

標準正規分布の問題に関する誤答分析

及び効果的な教育提案と検証

—文科系大学生に行った「標準正規分布」のテスト問題の誤答分析を通して—

Analysis of Errors in Standard Normal Distribution Problems and Proposals and Evaluation of Effective Instruction

—Through an Error Analysis of Test Problems on the Standard Normal
Distribution Administered to College Students of Arts and Humanities—

佐々木 淳¹

Jun Sasaki¹

¹下関市立大学

Shimonoseki City University

要旨

本研究は、高等学校学習指導要領（文部科学省、2019、以下「新学習指導要領」と略記する）を踏まえ、統計的な推測の履修状況を調査し、その中から標準正規分布に関する問題を取り上げ理解の様相を確認した。

また、標準正規分布の過去の誤答データを踏まえ、効果的な教育方法を提案し、その教育実践を行い、その教育効果を検証した。

標準正規分布の問題については、図を描き数式との対応関係を理解させ、見直しをすることで、正答率に上昇が見られたが、用具的理解に終始した誤答及びケアレスミスが少なからず存在した。ケアレスミスに対する対策については、改善の余地が残されている。

キーワード：誤答分析、統計的な推測、標準正規分布

Abstract

This study investigated the status of learning statistical inference based on the new high school curriculum guidelines, focusing on problems related to the standard normal distribution to assess understanding.

Furthermore, based on past incorrect answer data for the standard normal distribution, effective teaching methods were proposed, implemented in educational practice, and their

effectiveness was verified.

Regarding problems on the standard normal distribution, having students draw graphs to understand the relationship with the formula and then review their work led to an increase in the correct answer rate. However, a significant number of errors persisted, including those based solely on rote understanding and careless mistakes. Measures to address careless mistakes still have room for improvement.

Keywords: Error Analysis, Statistical Inference, Standard Normal Distribution

1. はじめに

令和 7 年度は、平成 30 年に告示された新学習指導要領に基づく教育を受けた生徒が大学に入学する初年度に相当する。新学習指導要領における改訂によって、実質的に「統計的な推測」を履修する生徒数が増加した。従来は、日本学術会議（2020）が指摘するように「選択科目数学 B の『確率分布と統計的な推測』は多くの大学において入学試験の出題範囲外とされ、実際には十分に学習されていない」状況であった。しかし、今回の改訂を契機として、従来は出題範囲外とされていた「統計的な推測」を必修内容として入試に導入する大学が複数現れている。

この状況を鑑みると、中等教育及び高等教育で「統計的な推測」に関する教育的知見を体系的に蓄積し、その効果を検討することが喫緊の課題であると考えられる。

そこで本研究は、高等学校の数学 B の「統計的な推測」における標準正規分布の問題に焦点を当て、大学の文系学部の新入生における同単元の履修状況及び習得状況を調査する。また、2024 年度までに蓄積してきた誤答分析に基づく教育提案の有効性について、数学基礎力テスト及び期末テストの結果を用いて検証することを目的とする。

本稿は、2025 年度数学教育学会春季例会、2025 年度日本テスト学会 23 回大会における質疑応答と数学基礎力テスト及び期末テストの結果を踏まえて加筆・修正したものである。

2. 研究の方法等

2-1. 研究の前提条件、対象の授業及び履修登録者数

本研究では、2023 年度、2024 年度及び 2025 年度に S 大学経済学部の学生を対象として行った「統計入門」の期末テストと 2025 年度に同授業で行った数学基礎力テストの結果を用いて、誤答を分析した。

「統計入門」は、記述統計と推測統計の基礎を学ぶ科目であり、高等学校の教育課程における数学 I「データの分析」及び数学 B「統計的な推測」に対応する内容を含んでいる。開講は 2023 年度までは春学期のみ、2024 年度以降は春学期及び秋学期で、単位数は 2 である。講義はパワーポイントを用いて行った。対象学年は主に 1 年生、授業内容は表 1 の通りで、教科書は大内(2024)を用いた。本稿に関する授業は、第 10 回次に実施した。

2024 年度・2025 年度の期末テストでは電子式卓上計算機（以後、電卓と略記）の持ち込みを許可したが、2023 年度の期末テスト及び 2025 年度の数学基礎力テストについては、計算力の分析も兼ねていたため、電卓の持ち込みを許可しなかった。

表 1 統計入門の授業内容（背景灰色は、本稿の該当箇所）

回	内容	回	内容
1	統計学・データサイエンスの概要	9	相関分析、回帰分析の概要
2	データの種類、データ・AI の利活用	10	確率変数と確率分布、正規分布
3	データの表現、データの可視化	11	二項分布、点推定、区間推定
4	データの特性値（代表値）	12	二項分布、点推定、区間推定の演習
5	データの特性値（散布度）	13	10～12 の内容の演習
6	データの特性値（標準化）	14	1～13 の内容を総括し演習
7	集合、確率、条件付き確率	15	1～13 の内容を総括し演習
8	2 変量データ、クロス集計表など	期末テスト	

出題したテストの問題は、 Z を標準正規分布 $N(0,1)$ に従う確率変数とすると、与えられた正規分布表に $P(0 \leq Z \leq t) = p(t)$ が記載されているものから数値を読み取り解答する形式である。正規分布表はチャート研究所編著(2022)の巻末にある形式のものをテスト用紙に含めて印刷した。

受検者のうち研究協力者の人数は、2023 年度 334 人、2024 年度春学期 311 人、同秋学期 45 人、2025 年度は期末テストが 312 人、数学基礎力テストは 307 人であった。

本稿において考察の対象とする標準正規分布に関する問題とその正答率は表 2 の通りである。また、対応する高等学校の教科書における例題及び演習問題は表 3 の通りである。

2-2. 倫理審査

対象の学生には文書と口頭により研究の趣旨を説明した。研究の参加は自由意思によること、途中で拒否できること、個人情報の保護及び匿名性の確保等を伝え、研究同意書を用いて同意を確認した。数学基礎力テストについては、日本とカリキュラムが異なる留学生を分析対象に含めなかった。分析の対象に含めなかった学生は、数学基礎力テストにおいては 2025 年度の留学生 7 人、期末テストにおいては、2023 年度に研究の参加に不同意であった 2 人、2025 年度に不同意であった 3 人である。本研究の調査実施に当たっては、下関市立大学の研究倫理審査委員会（受付番号 2301-0417）の承認を得て行った。

