

# 数学 B『統計的な推測』における シミュレーションを用いた授業実践の考察とその効果

安井 悠人  
教科領域コース

## 1. はじめに 本研究に関連する先行研究

高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説【数学編 理数編】では、「統計的な推測」において身につける思考力、判断力、表現力等について「(ア) 確率分布や標本分布の特徴を、確率変数の平均、分散、標準偏差などを用いて考察すること。(イ) 目的に応じて標本調査を設計し、収集したデータを基にコンピュータなどの情報機器を用いて処理するなどして、母集団の特徴や傾向を推測し判断するとともに、標本調査の方法や結果を批判的に考察すること。」（文部科学省, 2019, pp.104-105）が挙がるようになった。しかし、現状において、本単元の指導方法は未だ充実しているとは言い難く、筆者の勤務校でも悩みの声が日々挙がっている。また生徒においても、「統計的な推測」に対しどのような態度を持っているかについては十分に明らかになっていない。

一方、統計教育について、小口（2012）はシミュレーションを用いた学習を行うことで、「標本の大きさが大きいほど、標本比率の変動は小さい。」というルール命題（手がかり化命題）および「標本の大きさが小さいほど、標本比率の変動は大きい。」というルール命題（手がかり化命題の裏命題）を確認できれば、多くの学習者は、大数の法則を適用した判断をすることを示している。

本研究の目的は、まず、数学 B「統計的な推測」における ICT 活用の一例を提示するために、本単元においてシミュレーションを用いた授業方法を考察することである。また、その授業を実践し、授業前後の学習者の態度を比較するとともに、高等学校の数学 B「統計的な推測」において、ICT によるシミュレーションを用いた授業は、標本比率の変動を比較する問題に対して、学習者は大数の法則の手がかり化命題と、その裏命題の正しさを確認できるとともに、標本比率の変動を比較する問題に対して、学習者は大数の法則を適用した判断をするようになるかを確かめることである。

## 2. 研究の方法

### 2.1 対象者・手続き

ある私立高等学校の高校 1 年生の 1 クラスに所属する 30 名を対象者とし、単元の指導とともに、事前調査、シミュレーションを用いた授業実践、直後調査を行った。

### 2.2 使用したシミュレーションアプリ

本研究ではシミュレーションアプリの一つである共通オンラインデータ分析プラットフォーム（以後、CODAP と呼ぶ）を用いて、授業内でシミュレーションを行う。CODAP はブラウザ上で使用することが可能であり、母集団や標本の大きさを自由に設定すると、その条件のもとで抽出のシミュレーションを短時間で複数回行うことができる。また、CODAP は標本調査の様子をアプリケーション上で再現できるため、標本調査について視覚的に理解することが可能である。加えて、入力した数値を変更するだけで条件を変更しシミュレーションを行うことができる。

## 2.3 使用した調査用紙

調査用紙は質問用紙と問題用紙に分かれている。質問用紙について、藤井ほか（2017）の作成した日本語版 SATS を使用した。本質問用紙は、授業開始前、授業後ともに計 36 問の質問より構成されており、それぞれの項目は「強く否定する」を 1、「強く肯定する」を 7 として 7 段階で数値化されている。本質問用紙を用いることで、感情、認知コンピテンシー、価値、困難性、興味、努力という 6 つの構成概念について、授業開始前と授業後の態度の変化を調べることが可能である。問題用紙について、小口（2012）が作成した問題用紙をもとに、問題番号など一部改変を行い使用した。以下に問題の一例を挙げる。問 1（キャンディー問題）：茶色のキャンディーを 50% 生産している工場があり、大きなバッグと小さなバッグのどちらかを買うという状況において、茶色のキャンディーが 70% 以上入っている可能性はどちらのバッグの方が高いかを 5 択で問う問題であった（小口, 2012）。問 2（産婦人科問題）：毎日 45 人の赤ちゃんが生まれる大きい病院と毎日 15 人の赤ちゃんが生まれる小さい病院があるという状況において、男の子が生まれる割合が 60% 以上の日はどちらの病院の方が多いかを 3 択で問う問題であった（小口, 2012）。問題は計 5 問用意した。

## 2.4 問題用紙の構成

事前調査の調査用紙は A4 判の用紙 6 枚を用いて、質問用紙 2 枚、問 1 から問 4 の 4 問からなる問題用紙 4 枚で構成されていた。また、直後調査の調査用紙は A4 判の用紙 7 枚を用いて、質問用紙 2 枚、事前調査と同一の内容である問 1 から問 4 の 4 問に加え、新たに問 5 の 1 問を追加した計 5 問からなる問題用紙 5 枚で構成されていた。

