

國學院大學学術情報リポジトリ

小学校教師を目指す大学生の科学観について

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2023-02-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 猿田, 祐嗣 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.57529/00001306

小学校教師を目指す大学生の科学観について

猿田 祐嗣

【要旨】

教養総合科目のテーマ別講義科目（環境と技術）「科学的とは何か」の受講生のうち、特に小学校教師を目指す学生の科学の特性や科学的思考についての認識、すなわち科学観の実態を明らかにし、開講科目の講義内容の改善・見直しに資するデータとして活用しようとした。テーマ別講義科目の授業開始時と終了時において科学観に関するアンケート調査を実施したところ、受講生が科学の創造性、テスト可能性、簡潔性といった内容の理解状況において変化を示した。小学校教師を目指す学生は、科学の法則・理論・概念が人間の創造の産物であるかどうかや、科学の法則・理論・概念が可能な限り簡潔に表現されているかどうかの判断に迷っている状況が明らかになり、科学的な知識や概念の成り立ちや科学理論の統一に関して見直すなど授業内容を改善すべきであるとの示唆が得られた。

【キーワード】

科学観 科学的思考 科学的探究 大学生 小学校教師 アンケート調査

1. はじめに

人間開発学部において掲げるコア・コンピテンシーである「論理的科学的思考能力」を、筆者は「自然だけでなく我々を取り巻く環境や社会で生起する様々な諸問題を解決する過程で、客観的・実証的な情報やデータといった証拠を用いて論理的に結論を導き出せる能力」として捉えている¹⁾。そして、平成25年度から教養総合科目のテーマ別講義科目（環境と技術）において「科学的とは何か」というテーマの授業を前期に、たまプラーザキャンパス（月曜2限）と渋谷キャンパス（金曜1限）の両方で開講し、「論理的科学的思考能力」を育成することを目指して内容を構成し、特に科学的な見方・考え方の重要性について認識させることを目標とした授業を行っている。科学的な見方・考え方の育成は理科教育の主要な目標²⁾であるが、OECDの「生徒の学習到達度調査：PISA」においても、21世紀の社会を生きる一般市民が身に付けるべき科学的リテラシーとして科学的探究の方法や科学が果たす役割などを含む科学観を育成することが求められている³⁾。

科学哲学の主要な課題である「科学とは何か」という問いかけ⁴⁾について、朝永振一郎が科学的知識を「現在に至るまで絶えず変化しており、将来も変化するにちがいない」⁵⁾として暫定的なものと捉えた。それに対して、中谷宇吉郎は「現在の科学に使われているいろいろな考え方、すなわち科学の思考形式を通じて自然を認識し、その上に立って、科学がつくり上げられて

いる。」⁶⁾とし、さらに「自然界には、固定した実態が、どこかにかくされていて、それを人間が科学によって探していくうちに、うまくいったときには見つけることができる、というようなものでないことが分かる。科学が発見した物の実態もまた法則も、こういう意味では、人間と自然との共同作品である。」⁷⁾と捉えて、人間の思考形式こそ科学的知識を生み出すために重要であるとした。このように、著名な科学者であっても科学の見方や考え方に違いがみられる。現在の理科教育においては、朝永の科学的知識の暫定性という捉え方については平成10年に告示された小学校学習指導要領の解説理科編において「自然の特性は人間の創造の産物である」⁸⁾という考え方を示した上で新たに「見通しをもって観察・実験を行う」⁹⁾という目標が加えられた経緯がある。また、中谷が指摘する科学の思考形式は「科学的な見方・考え方を養う」という小学校理科の目標につながる。

小学校理科を指導するには、上述した科学の特性や科学的思考とはどのようなものか、について理解し、知識として身に付けておく必要がある。そこで、筆者が担当する「科学的とは何か」と題する教養総合科目のテーマ別講義科目の受講生のうち、特に大多数が小学校教師を目指す初等教育学科在籍の学生の科学の特性や科学的思考についての認識、すなわち科学観の実態を明らかにし、開講科目の講義内容の改善・見直しに資するデータとして活用しようとした。