3. 誤答の分析

3-1. 授業の展開

授業では $P(0 \leq Z \leq 1.64) = p(1.64)$ を例に記号の意味及び正規分布表の活用方法を説明した後、学生に演習問題として $P(0 \leq Z \leq 1)$ 、 $P(0 \leq Z \leq 2)$ を提示し、正規分布表から確率を求める問題の演習を行った。その後、 $P(0 \leq Z \leq 1.5)$ を説明し、 $P(0 \leq Z \leq 1.96)$ 、 $P(0 \leq Z \leq 2.57)$ の問題を学生に演習させた。これらの例で一通り正規分布表の活用方法を理解させた後、 $P(-1.5 \leq Z \leq 0)$ などの場合を説明した。そして、学生に演習をさせながら、 $P(-1 \leq Z \leq 1)$ 、 $P(1 \leq Z)$ 、 $P(Z \leq 2)$ 、 $P(1.5 \leq Z \leq 2.5)$ について段階を踏んで解説と問題演習を行った。

表 2 本稿で扱う問題、答え及び正答率、 Z は標準正規分布に従う確率変数、色付きの背景は教育効果を検証した問題（2023 年度春 $N=334$ 、2024 年度春 $N=311$ 、2024 年度秋 $N=45$ 、2025 年度春 $N=312$ ）

問題	型	問題	答え	23 春	24 春	24 秋	25 春
1a	$P(0 \leq Z \leq a)$	$P(0 \leq Z \leq 2.17)$	0.4850		92.0%	97.8%	
1b	$P(0 \leq Z \leq a)$	$P(0 \leq Z \leq 1.16)$	0.3770				97.1%
2	$P(-a \leq Z \leq 0)$	$P(-0.51 \leq Z \leq 0)$	0.1950				93.3%
3	$P(-a \leq Z \leq a)$	$P(-1.96 \leq Z \leq 1.96)$	0.9500	91.3%	91.0%	95.6%	97.8%
4	$P(-a \leq Z \leq b)$	$P(-2 \leq Z \leq 1)$	0.8185		84.2%	75.6%	93.6%
5	$P(a \leq Z \leq c)$	$P(0.5 \leq Z \leq 1.5)$	0.2417		77.5%	75.6%	87.2%
6	$P(-c \leq Z \leq -a)$	$P(-2.5 \leq Z \leq -1.5)$	0.0606				90.1%
7	$P(a \leq Z)$	$P(2.5 \leq Z)$	0.0062		76.8%	71.1%	83.7%
8a	$P(-a \leq Z)$	$P(-2 \leq Z)$	0.9772	58.1%			
8b	$P(-a \leq Z)$	$P(-0.51 \leq Z)$	0.6950			71.1%	
8c	$P(-a \leq Z)$	$P(-1.47 \leq Z)$	0.9292				83.7%
9	$P(Z \leq a)$	$P(Z \leq 1.24)$	0.8925		77.8%	84.4%	87.2%
10	$P(Z \leq -a)$	$P(Z \leq -1.53)$	0.0630			73.3%	87.2%

表 3 教科書に記載されている標準正規分布の問題、例題は 1・2、問題は A・B で表示
表頭に示した 1 から 10 の数値は、表 2 の表側に示した問題の型に対応している。

出版社	高等学校の教科書名	教科書にある問題の型（表 2 に対応）									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
数研出版	数学	1		A	1	1	A	A		A	
数研出版	高等学校数学			A	1	1A					
数研出版	新編数学			A	1	1A					
数研出版	NEXT 数学			A	1	1	A			A	
数研出版	最新数学	1			2B	1A			B	2	
数研出版	新高校の数学	1A		B	2	2B			B	2	
東京書籍	Standard 数学	1A			1A	1A					
東京書籍	Advanced 数学	1		A			A	1A		1A	
東京書籍	Essence 数学	1A			2B	2B		2B		B	
啓林館	数学			A	1A			1		A	
啓林館	深進数学				1A			1A		A	
啓林館	新編数学	A			1A	A					
実教出版	新編数学	1A	1		1A	1A					
実教出版	高校数学	1A	1A		2B	2B		2		2B	B
実教出版	Progress 数学	1A	A	B	2B	2		2B			
第 1 学習社	新編数学			A		1A		A			1A

表 1 に示す問題 1 から 10 の正答率を概観すると、問題 1・問題 3 と問題 7・8 のように正答率に 15%以上の差が生じていたものもあった。しかし、高等学校教科書においては、これらの問題は同列に例題や演習問題として掲載されている。例えば、東京書籍『数学 B Advanced』（俣野博・河野俊丈ほか、2024）では、例題として $P(0 \leq Z \leq 1.5)$ 、 $P(Z > 1.5)$ 、 $P(Z \leq 2)$ が扱われ、演習問題として $P(Z \leq 1)$ 、 $P(Z > 0.5)$ 、 $P(-2 \leq Z \leq 2)$ 、 $P(-1.96 \leq Z \leq 1.96)$ が提示されている。表 2 の正答率から、これらの問題間で難易度に差があるため、授業の実践においては学生の理解度に応じた段階的な例題・演習問題の解説が必要になると考えられる。

以下における誤答の分類は 2023 年度から 2025 年度に実施した期末テスト及び 2025 年度の数学基礎力テストの結果をまとめて記載する。なお、2023 年度及び 2024 年度の期末テスト及び 2025 年度の数学基礎力テストの結果を踏まえた授業を 2025 年度に行っている。

3-2. 問題 1a・1b 及び問題 2 の分析

問題 1a は $P(0 \leq Z \leq 2.17) = 0.485$ 、問題 1b は $P(0 \leq Z \leq 1.16) = 0.377$ 、問題 2 は $P(-0.51 \leq Z \leq 0) = 0.195$ を解答する問題で、正規分布表に記載されてある数値から計算することなく解答ができる問題である。標準正規分布を理解し、正規分布表を適切に使用できるかを確認するために出題した。問題 1a、1b、2 の正答・誤答・無答の割合は表 4 から 6 で、それらの誤答の概要は表 7 から 9 の通りである。

問題 1a、1b 及び問題 2 の誤答の多くは、正規分布の理解不足に起因するものであった。問題 2 については、正規分布の理解不足に加え、読み取り間違いにより $P(-0.5 \leq Z \leq 0)$ を解答したのが見られた。また、 $P(-0.51 \leq Z \leq 0) = -p(0.51) = -0.195$ のように、数式を形式的に数値に置き換える答案も散見された。これら誤答の結果から、正規分布の基本的な問題でつまづいている学生が存在しているとわかる。そのため、小テストなどを用いて、早期につまづき箇所を把握し、教育に反映させる必要があると考える。なお、本問で誤答であった学生の答案は数値や数式のみで図の記載はほとんどなかった。