## 3. 授業の実際

### 3.1 事前調査

単元の導入の授業で、出席者 29 名を対象に、授業開始後 25 分間で事前調査を行った。

### 3.2 授業実践

#### 3.2.1 第 1 時

本授業では、母集団分布および標本平均の分布について用語とその意味の確認を行った後、「①, ②, ③, ④」の 4 個の球からなる母集団から大きさ 2 の標本を復元抽出するとき、標本平均  $\bar{X}$  の分布の様子（特に形）はどのようになるだろうか。」について、生徒が予想をプリントに記入し、その後 CODAP を用いて実際の様子について確認を

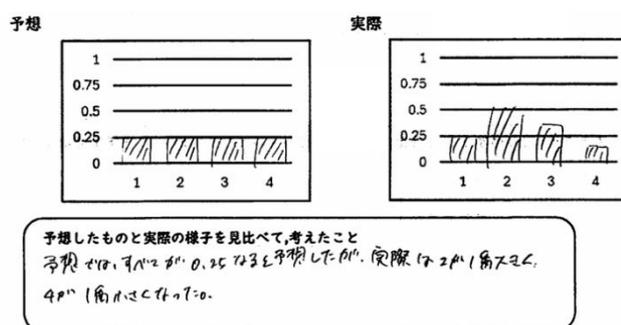


図 1 生徒の記述の一例

行った。予想について、生徒のうち 36.4% は図 1 のように標本平均の分布が一定になると予想していた。その後、CODAP を用いてシミュレーションを行い、実際の標本平均の分布について理解を深めた後、予想と実際の様子を比較した。

次に、生徒は「④が 4 つ、⑤が 3 つ、⑥が 2 つ、⑦が 1 つの 10 個の玉からなる母集団から、抽出する標本の大きさ  $n$  を  $n=2, 4, 8, 16$  と変化させていったときの標本平均の分布の様子はどのようになるだろうか。」について予想を立て、プリントに記入した。その後 CODAP を用いて実際の様子

を確かめた後、立てた予想と異なる部分や、抽出する標本の大きさ  $n$  を大きくしたときの変化について考察を行った。母集団分布と標本平均の分布が一致せず標本平均の分布が山型になることや、 $n$  を大きくしたときのグラフの形と平均の関係について考察している様子が見られた。その後、まとめを行い、授業を終了した。プリントの記述物より、生徒からはシミュレーションのよさとして利便性についての意見や、理解がしやすかった等の意見が多く見られた。

### 3.2.2 第2時

本授業では、導入で前時の内容を確認した後、母集団から抽出する標本の大きさ  $n$  を変化したときの標本平均の分布の変化の様子をグラフで確認した後、母集団の平均および標準偏差と、標本平均の平均および標準偏差の関係について確認を行った。その後、前時

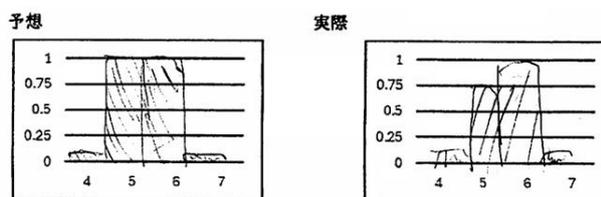


図 2  $n=100$  のときの標本平均の分布の予想と実際

の母集団から大きさ  $n=100$  となる標本を復元抽出した時の標本平均の分布について予想を立て、CODAP を用いて実際の様子を確認した。予想について、標本平均の分布が一定になる、もしくは母集団分布と同じ形状になると予想した生徒は一人もおらず、48.0%の生徒が5および6付近の分布の度数が高くなると予想していた。図2はその一例である。その後、本授業のまとめを行い、授業を終了した。そして本授業の出席者25名を対象に、後半25分間で直後調査を行った。

## 4. 結果

### 4.1 質問用紙

日本語版 SATS の分析方法を用いて生徒一人ずつのスコアを集計した後、事前調査および直後調査について、両方に出席した生徒25名の平均値および直後調査と事前調査の差について有効数字2桁で算出したところ、結果は表1のようになった。事前調査より数値が向上した感情、認知コンピテンシーについて、信頼区間95%で片側検定を行ったが、有意な差は見られなかった。