2. 方法

大学生の科学観を明らかにするために、次のようなアンケート調査を実施した。

2-1. アンケートの内容

科学観に関するアンケートとしては、角屋らが開発した変形NSKSテスト¹⁰⁾を用いた。変形NSKSテストは、科学の特性を科学の創造性、発展性、テスト可能性、簡潔性という4種の尺度で調べようとするものである。4種の尺度は、それぞれ肯定、否定の両項目からなる3つの下位尺度を持ち、計24項目で構成される（表1参照）。各質問項目に対しては、「強くそう思う」、「そう思う」、「どちらでもない」、「そう思わない」、「強くそう思わない」という5つの選択肢から1つ選ばせるものであった。なお、表1、表3～8においては4種の尺度ごとに分類して示したが、実際のアンケート用紙においては24個の質問項目を1) から24) の順にランダムに配置した。

表1 科学観に関するアンケート調査項目

尺度	下位尺度	質問項目（各下位尺度の上段：肯定項目、下段：否定項目）
科学の創造性	内容の創出	9) 科学的知識は、科学者の創造性を表している。
		17) 科学的知識は、科学者の創造性を表していない。
	きまりの創出	10) 科学における法則、理論、および概念は、人間の創造性を表している。
		1) 科学における法則、理論、および概念は、人間の創造性を表していない。
科学の創造	13) 科学的理論と芸術は共に独創性を表すという点において、科学的理論の構築という仕事は、芸術の仕事と似ている。	
	21) 科学的理論は、人間によって創造されるものではなく、見つけだされるものである。	

科学の発展性	科学理論の現時点での確定性	8) たとえ科学的知識に誤りが含まれる可能性があるとしても、その科学的知識は認められる。 12) 科学的知識に誤りを含む可能性がある限り、その知識は認められない。
	科学理論の暫定性	18) 科学的知識は、吟味され変わるものである。 23) 科学的知識は、変わらないものである。
	科学理論の可変性	22) 過去において受け入れられてきたが今は受け入れられていない科学的信条は、その歴史的な脈上で評価されるべきである。
		15) 科学的信条は、時代を超えて常に変わらない。
科学のテスト可能性	テストの再現性	11) 科学的知識に対して証拠を求めることは、繰り返して行わなければならない。 16) 科学的知識に対して証拠を求めることは、繰り返して行う必要はない。
	テストの実証性	19) 科学における法則、理論、および概念は、信頼できる実験によってテストされる。 4) 科学における法則、理論、および概念は、実験的にテストができることを必要としない。
	結果の一致性	24) テスト結果の一致は、科学的知識を認めるときの一つの必要条件である。
		5) テスト結果の一致は、科学的知識を認めるときの一つの必要条件ではない。
科学の簡潔性	科学理論の単純性	2) 科学における法則、理論、および概念は、可能な限り簡潔に表現されている。 6) 科学における法則、理論、および概念は、可能な限り簡潔に表現されていない。
	科学理論の単簡性	3) 2つの科学的理論が科学者の観察事実を等しく説明するならば、より簡潔な理論の方が選ばれる。
		20) 2つの科学理論が科学者の観察事実を等しく説明するならば、より複雑な理論のほうが選ばれる。
	科学理論の数の最少性	14) 科学における法則、理論、および概念の数を、できるだけ最少にしようとしている。 7) 科学においては、できるだけ数多くの法則、理論、および概念を立てようとしている。

4種の各尺度の下位尺度について説明する。

科学の創造性に関する下位尺度の9)と17)は「科学的知識は、科学者の創造性を表している。」の肯定と否定の項目であり、「内容の創出」と略記される。1)と10)は「科学における法則、理論、および概念は、人間の創造性を表している。」の否定と肯定の項目であり、「きまりの創出」と略記される。13)と21)は「科学的理論は、人間によって創造されるものである。」という内容の肯定と否定の項目であり、「科学の創造」と略記される。

科学の発展性に関する下位尺度の8)と12)は「科学的知識に誤りが含まれる可能性があるとしても、その科学的知識は認められる。」の肯定と否定の項目であり、「科学理論の現時点での確定性」と略記される。18)と23)は「科学的知識は、吟味され変わるものである。」の肯定と否定の項目であり、「科学理論の暫定性」と略記される。15)と22)は「科学的信条は、時代によって変わる。」という内容の否定と肯定であり、「科学理論の可変性」と略記される。