2024 年度までの誤答の結果から前述の知見は得られた。そのため、2025 年度の授業時は図を描いて理解の促進を図ると共に図の必要性を説明し、形成的評価として Google Form を用いた小テストも活用することで、つまづきを確認できるようにした。また、読み取り間違いも想定して、解答の数値が問題文の条件を満たすかを確認する見直しの方法を紹介し、実演も行った。このような見直しを実施することで誤答を軽減できる。例えば、本問の場合、0.1915と解答した場合は、 $p(t) = 0.1915$ を満たす t の値は0.5であり間違いとわかる。

正規分布表の読み間違いを考慮し、授業では見直しについても言及し、実際に前述の見直しの過程も紹介したが、同年度の期末テストにおいても読み間違いによる誤答は少なからずあった。そのため、読み間違いを減らすための工夫については、今後の課題としたい。

表 4 問題 1a : $P(0 \leq Z \leq 2.17)$ の正答・誤答・無答の内訳

出題時期	人数	正答	誤答	無答
2024 春	311	286(92.0)	14(4.5)	11(3.5)
2024 秋	45	44(97.8)	1(2.2)	0(0.0)

表 5 問題 1b : $P(0 \leq Z \leq 1.16)$ の正答・誤答・無答の内訳

出題時期	人数	正答	誤答	無答
2025 春	312	303(97.1)	9(2.9)	0(0.0)
2025 基礎	300	182(60.7)	36(12.0)	82(27.3)

表 6 問題 2 : $P(-0.51 \leq Z \leq 0)$ の正答・誤答・無答の内訳

出題時期	人数	正答	誤答	無答
2025 春	312	291(93.3)	20(6.4)	1(0.3)
2025 基礎	300	147(49.0)	70(23.3)	83(27.7)

表 7 問題 1a : $P(0 \leq Z \leq 2.17)$ の誤答の概要 () の数値は計算間違い

誤答要因	誤答例	24 春	合計	24 秋	合計
標準正規分布 の理解不足	$0.5 - p(2.17) = 0.015$	3(1)	10		
	$p(2) + p(0.17) = 0.5447$	3			
	$p(2.17) + p(2.1) = 0.0029$	1			
	$p(0.1) = 0.0398$	1			
	$0.5 + p(2.17) = 0.985$	1			
読み取り間違い	$p(2.16) = 0.4846$	1	3	1	1
	$p(2.08) = 0.4812$	1			
	$p(0.17) = 0.0675$	1			
当て推量	0.1	1	1		
合計		14	14	1	1

表 8 問題 1b : $P(0 \leq Z \leq 1.16)$ の誤答の概要

誤答要因	誤答例	25 春	合計	基礎	合計
標準正規分布 の理解不足	$0.5 - p(1.16) = 0.123$	2	3	6	18
	$0.5 - p(1.6) = 0.0548$			1	
	不等式の解答			7	
	$1 - p(1.16) = 0.6230$			3	
	$0.5 + p(1.16) = 0.8770$			1	
	$1 + p(1.16) = 1.3770$	1			
読み取り間違い	$p(1.66) = 0.4515$	1	3	1	7
	$p(1.17) = 0.3790$	1			
	$p(1.06) = 0.3554$	1			
	$p(1.6)$ 、 $p(0.16)$ 各々 2 人			計 4	
	$p(1.15)$ 、 $p(0.06)$ 各々 1 人			計 2	

誤答要因	誤答例	25 春	合計	基礎	合計
転記間違い	0.3772、0.3774、0.3776 各々1人	計 3	3		1
	0.3778			1	
当て推量				10	10
合計		9	9	36	36

表 9 問題 2 : $P(-0.51 \leq Z \leq 0)$ の誤答の概要、() の数値は計算間違い

誤答要因	誤答例	25 春	合計	基礎	合計
標準正規分布 の理解不足	$0.5 - p(0.51) = 0.305$	4	9	9(1)	43
	$0.5 - p(0.5) = 0.3085$	2			
	$-p(0.51) = -0.195$	1		14	
	$p(0.51) - 0.5 = -0.495$	1			
	$0.5 + p(0.51) = 0.695$	1		1	
	不等式の解答			9	
	$p(1.16) = 0.377$			2	
	$1 - p(0.51) = 0.805$			2	
	$0.5 + p(0.5) = 0.6915$			1	
	$p(0.5 + 0.51) = p(1.01) = 0.3438$			1	
	$p(2.5 - 0.51) = p(1.99) = 0.4767$			1	
	$0.5 + p(0.01) = 0.54$			1	
	$0 - \{-p(0.51)\} = -(-0.195)$			1	
読み取り 間違い	$p(0.5) = 0.1915$	8	8	11	16
	$-p(0.5) = -0.1915$			1	
	$p(0.5) = 0.1925$			1	
	$p(0.5) = 0.1591$			1	
	$p(0.5) = 0.1195$			1	
	$p(0.49) = 0.1879$			1	
記載間違い	$p(0.51) = 0.9150$	1	3		1
	$p(0.51) = 0.1956$			1	
	$p(0.51) = 1.95$	1			
	$p(0.51) = 1950$	1			
当て推量				10	10
合計		20	20	70	70

3-3. 問題 3 及び問題 4 の分析

問題 3 は $P(-1.96 \leq Z \leq 1.96) = 0.95$ を解答する問題、問題 4 は $P(-2 \leq Z \leq 1) = 0.8185$ を解答する問題である。これらの問題は正規分布表の数値を読み取るだけではなく、いずれもたし

算の計算が必要であり、正規分布の理解度を確認するために出題した。

問題 3 は 2023 年度から出題している問題である。問題 4 の解き方は問題 3 と同様であるが、問題 3 に関する値である 1.96 と 0.95 は頻繁に利用する値であるため、数値を記憶しているだけの場合も考えられるため出題した。計算間違いや読み間違いを除けば、問題 3 が正答で問題 4 が誤答の場合は、問題 3 の結果を記憶しているだけの可能性も考えられる。

問題 3、問題 4 の正答・誤答・無答の割合は表 10、11 の通りで、問題 3、問題 4 の誤答の概要は表 12、13 の通りである。

なお、本稿は 2024 年度までの知見を踏まえた授業を 2025 年度に行っているため、2025 年度期末テストの正答率が 2024 年度以前と比較して有意な差があるか否かを、カイ二乗検定を行った結果も含めた。有意な差がない場合については *n.s.* (*Not Significant*) と記載した。検定はイエーツ (Yates) の補正を行った場合も考慮して、有意差を判定した。

