

大学生の確率学習指導についての 自信に関する要因分析

西 仲 則 博*

Factor analysis of confidence in college student for teaching probability

(NISHINAKA Norihiro)

1. はじめに

第5期科学技術基本計画において我が国が目指すべき未来社会の姿として初めて提唱された Society5.0 が実現される社会においては、IoT (Internet of Things) を基にしたビッグデータを AI を用いて解析されていく社会が提案されている (内閣府2016, 2021)。文部科学省は、Society5.0 において求められる人材像、学びの在り方の中で、共通して求められる力として、「①文章や情報を正確に読み解き、対話する力、②科学的に思考・吟味し活用する力、③価値を見つけ生み出す感性と力、好奇心・探求力が必要である」としている (文部科学省2018)。特に、②については、人と AI、機械が複雑にかつ高度に関係し合うことを予期し、「科学的に思考・吟味し活用する力が不可欠となる。機械を理解し使いこなすためのリテラシーや、その基盤となるサイエンスや数学、分析的・クリティカルに思考する力、全体をシステムとしてデザインする力がこれまで以上に必要な力となる。」(文部科学省2018) としている。その達成のために、科学 (Science)、技術 (Technology)、工学 (Engineering)、アート (Art)、数学 (Mathematics) の5つの領域を対象とした STEAM 教育の充実を促している。

また、Society5.0 が実現される社会においては、不確実な事象に対して、統計データを用いて判断を行う能力の育成が求められている (西仲他2011)。不確実な事象の判断には、統計データを用いたとしても、不確実性は残る。この不確実性を確率として扱い、それを用いて判断を行うことが求められていると考える。このような社会的要請がある中、確率は、現行学習指導要領では小学校の6年生で、「場合の数」を学習し、中学校1年生で「多数の観察や多数回の試行によって得られる確率 (統計的確率)」、中学校2年生で「場合の数を基にした確率 (数学

* 近畿大学教職教育部准教授

[キーワード] 確率、確率指導、態度尺度、確率判断

的確率)」を学習し、高等学校数学Aと引き継がれ、数学Bの「確率分布と統計的な推測」で統計と確率の融合を行う。しかし、文部科学省(2016)が行った「平成27年度公立小・中学校及び高等学校における教育課程の編成・実施状況調査の結果について」では、高等学校の数学Bにおける、「確率分布と統計的な推測」の履修率は、普通科高等学校で12.5%、専門学科を設置している高等学校でも15.7%であり、「確率分布と統計的な推測」が履修されていないのが現状である。すなわち、多くの高校生は、統計を確率の考え方を用いて捉え、判断することの学習をしていない。そのため、ビッグデータ時代と言われる中、確率分布を基にした統計データの分布や、母平均、母比率の推定等の知識・技能を持たずに多くが高等学校を卒業している。このような状況では、現在の中等教育は、社会的要請に十分に答えられていないと言える。

このような中、本研究では、数学科の教員を目指す学生の確率の指導に関する意識の実態を明らかにし、今後の指導や教材研究に示唆を得ることを目的とする。

2. 研究の方法

(1) 先行研究

確率や統計における人の誤概念や人の誤判断については、Tversky, A and Kahneman, D. 他(1982)、Gilovich, T 他D. (2002)らによって、多く成果が報告されている。Watson (2001)は、確率に関する知識に対する教師の自信の欠如、確率を教えることへの不安、および確率と統計が数学カリキュラムの他の要素から奪われる時間についての不安が確率指導にあることを示している。Jendraszek, P (2008)は、教育大学生を対象に確率のテストを行い、その結果、大学院生は確率の基本的な知識は有していることを示したが、より複雑な問題においては、多くの誤解を示した。また、高度な確率の知識を有する参加者は、より良いパフォーマンスを発揮する傾向があることを報告している。

日本の数学教育で、教員志望学生の態度尺度の研究としては、湊(1980)、湊他(1981)、今井(2004)等があるが、算数や数学についての態度の測定用具の作成とその妥当性についての研究がメインであった。

藤井他(2017)は、統計教育における態度尺度の開発として、Schau氏が開発した Survey of Attitudes Toward Statistics (SATS) の日本語版を作成し、Web上での入力と集計結果についてダウンロードできるシステムが開発され、公開している (<https://www.cc.miyazaki.ac.jp/yfujii/JapaneseSATS/>)。伊川・楠見他(2020)では、統計的リテラシーについての尺度