科学のテスト可能性に関する下位尺度の11)と16)は「科学的知識に対して証拠を求めることは、

繰り返して行わなければならない。」の肯定と否定の項目であり、「テストの再現性」と略記される。4) と19) は「科学における法則、理論、および概念は、信頼できる実験によってテストされる。」の否定と肯定の項目であり、「テストの実証性」と略記される。5) と24) は「テスト結果の一致は、科学的知識を認めるときの一つの必要条件である。」の否定と肯定の項目であり、「結果の一致性」と略記される。

科学の簡潔性に関する下位尺度の2) と6) は「科学における法則、理論、および概念は、可能な限り簡潔に表現されている。」の肯定と否定の項目であり、「科学理論の単純性」と略記される。3) と20) は「2つの科学的理論が科学者の観察事実を等しく説明するならば、より簡潔な理論の方が選ばれる。」の肯定と否定の項目であり、「科学理論の簡単性」と略記される。7) と14) は「科学における法則、理論、および概念の数を、できるだけ最少にしようとしている。」の否定と肯定の項目であり、「科学理論の数の最少性」と略記される。

2-2. 調査対象及び時期

アンケート調査は、平成27年度前期開講の教養総合科目のテーマ別講義科目を受講した134名（たまプラーザ・キャンパスでの受講生96名、渋谷キャンパスでの受講生38名）に4月初旬の授業ガイダンス時及び7月中旬の授業終了時に実施した。2回の調査とも回答した受講生79名（たまプラーザ・キャンパスでの受講生58名、渋谷キャンパスでの受講生21名）のデータを有効回答とし、分析対象とした。分析対象とした79名の内訳を表1に示したが、人間開発学部初等教育学科の在籍者は35名であり、性別の内訳は男子20名、女子15名、学年の内訳は2015年度入学の1年生と2013年度入学の3年生はおらず、2014年度入学の2年生が30名、2012年度入学の4年生が5名であった。また、初等教育学科に在籍する35名は全員が小学校教員免許状取得を予定するとともに小学校教師を目指していることを別途把握している。

表2 分析対象者の人数と在籍学部、性別、入学年度の内訳

（数値の単位：人）

内訳	学部	人間開発学部		文学部	法学部	経済学部	神道文化学部	計
		初等教育学科	健康体育学科					
性別	男子	20	14	8	3	—	1	46
	女子	15	6	3	7	2	—	33
入学年度	2015	—	—	7	4	—	—	11
	2014	30	—	3	4	—	—	37
	2013	—	10	—	1	—	1	12
	2012	5	9	1	—	2	—	17
	2011	—	1	—	1	—	—	2
計		35	20	11	10	2	1	79

2-3. 分析方法

各質問項目に対する回答は5つの選択肢形式であったが、分析にあたっては選択肢の「強くそう思う」及び「そう思う」を「そう思う」にまとめ、また選択肢の「強くそう思わない」及び「そ

う思わない」を「そう思わない」にまとめて、「そう思う」「どちらでもない」「そう思わない」の3段階に変換した。

次に、受講者の科学観の理解の状況を調べるため、各質問項目において、変換した3段階の選択肢に回答した人数を集計し、テーマ別講義科目の授業開始時と授業終了時の各選択肢への回答者の人数分布の違いを調べた。

分析の視点としては、第1に授業開始時と終了時とで選択肢への回答の人数分布に変化がみられるかどうか、について調べた。第2に、同じ下位尺度の質問内容について肯定項目と否定項目の両方から回答させており、回答は肯定項目に「そう思う」と答えたならば否定項目では「そう思わない」に答えるというように両者が一致することが想定される。もし肯定・否定項目の両者の回答傾向が不一致となった場合は、質問内容の理解が不十分であることが想定される。その不一致が授業前後で解消されるかどうか、について調べた。第3に、各下位尺度における肯定項目ならば「そう思う」、否定項目ならば「そう思わない」という回答への人数がそれぞれ多いことが科学観について適切に理解した状況と捉え、授業開始時と終了時との間でどのような変化が現れるか、について調べた。

