難であると思われる。推測統計などの内容を「児童教育特講」や「教育統計学」など、他の授業科目において扱い、全体として体系化されるように統計教育を行う他にないと思われる。特に、統計学は線形的に理解することは容易ではなく、統計的な手法を用いたデータ解析の経験、統計学の理論の数学的な理解、それぞれの分野での学習・研究の経験、などの様々な要素が積み重なってスパイラルを描きながら統計学の理解が進んでいくことから、繰り返し統計学を学習できるような統計教育の体系が重要であるといわれている(日本学術会議, 2015)。したがって、本研究で検討した統計教育における授業内容をいくつかの授業科目に分散させて行う場合には、体系的であることに一層注意しなければならない。

最後に、フランスの作家 アントワーン・ド・サン＝テグジュペリ (1900-1944) の言葉がある。

If you want to build a ship, don't drum up the men to gather wood, divide the work and give orders. Instead, teach them to yearn for the vast and endless sea.

(船を造りたいのなら、男どもを森に集めたり、仕事を割り振って命令したりする必要はない。代わりに、彼らに広大で無限な海が存在を説けばよい。)

小学校教員養成における統計教育も同じではないだろうか。統計教育を考える際には、以下の言葉に留意する必要があるように思われる。

統計に関する資質・能力を育成したいのなら、統計量の計算方法や、グラフを描く手順から教える必要はない。代わりに彼らに統計の有用性と面白さを説けばよい。

引用文献・参考文献

- e-Stat 政府統計の総合窓口, 独立行政法人 統計センター .
<https://www.e-stat.go.jp> (2020.09.08 accessed)
- 国立教育政策研究所, TIMSS2011 国際比較結果の概要・問題例, IEA国際数学・理科教育動向調査の2011年調査, 2012.
<http://www.nier.go.jp/times/2011/> (2015.3.18 accessed)
- 国立教育政策研究所, OECD生徒の学習到達度調査～2012年調査国際結果の要約～, 国立教育政策研究所, 2013.
<http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/index.html> (2016.8.6 accessed)
- 文部科学省, 小学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 算数編, 2018, 日本文教出版.
- 日本学術会議 数理科学委員会 統計学分野の参照基準検討分科会, 大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 統計学分野, 2015.
- 日本数学会, 第一回 大学生数学基本調査報告書, 2013.
<https://mathsoc.jp/publication/tushin/1801/chousa-houkoku.pdf> (2020.4.5 accessed)
- 佐々木隆宏・佐々木郁子, 第8章Dデータの活用, 『算数教育の基礎がわかる本』(土屋修・佐々木隆宏 編著), 2019, 学術図書出版.
- 坂谷内勝, わかる! 小学校の先生のための統計教育入門, 2019, ミネルヴァ書房.
- 統計データ分析コンペティションSSDSE, 独立行政法人統計センター.
<https://www.nstac.go.jp/SSDSE/> (2020.09.08 accessed)
- Wild, C.J. & Pfannkuch, M., Statistical Thinking in Empirical Enquiry, *International Statistical Review*, 67(3), pp.223-265, 1999.
- 山下雅代・椿広計・飯島信也, 教育用標準データセット (SSDSE) による探求型統計教育の促進, 日本数学教育学会誌, 101(3), pp.40-47, 2019.

Course Contents for Statistical Education in Elementary School Teacher Training

Takahiro Sasaki

Statistics are widely used in our daily life, politics and economics, and citizens in today's society are required to acquire statistical qualities and abilities.

Furthermore, elementary school teacher training students need to learn statistics from the standpoint of citizens, university students, and teachers because they will be teaching statistics in the future and will use statistics in their own learning. Therefore, in this paper, the content of classes in statistical education in elementary school teacher training is examined from these three perspectives.