表 10 問題 3 : $P(-1.96 \leq Z \leq 1.96)$ の正答・誤答・無答の内訳、有意差は 2025 春と比較

出題時期	人数	正答	誤答	無答	有意
2023 春	334	305(91.3)	17(5.1)	12(3.6)	$**p < .01$
2024 春	311	283(91.0)	17(5.5)	11(3.5)	$**p < .01$
2024 秋	45	43(95.6)	2(4.3)	0(0.0)	<i>n.s.</i>
2025 春	312	305(97.8)	7(2.2)	0(0.0)	
2025 基礎	300	142(47.3)	68(22.7)	90(30.0)	

表 11 問題 4 : $P(-2 \leq Z \leq 1)$ の正答・誤答・無答の内訳、有意差は 2025 春と比較

出題時期	人数	正答	誤答	無答	有意
2024 春	311	262(84.2)	35(11.3)	14(4.5)	$**p < .01$
2024 秋	45	34(75.6)	10(22.2)	1(2.2)	$**p < .01$
2025 春	312	292(93.6)	20(6.4)	0(0.0)	
2025 基礎	300	131(43.7)	72(24.0)	97(32.3)	

問題 3、問題 4 の誤答についても、標準正規分布の理解不足に起因するものが多くを占めた。誤答の答案については、表 12、13 に示す通り、意味も分からず数式を計算しているものがあつた。意味も分からず計算に終始している誤答は、特に問題 4 で多くみられ、 $P(-2 \leq Z \leq 1) = P(0 \leq Z \leq 3)$ や $P(-2 \leq Z \leq 1) = P(0 \leq Z \leq 3) = 3P(0 \leq Z \leq 1)$ などのような平行移動によって無理やり正規分布表に記載されてある数値にした解答もあつた。

これらの誤答は、図を描かず数式のみで処理しているものが多かった。数式のみならず、問題で問われている内容を正確に把握し計算につなげるためにも図を描くことが重要で、その重要性を伝える必要があると考える。2025 年度は過去の誤答を踏まえ、授業時に図の重要性を強調することで誤答は減少したが、実際のテストでは図を描かず誤答となった学生が少なからず存在した。そのため、学生に図を描く習慣をつけさせる工夫も必要と考える。

表 12 問題 3 : $P(-1.96 \leq Z \leq 1.96)$ の誤答の内訳

誤答要因	誤答例	23 春	24 春	24 秋	25 春	計	25 基
標準正規分布 の理解不足	$p(1.96) = 0.475$	4	6			14	19
	$1 - p(1.96) = 0.525$	1					
	$p(1.96 \cdot 2) = p(2.92) = 0.4983$	1					
	$p(1) = 0.3413$	1					
	$p(2.5) - p(1.5) = 0.0606$		1				
	不等式の解答						8
	0.9						2
	$\pm p(1.96) = \pm 0.475$						2
	$0.95 \cdot 2 = 1.9$						1
	$2 - p(1.96) = 1.525$						1
	$p(1.96 \cdot 2) = p(2.82) = 0.4976$						1
	$0.3778 \cdot 2 = 0.7556$						1
	$1 - 2p(1.96) = 0.05$						1
	$0.5 - 2p(1.96) = -0.45$						1
	$0.5 - 0.05 = 0.45$						1
	$p(1.66) = 0.4515$						1
	$p(0.59) = 0.2224$						1
読み取り 間違い	$2 \cdot p(1.95) = 2 \cdot 0.4722 = 0.9488$		2	1		5	1
	$2 \cdot p(1.97) = 2 \cdot 0.4756 = 0.9512$	1		1			
	$2 \cdot p(1.92) = 2 \cdot 0.4726 = 0.9452$						1
転記間違い	$2 \cdot p(1.96) = 2 \cdot 0.4725 = 0.945$	1				2	
	$2 \cdot p(1.96) = 2 \cdot 0.457 = 0.914$				1		
計算間違い		5	2		5	12	1
当て推量		3	6		1	10	25
合計		17	17	2	7	43	68

表 13 問題 4 : $P(-2 \leq Z \leq 1)$ の誤答の概要、() の数値は計算間違い

誤答要因	誤答例	春	秋	25	計	基礎
標準正規分布 の理解不足	$p(2) - p(1) = 0.1359$	10(1)	5	4(1)	40 [47]	8
	$p(2.1) - p(1) = 0.1408$			1		
	$p(-2 \leq Z \leq 1) = p(0 \leq Z \leq 3) = 0.4987$	3		2		15
	$p(1) = 0.3413$	3	1	1		2
	$-\{p(2) + p(1)\} = -0.8185$	3				
	$1 - \{p(1) + p(2)\} = 0.1815$	2				(2)
	$-\{p(2) - p(1)\} = -0.1359$		2	1		3(2)

誤答要因	誤答例	24 春	秋	25	計	基礎
標準正規分布 の理解不足	$2 \cdot p(2) = 0.6826$	2			7 [47]	
	不等式の解答	2				8
	$p(-2 \leq Z \leq 1) = 3 \cdot p(0 \leq Z \leq 1)$			2		
	$p(1.09) = 0.3621$			1		
	0.3413、 -0.4772					4
	$1 + p(1) = 1.3413$					2
	$p(2) = 0.4772$					2
	$p(2.1) = 0.4821$					1
	$1 - p(2) = 1 - 0.4772 = 0.5228$					1
	$0.5 - 0.0196 = 0.4804$					1
	$p(2) + p(1) - 0.5 = 0.3185$					1
	$0.5 + p(1) = 0.8413$					1
	$1 + p(1.21) = 1 - 0.3869 = 0.6131$					1
	$1 - \{p(0.1) + p(0.2)\} = 0.8809$					1
	$0.3413 - (-0.4772)$					1
	$0.5 - \{p(1) + p(2)\} = 0.5 - p(3) = 0.0013$					(1)
読み取り間違い		4	2	2	8	
計算間違い				5	5	1
転記間違い		4	2		2	1
当て推量		1			1	13
	合計	35	10	20	65	72

3-4. 問題 5 及び問題 6 の分析

問題 5 は $P(0.5 \leq Z \leq 1.5) = 0.2417$ を解答する問題、問題 6 は $P(-2.5 \leq Z \leq -1.5) = 0.0606$ を解答する問題である。考え方や計算方法は問題 3、4 と同様であるが、問題 3、4 がたし算を用いる問題であったことに対し、本問は引き算を用いる問題として出題した。

問題 5、問題 6 の正答・誤答・無答の割合は表 14、15 で、問題 5、問題 6 の誤答の概要は表 16、17 の通りである。

問題 5、問題 6 の誤答についても、標準正規分布の理解不足に起因する形式的な数式の処理に終始したものが多くを占めたが、計算間違い、記載間違い、読み取り間違いなどのケアレスミスも見られた。

問題 5、問題 6 においても図を描くことで、引き算をすればよいことが容易に分かるが、図を描かずに形式的な数式処理に終始して誤答となったものが多かった。この結果を踏まえ、図を描かない形式的な数式処理は、表 16 や表 17 のような誤答例になることを学生に提示し、図の重要性を伝える必要があると考える。