3. 結果

上述の方法に基づいて、教養総合科目の受講生に対して実施したアンケート調査の回答結果を集計・分析した結果について述べる。

3-1. 選択肢への回答の人数分布の変化

表3～5に、アンケート調査の回答者全員79名、その内訳である初等教育学科在籍の学生35名、初等教育学科以外の学生44名それぞれのテーマ別講義科目の授業開始時と授業終了時に実施した科学観アンケートにおける下位尺度の質問項目の各選択肢への回答人数の分布を示した。また、授業開始時と授業終了時の人数分布の違いをカイ二乗検定 ($\chi^2(2, 0.05) = 5.99$) で調べた結果も合わせて示した。これらの表から、各尺度において、以下のことが明らかとなった。

(1) 回答者全員について

表3より、授業前後で選択肢への回答の人数分布が変化した項目は少なかった。人数分布に危険率5%水準で有意な変化がみられた下位尺度としては、科学の創造性における「きまりの創出」の否定項目1)、テスト可能性における「テストの実証性」の肯定項目19)、簡潔性における「科学理論の簡単性」の否定項目20) の3項目であった。なお、「科学理論の単純性」の肯定項目2) において、危険率10%で弱い有意差を示した。

(2) 初等教育学科の学生とそれ以外の学生について

表4と5より、初等教育学科の学生とそれ以外の学生に分けて人数分布を調べたところ、いずれにおいても危険率5%水準で授業前後に有意差がみられた質問項目はみられなかった。なお、初等教育学科の学生を除いた、それ以外の学生において、科学の創造性における「きまりの創出」

の否定項目1)と簡潔性における「科学理論の単純性」の肯定項目2)の2項目で、危険率10%水準で授業前後に弱い有意差がみられた。

表3 回答者全員 (N=79) の各選択肢への回答人数

尺度	下位尺度	質問項目	授業開始時			授業終了時			χ^2 検定結果
			そう思う	どちらでもない	そう思わない	そう思う	どちらでもない	そう思わない	
創造性	内容の創出	9) 肯定	47	16	15	52	20	7	3.60
		17) 否定	13	15	51	12	18	49	0.35
	きまりの創出	10) 肯定	45	20	14	51	16	12	0.97
		1) 否定	19	32	27	30	17	32	7.48**
	科学の創造	13) 肯定	42	20	17	36	25	18	1.05
		21) 否定	40	23	16	32	33	14	2.81
発展性	科学理論の現時点での確定性	8) 肯定	15	16	48	23	16	39	2.61
		12) 否定	49	15	15	39	24	16	3.25
	科学理論の暫定性	18) 肯定	64	10	5	66	6	6	1.12
		23) 否定	14	18	47	14	11	54	2.17
	科学理論の可変性	22) 肯定	40	29	10	49	23	7	2.13
		15) 否定	20	12	47	15	15	49	1.09
テスト可能性	テストの再現性	11) 肯定	67	7	5	65	8	6	0.19
		16) 否定	6	10	62	10	11	58	1.17
	テストの実証性	19) 肯定	57	19	3	62	9	8	6.05**
		4) 否定	15	19	44	15	14	50	1.13
	結果の一致性	24) 肯定	49	15	15	53	13	12	0.63
		5) 否定	20	19	40	21	22	36	0.45
簡潔性	科学理論の単純性	2) 肯定	30	17	32	37	23	19	4.95*
		6) 否定	31	19	29	24	25	30	1.73
	科学理論の単簡性	3) 肯定	47	18	11	49	19	11	0.23
		20) 否定	8	19	52	17	24	38	6.00**
	科学理論の数の最少性	14) 肯定	19	19	41	20	12	47	0.10
		7) 否定	47	21	11	54	16	8	1.63

注) χ^2 検定結果において, **は危険率5%、*は危険率10%で授業開始時と終了時とで有意差が生じたことを示す。また、網掛けは有意差が生じた項目であることを示す。