表 1 構成概念の平均値の比較

平均値	感情	認知コンピテンシー	価値	困難性	興味	努力
事前調査	3.79	3.53	4.18	3.65	3.42	5.32
直後調査	3.84	3.73	4.12	3.49	3.30	4.88
直後-事前	0.051	0.20	-0.06	-0.17	-0.12	-0.44

### 4.2 問題用紙

#### 4.2.1 事前調査からの変容

各問題に対する判断理由について、小口（2012）をもとに、本問題における反応類型を作成した。これを用いて、正答者とそのうち大数の法則またはその裏命題（以下、正命題とよぶ。）を判断理由とした人数とその割合を調べた。まず、同一問題である問1から問4までの問題について、事前調査から直後調査への変容について考察する。問1の変容について、正答率は20.7%から24.0%と増加した。また正命題を判断理由とした対象者は6.9%から16.0%へ増加した。問2の変容について、正答率は41.4%から48.0%と増加した。また、正命題を判断理由とした対象者は10.3%から24.0%へ増加した。問3の変容について、正答率は31.0%から40.0%へ増加した。また、正命題を判断理由とした対象者は17.2%から40.0%へ増加した。問4の変容について、正答率は34.5%から44.0%へ増加した。また、正命題を判断理由とした対象者は27.6%から36.0%へ増加し

た。直後調査の問5について、正答率は29.2%となり、そのうち正命題を判断理由とした対象者は12.0%であった。

## 5. 考察

### 5.1 質問用紙

価値・困難性・興味・努力の4つの構成概念について、平均値が0.05以上減少した。この結果から、生徒は、直後調査において、統計に対しての価値が下がる、統計は困難なものであると考えており、統計に対して努力する気持ちや興味が薄れてきたことがわかった。これは、今回の授業実践においての課題といえるだろう。一方、感情・認知コンピテンシーの2つの構成概念について、t検定において有意な差は見られなかったものの、平均値が0.05以上増加した。この結果から、直後調査において、わずかながら統計に対して肯定的な感情を持ち、統計に対する理解力が向上したことがわかった。

### 5.2 問題用紙

問1から問4の各問題に対して、正答者の割合および大数の法則またはその裏命題を根拠とした判断理由の割合について、どちらも増加傾向が見られた。特に、問3の変容について、大数の法則またはその裏命題を根拠とした判断理由の割合は17.2%から40.0%と大幅に増加したうえ、直後調査における本問題の正答者は、全員、大数の法則またはその裏命題を根拠とした判断理由になっていた。問5については、授業前後で正答率及び判断理由の比較が行えていないため、本単元の終了後に行う予定である事後調査にて結果の考察を行いたい。

## 6. 結論・今後の展望

本研究により、数学B「統計的な推測」におけるICT活用の一例として、シミュレーションを用いた授業方法を考察し、実践を行った。本授業における授業前後の学習者の態度については、感情・認知コンピテンシーの2つについては向上したが、価値・困難性・興味・努力の4つについては減少し、課題が見られた。また、ICTによるシミュレーションを用いた授業は、標本比率の変動を比較する問題に対して、学習者は大数の法則の手がかり化命題と、その裏命題の正しさを確認し、標本比率の変動を比較する問題に対して、学習者は大数の法則を適用した判断をするようになったといえるだろう。今後の展望としては、本単元の指導を終えた後、事後調査を行い、態度および問題の判断理由についての変化を考察したい。また、本授業において何が要因で価値・困難性・興味・努力に向上が見られなかったのかを分析するとともに、他の授業実践における態度の変化の様子と比較し、これらの構成概念が向上するような授業について考察を進めたい。

## 引用および参考文献

- 藤井良宜ほか(2017)。「統計に対する態度を測る調査票の日本語版の作成」．宮崎大学教育学部紀要 教育科学, 第89号, pp. 21-30.
- 文部科学省(2019)．高等学校学習指導要領(平成30年告示) 数学編 理数編. 学校図書
- 小口祐一(2012)．「統計判断に及ぼすルール命題の変換操作シミュレーションの効果」．イプシロン, Vol. 54, pp. 53-64.
- 岡田いずみ(2011)．「統計的確率の誤認識を修正するための試み」．日本教授学習心理学会第7回年会, 予稿集, pp. 40-41.
- Schau, C. and Emmioglu, P. (2012) . Do introductory statistics courses in the United States improve students' attitude? *Statistics Education Research Journal*. Vol. 11 (2), pp. 86-94.