計算間違い、記載間違い、読み取り間違いなどのケアレスミスについては、前述した見直しの導入のみならず、その数値が適切であるのかを検証する習慣が必要である。

表 14 問題 5 : $P(0.5 \leq Z \leq 1.5)$ の正答・誤答・無答の内訳、有意差は 2025 春と比較

出題時期	人数	正答	誤答	無答	有意
2024 春	311	241(77.5)	56(18.0)	14(4.5)	$**p < .01$
2024 秋	45	34(75.6)	10(22.2)	1(2.2)	$n.s.$
2025 春	312	272(87.2)	39(12.5)	1(0.3)	
2025 基礎	300	109(47.3)	94(22.7)	97(30.0)	

表 15 問題 6 : $P(-2.5 \leq Z \leq -1.5)$ の正答・誤答・無答の内訳

出題時期	人数	正答	誤答	無答
2025 春	312	281(90.1)	28(9.0)	3(1.0)

表 16 問題 5 : $P(0.5 \leq Z \leq 1.5)$ の誤答の概要、() の数値は計算間違い

誤答要因	誤答例	24 春	24 秋	25 春	計	基礎
標準正規分布 の理解不足	$p(0.5) + p(1.5) = 0.6247$	29(4)	3(1)	19(1)	85 [85]	25
	$p(0.5) + p(1.05) = 0.5446$			1		
	$p(1) = 0.3413$	3	1	4		13
	$p(1.5) = 0.4332$	2	1			4(1)
	$p(1.5) - \{0.5 - p(0.5)\} = 0.1247$	1		1(1)		(1)
	$0.5 - p(1.5) = 0.0668$			2		
	不等式の解答	1	1			9
	$p(1.05) - p(0.5) = 0.1616$			2		1
	$p(0.5) - p(1.5) = -0.2417$	1				
	$p(0.5 + 1.5) = p(2) = 0.4772$			1		4
	$p(1.05) = 0.3531$			1		1
	$p(1.09) = 0.3621$			1		
	$2 \cdot p(1.19) = 0.766$			1		
	$p(1.53) - p(0.5) = 0.2455$			1		
	$2p(1.05) - 0.5 = 2 \cdot 0.351 - 0.5 = 0.202$			1		
	0.4332、0.1915					4
	$p(0.5) + p(1.5) = p(1.55) = 0.4394$					1
	$1 - \{p(0.5) + p(2.5)\} = 0.3753$					1(1)
	$1 - \{p(2.5) + p(1.5)\} = 0.0073$					(1)
	$p(2.5) = 0.4938$					1
	$0.5 - p(1) = 0.1587$					1
	$p(0.5) - p(1.5) = -0.2417$					1

誤答要因	誤答例	24 春	24 秋	25 春	計	基礎
標準正規分布 の理解不足	$p(0.7) = 0.258$				0 [85]	1
	$1 + p(1.99) = 1.4757$					1
	$p(1.5) - p(0.5) = p(1) = 0.1915$					1
読み取り間違い	$p(1.5) - p(0.05) = 0.4133$	1(1)			2	
転記間違い	$p(1.5) - p(0.5) = 0.4322 - 0.1913$		1		1	
計算間違い		11	2	2	15	10
当て推量		2			2	11
合計		56	10	39	105	94

表 17 問題 6 : $P(-2.5 \leq Z \leq -1.5)$ の誤答の概要

誤答要因	誤答例	25 春	計
標準正規分布 の理解不足	$p(2.5) + p(1.5) = 0.927$	9	21
	$p(2.5 - 1.5) = p(1) = 0.3413$	4	
	$p(2.5) + p(1.5) - 0.5 = 0.427$	1	
	$0.5 - \{p(2.5) + p(1.5)\} = -0.427$	1	
	$p(2.5) - p(0.5) = 0.3023$	1	
	$p(2.5) + p(0.5) = 0.6853$	1	
	$0.5 - p(2.5) = 0.0668$	1	
	$p(1.5) = 0.4332$	1	
	$2p(2.05) - 0.5 = 0.4596$	1	
	$1 - 2p(2.05) = 0.0404$	1	
記載間違い	0.606	5	5
読み取り間違い	$p(2.05) - p(1.05) = 0.1267$	1	2
	$p(2.5) - p(1.05) = 0.1407$	1	
合計		28	28

3-5. 問題 7 から問題 10 の分析

問題 7 から問題 10 は不等式の範囲が閉じていない問題である。問題 6 までは、大学入学までに統計的な推測を履修しなかった学生も正規分布表と問題の関係から当て推量の可能性を含め正答となった例があった。しかし、問題 7 から問題 10 については大学入学までに統計的な推測を履修しなかった学生の正答数は 0 であった。

問題 7 は $P(2.5 \leq Z) = 0.0062$ 、問題 8a は $P(-2 \leq Z) = 0.9772$ 、問題 8b は $P(-0.51 \leq Z) = 0.695$ 、問題 8c は $P(-1.47 \leq Z) = 0.9292$ 、問題 9 は $P(Z \leq 1.24) = 0.8925$ 、問題 10 は $P(Z \leq -1.53) = 0.063$ を解答する問題である。それぞれの正答・誤答・無答の内訳は表 18 から表 21 で、誤答の概要は表 22 から 27 である。

表 18 問題 7 : $P(2.5 \leq Z)$ の正答・誤答・無答の内訳、有意差は 2025 春と比較

出題時期	人数	正答	誤答	無答	有意
2024 春	311	239(76.8)	59(19.0)	13(4.2)	$*p < .05$
2024 秋	45	32(71.1)	12(26.7)	1(2.2)	$n.s.$
2025 春	312	261(83.7)	50(16.0)	1(0.3)	
2025 基礎	300	88(29.3)	114(38.0)	98(32.7)	
					$**p < .01$

表 19 問題 8a・8b・8c の正答・誤答・無答の内訳

問題		出題時期	人数	正答	誤答	無答
問題 8a	$P(-2 \leq Z)$	2023 春	334	194(58.1)	122(36.5)	18(5.4)
問題 8b	$P(-0.51 \leq Z)$	2024 秋	45	32(71.1)	13(28.9)	0(0.0)
問題 8c	$P(-1.47 \leq Z)$	2025 春	312	261(83.7)	48(15.4)	3(1.0)