表4 初等教育学科の学生 (N=35) の各選択肢への回答人数

尺度	下位尺度	質問項目	授業開始時			授業終了時			χ^2 検定結果
			そう思う	どちらでもない	そう思わない	そう思う	どちらでもない	そう思わない	
創造性	内容の創出	9) 肯定	20	8	7	21	9	5	0.42
		17) 否定	6	9	20	7	11	17	0.52
	きまりの創出	10) 肯定	18	11	6	25	6	4	3.01
		1) 否定	9	15	11	15	9	11	3.00
	科学の創造	13) 肯定	18	9	8	13	12	10	1.46
		21) 否定	15	11	9	15	13	7	0.42

小学校教師を目指す大学生の科学観について（猿田）

発展性	科学理論の現時点での確定性	8) 肯定	7	9	19	13	6	15	2.86
		12) 否定	21	5	9	18	10	7	2.15
	科学理論の暫定性	18) 肯定	27	6	2	30	2	3	2.36
		23) 否定	9	6	20	9	4	22	0.50
	科学理論の可変性	22) 肯定	19	13	3	23	9	3	1.11
15) 否定		10	5	20	8	7	20	0.56	
テスト可能性	テストの再現性	11) 肯定	29	3	3	29	4	2	0.34
		16) 否定	4	5	26	6	6	23	0.67
	テストの実証性	19) 肯定	24	9	2	27	4	4	2.77
		4) 否定	6	11	17	11	6	18	2.96
	結果の一致性	24) 肯定	21	9	5	22	8	4	0.18
5) 否定		6	12	17	13	9	13	3.54	
簡潔性	科学理論の単純性	2) 肯定	13	10	12	18	9	8	1.66
		6) 否定	12	12	11	10	11	14	0.59
	科学理論の簡単性	3) 肯定	17	8	9	21	10	4	2.55
		20) 否定	5	10	20	10	10	15	2.38
	科学理論の数の最少性	14) 肯定	11	11	13	13	10	12	0.25
7) 否定	18	11	6	23	5	6	2.85		

表5 初等教育学科以外の回答者（N=44）の各選択肢への回答人数

尺度	下位尺度	質問項目	授業開始時			授業終了時			χ^2 検定結果
			そう思う	どちらでもない	そう思わない	そう思う	どちらでもない	そう思わない	
創造性	内容の創出	9) 肯定	27	8	8	31	11	2	4.34
		17) 否定	7	6	31	5	7	32	0.43
	きまりの創出	10) 肯定	27	9	8	26	10	8	0.07
		1) 否定	10	17	16	15	8	21	4.90*
	科学の創造	13) 肯定	24	11	9	23	13	8	0.25
21) 否定		25	12	7	17	20	7	3.52	
発展性	科学理論の現時点での確定性	8) 肯定	8	7	29	10	10	24	1.22
		12) 否定	28	10	6	21	14	9	2.27
	科学理論の暫定性	18) 肯定	37	4	3	36	4	3	0.00
		23) 否定	5	12	27	5	7	32	1.74
	科学理論の可変性	22) 肯定	21	16	7	26	14	4	1.48
15) 否定		10	7	27	7	8	29	0.67	
テスト可能性	テストの再現性	11) 肯定	38	4	2	36	4	4	0.72
		16) 否定	2	5	36	4	5	35	0.67
	テストの実証性	19) 肯定	33	10	1	35	5	4	3.53
		4) 否定	9	8	27	4	8	32	2.35
	結果の一致性	24) 肯定	28	6	10	31	5	8	0.47
5) 否定		14	7	23	8	13	23	3.44	

簡潔性	科学理論の単純性	2) 肯定	17	7	20	19	14	11	5.06*
		6) 否定	19	7	18	14	14	16	3.21
	科学理論の単単性	3) 肯定	30	10	4	28	9	7	0.94
		20) 否定	3	9	32	7	14	23	4.16
	科学理論の数の最少性	14) 肯定	8	8	28	7	10	27	0.31
		7) 否定	29	10	5	31	11	2	1.40