を開発し、その妥当性や信頼性の研究がなされている。これらの研究は、大学における統計教育に関する学生の実態調査や統計的リテラシーの情意面に焦点があてられているが、確率に対する意識調査とまではいかない。

そこで、本研究に於いては、研究1では数学科教員を志望する学生に対して、確率の指導に対する態度尺度を作成し、その妥当性および信頼性を検討する。次に研究2では、学生の確率の指導に関する自信について、研究1で得られた因子の影響を分析する。

3. 研究1の方法と結果

研究1. 大学生の確率指導に対する態度尺度の作成及び妥当性と信頼性の検討

(1) 研究の目的

数学科教員を志望する学生の特徴を踏まえた、確率指導に関する態度を測定する尺度を作成し、尺度構成には、因子分析法を用いるが、探索的調査のため、因子の予測は行わない。また、尺度構成の妥当性および信頼性を検討することを目的とする。

(2) 調査の方法

① 調査に用いた大学生の確率指導に対する態度尺度案について

作成した「確率指導に対する態度尺度」案は表1に示す。この案は、「確率に対する情意面」の項目が4項目、「確率の判断」についての項目が6項目、「確率の知識」についての項目は5項目、「確率の必要性」に関する2項目、「確率の学習指導の自信」についての項目が1項目の合計18項目で構成されている。表1の番号で示すと、「確率に対する情意面」が項目番号1、2、3、4である。「確率の判断」については、項目番号5、6、7、10、11、15である。「確率の知識」は項目番号8、9、12、13、14である。「確率の必要性」が項目番号16、17である。「確率の学習指導の自信」は項目番号18である（表1参照）。各項目については、「全くその通り-どちらかといえばその通り-どちらかといえばそうでない-全くそうでない」の4件法で回答を求めた。

表1. 「確率指導に対する態度尺度」案

項目番号	項目
1.	中学校の時の確率の授業は楽しかった
2.	高等学校の時の確率の授業は楽しかった
3.	確率は簡単である
4.	確率は数学の他の内容よりも得意である
5.	確率は日常でよく使われていると思う
6.	確率を用いて判断した経験がある
7.	確率を用いて表現した経験がある
8.	ある確率が非常に低いということは、それが起こらないことである
9.	確率が1であることは絶対起こることである
10.	確率が分かっていると判断がしやすいと思う
11.	自分で確率を計算して、判断することは重要である
12.	多数の試行や実験を行ったときの相対度数は確率として見ることができ
13.	確率は、私たちの主観とは独立に存在するものである
14.	自分の信念や信頼の度合いを確率とすることができる
15.	偶然を確率で考えた経験がある
16.	中学校での確率の教育は必要でない
17.	高等学校での確率の教育は必要でない
18.	教師になるあたり、確率の学習指導についての自信がある

注) 各項目の前の数字は本調査で用いた質問紙における項目番号を示す。

② 調査時期及び調査対象

2020年度前期に近畿大学の教職課程を履修し、数学科教員の免許を取得することを目指している学生で、数学科教育法Ⅰ、ⅢAの受講生である。調査対象は、調査実施前の受講者数が90名で、調査協力者も90名であった。各項目とも、欠損値はなかった。

③ 実施日

2020年8月3日-5日(火)数学科教育法Ⅰ、ⅢAの最終講義後に調査を実施した。

④ 調査時間 10分

⑤ 調査方法

新型コロナウイルスの蔓延防止措置として、「大学生の確率指導に対する態度尺度」をGoogleフォーム上で作成し、Webでの回答をする方法をとった。

⑥ 調査に対する注意事項

調査にあたり、「本アンケートの結果は、統計的処理を行い、公表を行うことがありますが、データは第三者によっては各個人を特定できない形に処理するため、参加の可否やデータ収録で得られた結果によって、参加者が不利益をこうむることはないです。」と調査用紙に最初に

記述し、Zoom を通して、口頭でも同様の説明を行った。

(3) 結果

① 大学生の確率指導に対する態度尺度の因子分析

「確率指導に対する態度尺度」案に対して、最尤法、プロマックス回転における探索的因子分析を行った。その結果、固有値の減少 (3.067, 2.083, 1.616, 1.293, ……)、及び因子の解釈の可能性を考慮して、4 因子構造が妥当であると判断した。そこで、因子数を 4 に固定し、再度因子分析 (最尤法、プロマックス回転) を行った。その結果から、単独の因子に 0.35 以上の負荷量を示すことを基準に、基準に沿わない 9 項目を削除した。再度、因子分析を行った。回転後の最終的な因子パターンを表 2 に示す。