表 20 問題 9 : $P(Z \leq 1.24)$ の正答・誤答・無答の内訳、有意差は 2025 春と比較

出題時期	人数	正答	誤答	無答	有意
2024 春	311	242(77.8)	54(17.4)	15(4.8)	$**p < .01$
2024 秋	45	38(84.4)	6(13.3)	1(2.2)	$n.s.$
2025 春	312	272(87.2)	40(12.8)	0(0.0)	
2025 基礎	300	84(28.0)	119(39.7)	97(32.2)	
					$**p < .01$

表 21 問題 10 : $P(Z \leq -1.53)$ の正答・誤答・無答の内訳、有意差は 2025 春と比較

出題時期	人数	正答	誤答	無答	有意
2024 秋	45	33(73.3)	10(22.2)	2(4.4)	$*p < .05$
2025 春	312	272(87.2)	40(12.8)	0(0.0)	
2025 基礎	300	86(28.7)	110(36.7)	104(34.7)	
					$**p < .01$

表 22 問題 7 : $P(2.5 \leq Z)$ の誤答の概要、() の数値は計算間違い

誤答要因	誤答例	24 春	24 秋	25 春	計	基礎
標準正規分布 の理解不足	$0.5 + p(2.5) = 0.9938$	21	3	14	84 [88]	7
	$p(2.5) = 0.4938$	15	2	14		54(2)
	----- $p(2.5) = 0.4983$					1
	$1 - p(2.5) = 0.5062$	6		4		
	$p(2.5) - p(0.5) = 0.3023$	1		1		
	$p(2.5) - 0.5 = -0.0062$	2				
	$p(3) - p(2.5) = 0.0048$	1				

誤答要因	誤答例	24 春	24 秋	25 春	計	基礎
標準正規分布 の理解不足	$p(0.5 + 2.5) = p(3) = 0.4989$			1	4 [88]	
	$p(2.5 - 0.5) = p(2) = 0.4772$			1		1
	$0.5 - p(2) = 0.0228$			1		
	$1 + p(1) = 1.3413$			1		
	$1 - p(2.5) = 0.5062$					14(1)
	不等式の解答					5
	$p(2.5) = p(2) + p(0.05) = 0.6687$					1
	$2p(2.5) = 0.9876$					1
	$p(2.05) = 0.4798$					1
	$0.5 + p(2.4) = 0.9918$					1
	0.0037					1
読み取り 間違い	$0.5 - p(2.05) = 0.0202$	3(1)	2	3(1)	12	2
	$0.5 - p(2.04) = 0.0207$	1				
	$0.5 - p(2.55) = 0.0054$	1				
	$0.5 - p(2.4) = 0.0082$					2
	$0.5 - p(2.54) = 0.0055$					1
転記間違い	$p(1.5) - p(0.5) = 0.062$			3(2)	5	3
計算間違い		6	3	4	13	3
当て推量		1	2		3	13
合計		59	12	50	121	114

表 23 問題 8a : $P(-2 \leq Z)$ の誤答の概要 () の数値は計算間違い

誤答要因	誤答例	23 春	合計
標準正規分布 の理解不足	$0.5 - p(2) = 0.0228$	64(7)	111
	$p(2) = 0.4772$	22	
	$1 - p(2) = 1 - 0.4772 = 0.5228$	7(1)	
	$-p(2) = -0.4772$	3	
	$p(2.5) + p(1.5) = 0.0606$	2	
	$2 \cdot p(2) = 0.4772 \times 2 = 0.9544$	2(1)	
	$p(0.5 + 2) = p(2.05) = 0.4798$	1	
	$p(1) + p(2) = 0.8185$	1	
計算間違い		2	2
読み取り間違い	$0.5 + p(1.9) = 0.5 + 0.4713 = 0.9713$	1	2
	$0.5 + p(0.2) = 0.5793$	1	
当て推量		1	1
不明		6	6
合計		122	122

表 24 問題 8b : $P(-0.51 \leq Z)$ の誤答の概要

誤答要因	誤答例	24 秋	合計
標準正規分布 の理解不足	$p(0.51) = 0.1950$	7	13
	$0.5 - p(0.51) = 0.350$	3	
	$1 - p(0.51) = 0.8050$	1	
	$1 - p(0.5) = 0.8085$	1	
	$-p(0.51) = -0.1950$	1	

表 25 問題 8c : $P(-1.47 \leq Z)$ の誤答の概要

誤答要因	誤答例	25 春	合計
標準正規分布 の理解不足	$p(1.47) = 0.4292$	15	38
	$0.5 - p(1.47) = 0.0708$	14	
	$1 - p(1.47) = 0.5708$	3	
	$1 + p(1.47) = 1.4292$	1	
	$p(1.47 + 0.5) = p(1.97) = 0.4756$	2	
	$p(-1.47 + 0.5) = p(0.97) = 0.334$	1	
	$p(1.47) - p(0.5) = 0.2377$	1	
	$p(1.47) + p(0.5) = 0.6207$	1	
計算間違い		4	4
4 転記間違い	$0.5 + p(1.47) = 0.5292$	2	3
	$0.5 + p(1.47) = 0.9242$	1	
読み取り間違い	$0.5 + p(1.46) = 0.9279$	2	2
	$0.5 + p(1.46) = 0.9297$	1	1
合計		48	48

表 26 問題 9 : $P(Z \leq 1.24)$ の誤答の概要、()の数値は計算間違い

誤答要因	誤答例	24 春	24 秋	25 春	計	基礎
標準正規分布 の理解不足	$0.5 - p(1.24) = 0.1075$	19	2	13	72 [82]	9(1)
	$0.5 - p(1.23) = 0.1093$			1		
	$p(1.24) = 0.3925$	10(1)	2	9		53
	$p(1.23) = 0.3907$					2
	$p(1.14) = 0.3729$					1
	$p(1.42) = 0.4222$					1
	$1 - p(1.24) = 0.6075$	6		6		
	$p(0.5) + p(1.24) = 0.584$	2				(1)
	$p(1.24) + p(2) = 0.8697$	1				

誤答要因	誤答例	24 春	24 秋	25 春	計	基礎
標準正規分布 の理解不足	$1 + p(1.24) = 1.3925$	1			10 [82]	4
	不等式の解答	3				8
	$p(1.24 + 0.5) = p(1.74) = 0.4591$			2		
	$p(1) + p(1.24) = 0.7338$			1		1
	$p(1.24 + 0.5) = p(1.79) = 0.4633$			1		
	$2 \cdot p(1.24) = 0.785$			1		
	$p(1.24) - p(0.5) = 0.2010$			1		
	$5 + p(1.24) = 5.3925$					1
	$p(0.5) + p(0.24) = 0.2863$					1
	$p(1.24 - 0.5) = p(0.74) = 0.2704$					1
	$2 - p(1.24) = 1.6075$					(1)
	$p(1.56) = 0.4406$					1
読み取り間違い	$0.5 + p(1.23) = 0.8907$	6	1	2	9	3
	$0.5 + p(1.34) = 0.9099$					1
計算間違い		1	1	2	9	14(2)
その他	当て推量	3		1		13
	前の問題の解答を記述	1				
合計		54	6	40	100	119