注) χ^2 検定結果において、*は危険率10%で授業開始時と終了時とで有意差が生じたことを示す。
また、網掛けは有意差が生じた項目であることを示す。

3-2. 下位尺度についての適切な理解への回答の人数分布の変化

表6～8に、アンケート調査の回答者全員79名、そのうち初等教育学科の学生35名、それ以外の学生44名それぞれのテーマ別講義科目の授業開始時と授業終了時に実施した科学観アンケートにおける下位尺度の質問項目に対する「どちらでもない」という選択肢への回答者を除いた「そう思う」と「そう思わない」という2つの選択肢への回答人数を示した。また、授業開始時と授業終了時それぞれにおいて、各質問項目に対する「そう思う」と「そう思わない」の人数の違いをカイ二乗検定 ($\chi^2(1, 0.05) = 3.84$) で調べた結果も合わせて示した。

分析にあたっては、同じ下位尺度の質問内容について肯定項目と否定項目の両者の回答傾向の一致・不一致の状況と、もし不一致ならば、それが授業前後で解消されるかどうか、に着目した。また、各下位尺度における肯定項目ならば「そう思う」、否定項目ならば「そう思わない」という回答への人数がそれぞれ多いことが科学観について適切に理解した状況と捉え、授業開始時と終了時との間でどのような変化があらわれるか、についても調べた。

このような観点から検討した結果、各尺度において、以下のことが明らかとなった。

(1) 回答者全員について

表6より、回答者全員では、ほとんどの項目で「そう思う」と「そう思わない」への回答人数に危険率5%水準で有意差がみられた。逆に、有意差がみられなかったのは、科学の創造性の下位尺度「きまりの創出」の否定項目1)、科学の簡潔性の下位尺度「科学理論の単純性」の否定項目6)の2項目は、授業の前後ともに「そう思う」と「そう思わない」の2つの選択肢の回答人数に違いがみられず、授業の成果があらわれていない。科学の簡潔性の下位尺度「科学の単単性」の肯定項目2)については、授業開始時には「そう思う」と「そう思わない」の回答人数の違いがみられなかったが、授業終了時には「そう思う」と回答した人数が「そう思わない」の人数を有意に上回っている。この項目以外は、授業の前後で回答傾向に変化があらわれた項目がみられなかった。

同じ質問内容を持つ下位尺度の肯定項目と否定項目で回答傾向が一致しているのは、科学の創造性の下位尺度「内容の創出」、科学の発展性の下位尺度「科学理論の暫定性」、「科学理論の可変性」、科学のテスト可能性の下位尺度「テストの再現性」、「テストの実証性」、「結果の一致性」、

科学の簡潔性の下位尺度「科学理論の単理性」であり、肯定項目では「そう思う」の回答人数が「そう思わない」の回答人数よりも有意に多い。逆に否定項目では「そう思わない」の回答人数が「そう思う」の回答人数よりも有意に多いという適切な回答傾向を、しかも授業前後ともに示している。しかし、科学の発展性の下位尺度「科学理論の現時点での確定性」、科学の簡潔性の下位尺度「科学理論の数の最少性」の2尺度では、肯定項目で「そう思わない」、否定項目の「そう思う」への回答人数が有意に多いという逆の回答傾向が授業前後で共通してみられた。また、科学の創造性の下位尺度「科学の創造」では授業前後ともに肯定項目と否定項目いずれでも「そう思う」の回答人数が「そう思わない」の回答人数を有意に上回り、回答傾向に不一致がみられた。

（2）初等教育学科の学生について

表7より、初等教育学科の学生でも回答者全員での場合ほどではないが、「そう思う」と「そう思わない」への回答人数に危険率5%水準で有意差が多く項目でみられた。逆に、有意差がみられなかったのは、回答者全員の場合と同様、科学の創造性の下位尺度「きまりの創出」の否定項目1)、科学の簡潔性の下位尺度「科学理論の単理性」の否定項目6)に「科学理論の数の最少性」の肯定項目14)を加えた3項目であった。これらでは、授業の前後ともに「そう思う」と「そう思わない」の2つの選択肢への回答人数に違いがみられず、授業の成果があらわれていない。科学の簡潔性の下位尺度「科学の単理性」の肯定項目2)と「科学の単理性」の肯定項目3)については、回答者全員の場合と同様、授業開始時には「そう思う」と「そう思わない」の回答人数に違いがみられなかったが、授業終了時には「そう思う」と回答した人数が「そう思わない」の人数を有意に上回っている。この項目以外に、授業の前後で回答傾向に変化があらわれた項目としては、科学の創造性の下位尺度「科学の創造」の肯定項目13)、科学のテスト可能性の下位尺度「結果の一致性」の否定項目5)、科学の簡潔性の下位尺度「科学理論の単理性」の否定項目20)の3項目であった。これらの項目では、授業開始時には肯定項目は「そう思う」の回答人数が有意に多く、否定項目は「そう思わない」の回答人数が有意に多いという適正な方向の回答傾向を示していたが、授業終了時には「そう思う」と「そう思わない」の回答人数に有意差がなくなっている。また、科学の発展性の下位尺度「科学理論の現時点での確定性」の肯定項目8)は、授業開始時に「そう思わない」への回答人数が有意に多かったが、授業終了時には「そう思う」と「そう思わない」の回答人数に有意差がなくなっている。