表 2. 大学生の確率指導に対する態度尺度の因子分析の結果および記述統計

因子／構成項目	M	SD	I	II	h ²
I. 確率への好意性 ($\alpha=0.731$)					
4. 確率は数学の他の内容よりも得意である	2.800	0.914	0.969	-0.020	0.934
2. 高等学校の時の確率の授業は楽しかった	2.156	1.016	0.651	-0.023	0.420
3. 確率は簡単である	2.544	0.837	0.530	0.014	0.284
1. 中学校の時の確率の授業は楽しかった	2.000	0.887	0.392	0.099	0.175
II. 確率判断の価値 ($\alpha=0.729$)					
6. 確率を用いて判断した経験がある	1.533	0.690	0.024	0.748	0.566
7. 確率を用いて表現した経験がある	1.589	0.777	-0.063	0.681	0.455
11. 自分で確率を計算して、判断することは重要である	1.567	0.619	0.124	0.545	0.333
5. 確率は日常でよく使われていると思う	1.433	0.619	-0.070	0.507	0.251
10. 確率が分かっていると判断がしやすいと思う	1.633	0.644	0.093	0.437	0.212
	因子間相関	I	1.000	.148	
		II	.148	1.000	

第 I 因子は、中、高での確率の授業が楽しかった経験や、確率が他の分野より得意、簡単であるというように、確率の学習において、苦手意識を持っておらず、確率に好意的な項目によって構成されていることから、「確率への好意性」と命名した。第 II 因子は、確率を用いた判断やそれを表現した経験、確率判断の重要性等の項目で構成されていることから、「確率判断の価値」と命名した。各因子は仮説通りの項目を含んでおり、構造的な側面が確認された。

② 信頼性の検討

各下位尺度の Cronbach の α 係数は、第 I 因子が0.731、第 II 因子が0.729であり、概ね満足できる値を示していると判断している。本研究においては、再検査を実施していないため、再検査信頼性の検討は行うことができていない。

③ 適合度

適合度は $\chi^2(19)=43.802$ ($p<0.01$)、CFI (Comparative Fit Index)=0.850、RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)=0.128という結果で、適合度は概ね満足できる値である。

以上より、本研究で作成された尺度は概ね信頼性と妥当性が得られたと考える。

4. 研究2の方法と結果

研究2. 大学生の確率の指導に関する自信について、研究1で得られた因子の特徴の分析

(1) 研究の目的

数学科教員を志望する学生の「確率の学習指導についての自信」についての肯定的（学習指導に自信がある）か否定的（学習指導に自信がない）と答えた2群に分けて、確率の学習指導の自信に対する各因子の特徴（平均値）の違いを検討することを目的とする。

(2) 調査の方法

研究1で用いた「確率指導に対する態度尺度」の回答を基にして、肯定した群を肯定群（ $n=53$ ）、否定した群を否定群（ $n=37$ ）の2群に分けた。研究1で得た2つの因子（I 因子「確率への好意性」、II 因子「確率判断の価値」）得点を求めた。ここで、帰無仮説「肯定群と否定群では、それぞれの因子の得点の平均値に差がない」とし、対立仮説を「肯定群と否定群では、それぞれの因子の得点の平均値に差がある」として、それぞれの因子について平均値の差の検定を行った。各項目については、1から4までの4件法で問うているため、肯定は1、2、否定は3、4と回答したものであり、平均値を解釈する場合、1以上2.5未満の値を示せば、「肯定」、2.5より大きく、4以下の値を示せば「否定」と解釈し、2.5の場合は「中立」ということと解釈する。それにより、因子得点の平均値の解釈は、構成している項目数を乗じたもので解釈する。

(3) 結果

表3には、確率の学習指導についての自信があり（肯定群）、無し（否定群）別に、「確率に対する好意性」、「確率判断の価値」に対する得点が異なるか否かについて、t検定を行った結果を示した。また、各因子を構成する項目の平均値の差についてもt検定を行った結果を合わせて記載した。