表 27 問題 10 : $P(Z \leq -1.53)$ の誤答の概要、() の数値は計算間違い

誤答要因	誤答例	24 秋	25 春	計	基礎
標準正規分布 の理解不足	$0.5 + p(1.53) = 0.937$	2(1)	9(2)	38 [38]	7(2)
	$p(1.53) = 0.437$	2	11		37
	$-p(1.53) = -0.437$				11
	$1 - p(1.53) = 0.563$	1	3		12(2)
	$p(1.53 - 0.5) = p(1.03) = 0.3485$		3		1
	$p(1.53) - p(0.5) = 0.2455$		1		
	$p(1.53) + p(0.5) = 0.6285$		1		
	$p^{-1}(0.5 - p(1.53)) = p^{-1}(0.0624) \cong 0.16$		1		
	$p(1.53) - 0.5 = -0.063$		(1)		
	不等式の解答				6
	$0.5 + p(1.52) = 0.9357$				3
	$p(1.52) = 0.4357$				1
	$-p(1.52) = -0.4357$				1
	$1 - p(1.52) = 0.5643$				1
	$p(2.5 - 1.53) = p(0.97) = 0.334$				1

誤答要因	誤答例	24 秋	25 春	計	基礎
標準正規分布 の理解不足	$p(3.5 - 1.53) = p(1.97) = 0.4756$			0 [38]	1
	$p(0.5) + p(1.53) = 0.6285$				1
	$5 + p(1.53) = 5.437$				1
計算間違い		2	3	5	7
読み取り間違い	$0.5 - p(1.52) = 0.0643$	1	2	5	2
	$0.5 - p(1.54) = 0.0618$		1		
	$0.5 - p(1.04) = 0.1515$		1		
記載間違い	$0.5 - p(1.53) = 0.5 - 0.473 = 0.027$			0	1
その他	解なし	1		2	1
	不明		1		
	当て推量				11
合計		10	40	50	110

問題 7 から問題 10 についても、正規分布の理解不足による誤答が多い点はそれまでと同様であった。図を描かず、正規分布の意味を十分に理解しないまま、用具的理解に基づいて数式処理のみを進めていた学生の理解不足が顕著に表れた結果となった。

特に $P(Z \leq 0) = 0.5$ 、 $P(Z \geq 0) = 0.5$ を $p(0.5) = 0.1915$ として無理やり計算した誤答では、誤りが重なり $p(0.5) + p(2.5) = p(2.5 + 0.5) = p(3)$ とした解答も存在した。

4. 教育への効果検証

3 章に示した 2023 年度及び 2024 年度の答案分析の結果、誤答の多くは、正規分布に対する理解の不足に起因し、図の記載がなく形式的な数値の置換にとどまっていた。その他は、不等式の読み違い、正規分布表の読み取り誤り、計算間違いによるものであった。

2025 年度は、これらの知見を踏まえた授業を実施し、その教育効果についてマクネマー検定を用いて有意性を検証した。具体的な改善策としては、図を記載させて数式と図を対応させることで用具的理解にとどまらず意味的理解を促すこと、さらに見直しの手続きを導入することである。ただし、2025 年度入学の学生は、2024 年度までに入学した学生と異なり、高等学校で「統計的な推測」を履修している者が多く含まれていた。そのため、本研究では「統計的な推測」について、履修者と未履修者に分けて教育効果を検証した。

2025 年度入学の新入生に「統計的な推測」の履修状況及びその学習定着度の確認を 4 月 21 日に実施した数学基礎力テストを通して調査した。留学生を除く受検者は 300 人で、期末テストを受検した学生は 297 人であったので、本稿はこの 297 人を教育効果の検証対象とした。なお、297 人のうち統計的な推測を履修した学生は 226 人、未履修者は 71 人であった。これらの状況をまとめたものは表 28 の通りである。2025 年度の数学基礎力テスト（4 月）と期末テスト（8 月）で出題した問題における正答率の比較は表 29 の通りで、表 30 から 37 は、それぞれの問題の正答数の変化をまとめたものである。マクネマー検定は、IBM SPSS for Windows Ver.28.0 を使用した。記載の p 値は、二項検定による p 値である。

表 28 数学基礎力テスト及び期末テストの受検者数（ ）の数値は、統計的な推測の履修者／未履修者

	期末テスト受検	同左・未受検	合計
数学基礎テスト受検	297 (226／71)	15	312
同上・未受検	3 (2／1)	7	10
合計	300	22	322

表 29 正規分布の問題の正答率の変化 履修者 N=226、未履修者 N=71

上段の正答率は数学基礎力テスト（４月）、下段の正答率は期末テスト（８月）

問題	型	問題	答え	履修者	未履修者	合計
1b	$P(0 \leq Z \leq a)$	$P(0 \leq Z \leq 1.16)$	0.3770	72.1%	25.4%	60.9%
				97.3%	97.2%	97.3%
2	$P(-a \leq Z \leq 0)$	$P(-0.51 \leq Z \leq 0)$	0.1950	59.7%	15.5%	49.2%
				93.4%	95.8%	93.9%
3	$P(-a \leq Z \leq a)$	$P(-1.96 \leq Z \leq 1.96)$	0.9500	59.7%	9.9%	47.8%
				98.2%	98.6%	98.3%
4	$P(-a \leq Z \leq b)$	$P(-2 \leq Z \leq 1)$	0.8185	55.3%	8.5%	44.1%
				95.1%	91.5%	94.3%
5	$P(a \leq Z \leq c)$	$P(0.5 \leq Z \leq 1.5)$	0.2417	46.0%	5.6%	36.4%
				89.4%	84.5%	88.2%
7	$P(a \leq Z)$	$P(2.5 \leq Z)$	0.0062	38.9%	0.0%	29.6%
				85.0%	80.3%	83.8%
9	$P(Z \leq a)$	$P(Z \leq 1.24)$	0.8925	37.2%	0.0%	28.3%
				86.3%	88.7%	86.9%
10	$P(Z \leq -a)$	$P(Z \leq -1.53)$	0.0630	39.8%	0.0%	30.3%
				86.3%	91.5%	87.5%

表 30 問題 1b の正誤の様相 ○が正答、×が誤答、M はマクネマー検定統計量、p は p 値

履修	期末○	期末×	未履修	期末○	期末×	合計	期末○	期末×
基礎○	161	2	基礎○	17	1	基礎○	178	3
基礎×	59	4	基礎×	52	1	基礎×	111	5