同じ質問内容を持つ下位尺度の肯定項目と否定項目で回答傾向が一致しているのは、回答者全員と同様、科学の創造性の下位尺度「内容の創出」、科学の発展性の下位尺度「科学理論の暫定性」、
「科学理論の可変性」、科学のテスト可能性の下位尺度「テストの再現性」と「テストの実証性」であり、肯定項目では「そう思う」の回答人数が「そう思わない」の回答人数よりも有意に多く、逆に否定項目では「そう思わない」の回答人数が「そう思う」の回答人数よりも有意に多いという適切な回答傾向を、しかも授業前後ともに示している。しかし、科学の発展性の下位尺度「科学理論の現時点での確定性」の否定項目12)と、科学の簡潔性の下位尺度「科学理論の数の最少

性」の否定項目7)の2項目では、「そう思う」への回答人数が「そう思わない」という回答人数よりも有意に多いという逆の回答傾向が授業前後で共通してみられた。

(3) 初等教育学科以外の学生について

表8より、初等教育学科以外の学生でも初等教育学科の学生と同様、回答者全員での場合ほどではないが、「そう思う」と「そう思わない」への回答人数に危険率5%水準で有意な違いが多く項目でみられた。逆に、有意な違いがみられなかったのは、回答者全員の場合と同様、科学の創造性の下位尺度「きまりの創出」の否定項目1)、科学の簡潔性の下位尺度「科学理論の単純性」の肯定項目2)と否定項目6)の3項目は、授業の前後ともに「そう思う」と「そう思わない」の2つの選択肢の回答人数に違いがみられず、授業の成果があらわれていない。科学のテスト可能性の下位尺度「テストの実証性」の否定項目4)と「結果の一致性」の否定項目5)については、授業開始時には「そう思う」と「そう思わない」の回答人数に違いがみられなかったが、授業終了時には「そう思わない」と回答した人数が「そう思う」の人数を有意に上回っている。また、科学の発展性の下位尺度「科学理論の現時点での確定性」の肯定項目8)は、授業開始時に「そう思わない」への回答人数が有意に多かったが、授業終了時には「そう思う」と「そう思わない」の回答人数に有意差がなくなっている。

同じ質問内容を持つ下位尺度の肯定項目と否定項目で回答傾向が一致しているのは、回答者全員と同様、科学の創造性の下位尺度「内容の創出」、科学の発展性の下位尺度「科学理論の暫定性」、「科学理論の可変性」、科学のテスト可能性の下位尺度「テストの再現性」、「テストの実証性」に加えて、科学の簡潔性の下位尺度「科学理論の単純性」であり、肯定項目では「そう思う」の回答人数が「そう思わない」の回答人数よりも有意に多く、逆に否定項目では「そう思わない」の回答人数が「そう思う」の回答人数よりも有意に多いという適切な回答傾向を、しかも授業前後ともに示している。しかし、科学の発展性の下位尺度「科学理論の現時点での確定性」の否定項目12)と、科学の簡潔性の下位尺度「科学理論の数の最少性」の否定項目7)の2項目では、「そう思う」への回答人数が「そう思わない」という回答人数よりも有意に多いという逆の回答傾向が授業前後で共通してみられた。