表3から、「確率に対する好意性」においては、確率学習指導に自信あり（肯定群）となし（否定群）の間において、因子得点の平均値の統計的に有意な差が認められた。他方、「確率判断の価値」の因子得点の平均値の差については、統計的に有意な差を認めることはできなかった。

「確率への好意性」については、確率学習指導に自信あると肯定的に答えた肯定群の平均が $8.434 < 2.5 \times 4 = 10$ であることから、「確率への好意性」については、肯定的である。また、否定群においては、平均値が $11.027 > 2.5 \times 4 = 10$ であることから、「確率への好意性」については、否定的な傾向である。

表3. 確率の学習指導の自信による各因子の特徴

因子と項目	教師になるあたり、確率の学習指導についての自信がある.				
	肯定群 (n=53)		否定群 (n=37)		t (88)
	M	SD	M	SD	
I. 確率への好意性 因子	8.434	2.430	11.027	2.331	4.835 ***
1 中学校の時の確率の授業は楽しかった	1.736	0.756	2.378	0.911	3.391 ***
2 高等学校の時の確率の授業は楽しかった	1.830	0.946	2.622	0.911	3.720 ***
3 確率は簡単である	2.340	0.868	2.838	0.678	2.646 **
4 確率は数学の他の内容よりも得意である	2.528	0.964	3.189	0.651	3.381 ***
II. 確率判断の価値	7.509	2.368	8.108	2.191	0.735
5 確率は日常でよく使われていると思う	1.396	0.561	1.486	0.683	0.002
6 確率を用いて判断した経験がある	1.434	0.659	1.676	0.700	1.277
7 確率を用いて表現した経験がある	1.566	0.836	1.622	0.672	0.648
10 確率が分かっていると判断がしやすいと思う	1.642	0.647	1.622	0.630	1.216
11 自分で確率を計算して、判断することは重要である	1.472	0.662	1.703	0.513	1.407

下位の項目の平均値を見てみると、項目2の「高等学校での確率の授業を楽しかった」に対して肯定的か、否定的であるかが大きく分かれている。

同様に、項目3「確率は簡単である」に対しても、肯定的か否定的かに分かれていることが

認めることができる。

項目1については、平均値の差に統計的に有意であるが、肯定群(平均値1.736)、否定群(平均値2.378)ともに平均値が2.5未満であることから、「中学校の時の確率は楽しかった」ことについては、両群とも肯定的である。

項目4については、肯定群、否定群ともに、平均値が2.528、3.189であり、2.5よりも大きい値を示すことから、否定的である。全体的に、確率よりも、他の数学の内容の方が得意であることを示唆している。

「確率判断の価値」については、平均値の差に対して、統計的に有意な差は認められなかった。しかし、肯定群の平均値7.509、否定群の平均値8.108は、ともに 2.5×5 項目=12.5よりも小さいことから、肯定的な反応であると解釈できる。また、各下位項目5、6、7、10、11の肯定群、否定群のそれぞれの平均値は全て1.8未満であることから、肯定的な反応を示していることを認めることができる。すなわち、確率の学習指導の自信のあるなしに関係なく、「確率判断の価値」については、肯定的な傾向であるのである。

5. 考察

研究1より、確率の学習指導についての自信に対する態度尺度の開発を行った。その結果、調査対象の数が90と余り多くないので、その精度には影響があるが、因子分析を行い、「確率への好意性」と「確率判断の価値」という2つの因子で構成されていることが示され、信頼性、適合度においても、概ね満たすことができる態度尺度であった。

研究2では、確率の学習指導に自信があると答えた肯定群と、そうでないと答えた否定群にわけて、研究1で抽出した2つの因子の反応の違いについて調査を行った。その結果、「確率への好意性」については、肯定群は肯定的な反応を示し、否定群は、否定的な反応を示すことが、平均値の差の検定と分析において、示すことができた。特に、肯定群、否定群ともに中学校での確率学習は楽しかったと肯定的に捉えていたが、肯定群は、高等学校での確率の学習を楽しんでいたと肯定的であるのに対して、否定群は、高等学校の確率の学習については、否定的であった。このことから、専門性が高まる高等学校での確率の学習経験が確率の学習指導に自信を持つかどうかの1つの要因になる可能性を示すことができた。