M : 53.3、p : 1.64×10^{-15} M : 49.1、p : 1.20×10^{-14} M : 102.3、p : 2.38×10^{-29}

表 31 問題 2 の正誤の様相 ○が正答、×が誤答、M はマクネマー検定統計量、p は p 値

履修	期末○	期末×	未履修	期末○	期末×	合計	期末○	期末×
基礎○	130	5	基礎○	10	1	基礎○	140	6
基礎×	81	10	基礎×	58	2	基礎×	139	12

M : 67.2、p : 9.58×10^{-19} M : 55.1、p : 2.08×10^{-16} M : 122.0、p : 5.44×10^{-34}

表 32 問題 3 の正誤の様相 ○が正答、×が誤答、M はマクネマー検定統計量、p は p 値

履修	期末○	期末×
基礎○	134	1
基礎×	88	3

M : 85.0、p : 2.91×10^{-25}

未履修	期末○	期末×
基礎○	7	0
基礎×	63	1

M : 63.0、p : 2.17×10^{-19}

合計	期末○	期末×
基礎○	141	1
基礎×	151	4

M : 148.0、p : 5.36×10^{-44}

表 33 問題 4 の正誤の様相 ○が正答、×が誤答、M はマクネマー検定統計量、p は p 値

履修	期末○	期末×
基礎○	122	3
基礎×	93	8

M : 84.9、p : 3.72×10^{-24}

未履修	期末○	期末×
基礎○	6	0
基礎×	59	6

M : 59.0、p : 3.47×10^{-18}

合計	期末○	期末×
基礎○	128	3
基礎×	152	14

M : 143.2、p : 2.72×10^{-4}

表 34 問題 5 の正誤の様相 ○が正答、×が誤答、M はマクネマー検定統計量、p は p 値

履修	期末○	期末×
基礎○	95	9
基礎×	107	15

M : 82.8、p : 2.00×10^{-22}

未履修	期末○	期末×
基礎○	4	0
基礎×	56	11

M : 56.0、p : 2.78×10^{-17}

合計	期末○	期末×
基礎○	99	9
基礎×	163	26

M : 137.9、p : 1.04×10^{-37}

表 35 問題 7 の正誤の様相 ○が正答、×が誤答、M はマクネマー検定統計量、p は p 値

履修	期末○	期末×
基礎○	82	6
基礎×	110	28

M : 93.2、p : 7.54×10^{-26}

未履修	期末○	期末×
基礎○	0	0
基礎×	57	14

M : 57.0、p : 1.39×10^{-17}

合計	期末○	期末×
基礎○	82	6
基礎×	167	42

M : 149.8、p : 5.91×10^{-34}

表 36 問題 9 の正誤の様相 ○が正答、×が誤答、M はマクネマー検定統計量、p は p 値

履修	期末○	期末×
基礎○	78	6
基礎×	117	25

M : 100.2、p : 8.42×10^{-28}

未履修	期末○	期末×
基礎○	0	0
基礎×	63	8

M : 63.0、p : 2.17×10^{-19}

合計	期末○	期末×
基礎○	78	6
基礎×	180	33

M : 162.8、p : 1.12×10^{-45}

表 37 問題 10 の正誤の様相 ○が正答、×が誤答、M はマクネマー検定統計量、p は p 値

履修	期末○	期末×
基礎○	78	8
基礎×	117	23

未履修	期末○	期末×
基礎○	0	0
基礎×	65	6

合計	期末○	期末×
基礎○	78	8
基礎×	182	29

$$M : 95.1, p : 5.93 \times 10^{-26} \quad M : 65.0, p : 5.42 \times 10^{-20} \quad M : 159.4, p : 4.83 \times 10^{-44}$$

表 29 の正答率の変化、表 30 から表 37 の正答数の変化により、正答率は有意な差が認められた。これは、学生が問題を解く際に図を描いて、式と図を対応させて問題を解いたこと、見直し手続きや解答の数値の検証方法を示すことでケアレスミスが減少したこと、不等式の読み間違いに注意を促したことで、不等式による間違いが減少したことが要因である。

しかし一方で、数学基礎力テストでは正答していたにも関わらず、期末テストで不正答になった学生も少数存在した。これらの要因は、正規分布表の読み間違い、不等式の読み間違いなどのケアレスミスであった。ケアレスミスによる誤答は見直し及び解答の数値が適切であるかを検証することで軽減できるが、実際には見直しや検証を行わない学生が多い。そのため、見直しや検証の有用性を学生に理解させ、習慣化させることが今後の課題である。

5. まとめ

本稿の目的は、「統計的な推測」の単位における「標準正規分布」の問題に焦点を当て、数学基礎力テストと期末テストの正答率や誤答を通して学生の理解状況を把握した上で、効果的な教育の提案を行い、その効果を検証することであった。

誤答分析の結果、標準正規分布の確率を求める初期段階、すなわち問題 1 から問題 3 においても、つまり学生が少数存在していた。また、問題 1 から問題 3 には正答できても、それ以外は誤答もしくは無答で、用具的な理解にとどまっている学生の存在も示唆された。このことから、形成的評価として小テスト等を適宜実施し、学生の理解状況を継続的に把握し、誤答箇所の振り返りを行い、理解の促進につなげる必要がある。

昨年度までに得られた知見を踏まえた授業実践を行い、期末テストでその教育効果の検証を行ったところ、正答率に有意な差が見られたものの、本稿の内容授業前には解けていた問題が、授業後には解けなくなっていた学生が少数存在していた。これらの主たる要因はケアレスミスによるものであるが、ケアレスミスに対する対策にはまだ改善の余地があるため、今後の課題としたい。

引用・参考文献

- 大内俊二（2024）「データサイエンス指向の統計学」、学術図書出版
- 佐々木淳（2025）「標準正規分布及び正規分布の問題に対する誤答分析及び授業導入の一考察」、数学教育学会、2025 年度数学教育学会春季年会発表予稿集、pp.24-26
- 佐々木淳（2025）「文科系大学生の記述統計・推測統計に関する期末テストの分析」、日本テスト学会、日本テスト学会第 23 回大会発表論文抄録集、pp.120-123
- チャート研究所編著（2022）「基礎からの数学 B」、数研出版、p.127（解答編）
- 日本学術会議（2020）「新学習指導要領下での算数・数学教育の円滑な実施に向けた緊急提言：統計教育の実効性の向上に焦点を当てて」、<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-t293-2.pdf>
- 俣野博・河野俊丈ほか 58 名（2024）「数学 B Advanced」、東京書籍
- 文部科学省（2019）「高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説数学編理数編」、学校図書