第II因子である「確率判断の価値」については、肯定群、否定群ともに肯定的な反応であることを示した。これは、両群ともに、確率を用いた判断の価値については、認めていることで

ある。これは、確率の計算だけを教えるだけでなく、確率を用いた判断までの学習が重要であることを認識していると捉えることができる。

このことは、次のようなことに肯定的に示していることである。2021年度から完全実施される中学校学習指導要領、2022年から段階的に実施される高等学校学習指導要領のどちらにおいても、確率、統計の学習が重視され、それらを用いて思考し、判断、表現する数学的活動が重要視されている（文部科学省2017, 2019）。

6. おわりに

今回の研究では、確率の学習指導の自信という項目に対して、肯定的であるか、否定的であるかをどのような因子を持って成り立っているかを示すために、態度尺度を開発し、それを学生にかけることよって、2つの因子、「確率への好意性」と「確率判断の価値」を見出すことができた。また、態度尺度に信頼性、妥当性について検討を行い、概ね満足ができるのではないかと結論を得た。しかし、再検査を実施していないため、再検査信頼性の検討は行うことができていない。これは、今後の大きな課題である。

また、確率の学習指導についての自信があるかどうかで、大きな特徴を示したのが、「高等学校での確率の授業が楽しかった」という項目への反応であった。これは肯定群が肯定し、否定群は否定するという形になり、高等学校での確率の指導が、学生の確率の学習指導についての自信に影響があることが示された。これについては、今後の研究で、確率の学習のどの部分に影響を与えているかを調べていく必要がある。

今後は、これらの結果を基にして、教員養成系の学生に対する確率教育の充実が必要であると共に、そのための教材と指導法の開発が必要である。更に、今回の対象学生については、確率指導に対する研修が必要である。研修と、教材開発については、今後の研究で明らかにしていく。

付 記

本研究は、JSPS 科研費（No.19K03157）の助成を受けて行われた。

参考・引用文献

伊川美保, 楠見 孝 (2020) : 統計リテラシー自己効力感尺度日本語版の作成, 心理学研究91

巻2号 p133-141

今井敏博 (2004) : 小学校教員志望学生の算数・数学に対する態度に関する一考察. 日本数学教育学会誌 86(4). p21-26

Jendraszek, P. (2008): Misconceptions of probability among future mathematics teachers. Saarbrucken, Germany VDM Verlag Dr. Muller.

Gilovich, T, Griffin D. and Kahneman D. (2002): Heuristics and Biases: The Psychology of Intuitive Judgment Cambridge University Press.

Kahneman, D., Slovic, P. and Tversky, A. (eds.) (1982): Judgement Under Uncertainty: Heuristics and Biases, Cambridge University Press.

藤井良宜, 木根主税, 渡邊耕二, アダチ徹子, 川北直子 (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

湊 三郎 (1980) : 小学校教員志望学生の算数に対する態度への算数科教材研究 (科目) の影響. 日本教科教育学会誌, 5巻3号, p127-137

湊 三郎, 石川智香子, 小松 樹他4名 (1981) : 目標分類学にもとづいた我国小学校教員志望学生のため Likert 型数学的態度測定用具の開発, 日本教科教育学会誌, 6巻1号, p11-18

文部科学省 (2016) : 平成27年度公立高等学校における教育課程の編成・実施状況調査の結果について

https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afieldfile/2019/02/12/1413569_002_1.pdf

文部科学省 (2017) : 中学校学習指導要領解説数学編 (平成29年告示)

http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017

文部科学省 (2018) : Society 5.0 に向けた人材育成～社会が変わる, 学びが変わる～

https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf

文部科学省 (2019) : 高等学校学習指導要領 (平成30年告示) 解説編 数学編 理数編, 学校図書

西仲則博・吉川 厚 (2011) : 中学校教育における統計的思考力を育む授業実践, 科学教育研究, 日本科学教育学会, Vol. 35 No.2, p.153-165

内閣府 (2016) : 科学技術基本計画 <https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5honbun.pdf>

内閣府 (2021) : 科学技術・イノベーション基本計画

<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>

Tversky, A. and Kahneman, D. (1973): Availability: A heuristic for judging frequency and probability, *Cognitive Psychology* No. 5, 207-232

Watson, J M. (2001): Profiling teachers' competence and confidence to teach particular mathematics topics; The case of chance and data. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 4(4), 305-337