表6 回答者全員（N=79）の「そう思う」と「そう思わない」への回答人数と χ^2 検定結果

尺度	下位尺度	質問項目	授業開始時		χ^2 検定結果	授業終了時		χ^2 検定結果
			そう思う	そう思わない		そう思う	そう思わない	
創造性	内容の創出	9) 肯定	47	15	16.52**	52	7	34.32**
		17) 否定	13	51	22.56**	12	49	22.44**
	きまりの創出	10) 肯定	45	14	16.29**	51	12	24.14**
		1) 否定	19	27	1.39	30	32	0.06
	科学の創造	13) 肯定	42	17	10.59**	36	18	6.00**
		21) 否定	40	16	10.29**	32	14	7.04**
発展性	科学理論の現時点での確定性	8) 肯定	15	48	17.29**	23	39	4.13**
		12) 否定	49	15	18.06**	39	16	9.62**
	科学理論の暫定性	18) 肯定	64	5	50.45**	66	6	50.00**
		23) 否定	14	47	17.85**	14	54	23.53**
	科学理論の可変性	22) 肯定	40	10	18.00**	49	7	31.50**
		15) 否定	20	47	10.88**	15	49	18.06**
テスト可能性	テストの再現性	11) 肯定	67	5	53.39**	65	6	49.03**
		16) 否定	6	62	46.12**	10	58	33.88**
	テストの実証性	19) 肯定	57	3	48.60**	62	8	41.66**
		4) 否定	15	44	14.25**	15	50	18.45**
	結果の一致性	24) 肯定	49	15	18.06**	53	12	25.86**
		5) 否定	20	40	6.67**	21	36	3.95**
簡潔性	科学理論の単純性	2) 肯定	30	32	0.06	37	19	5.79**
		6) 否定	31	29	0.07	24	30	0.67
	科学理論の簡単性	3) 肯定	47	11	19.27**	49	11	24.07**
		20) 否定	8	52	32.27**	17	38	8.02**
	科学理論の数の最少性	14) 肯定	19	41	8.07**	20	47	6.12**
		7) 否定	47	11	22.34**	54	8	34.13**

注)「どちらでもない」を除いた2つの選択肢への回答間の χ^2 検定結果において、**は危険率5%、*は危険率10%で有意差が生じたことを示す。また、網掛けは有意に人数が多いことを示す。

表7 初等教育学科の学生（N=35）の「そう思う」と「そう思わない」への回答人数と χ^2 検定結果

尺度	下位尺度	質問項目	授業開始時		χ^2 検定結果	授業終了時		χ^2 検定結果
			そう思う	そう思わない		そう思う	そう思わない	
創造性	内容の創出	9) 肯定	20	7	6.26**	21	5	9.85**
		17) 否定	6	20	7.54**	7	17	4.17**
	きまりの創出	10) 肯定	18	6	6.00**	25	4	15.21**
		1) 否定	9	11	0.20	15	11	0.62
	科学の創造	13) 肯定	18	8	3.85**	13	10	0.39
		21) 否定	15	9	1.50	15	7	2.91*

小学校教師を目指す大学生の科学観について（猿田）

発展性	科学理論の現時点での確定性	8) 肯定	7	19	5.54**	13	15	0.14
		12) 否定	21	9	4.80**	18	7	4.84**
	科学理論の暫定性	18) 肯定	27	2	21.55**	30	3	22.09**
		23) 否定	9	20	4.17**	9	22	5.45**
	科学理論の可変性	22) 肯定	19	3	11.64**	23	3	15.38**
15) 否定		10	20	3.33*	8	20	5.14**	
テスト可能性	テストの再現性	11) 肯定	29	3	21.13**	29	2	23.52**
		16) 否定	4	26	16.13**	6	23	9.97**
	テストの実証性	19) 肯定	24	2	18.62**	27	4	17.06**
		4) 否定	6	17	5.26**	11	18	1.69
	結果の一致性	24) 肯定	21	5	9.85**	22	4	12.46**
5) 否定		6	17	5.26**	13	13	0.00	
簡潔性	科学理論の単純性	2) 肯定	13	12	0.04	18	8	3.85**
		6) 否定	12	11	0.04	10	14	0.67
	科学理論の簡単性	3) 肯定	17	9	2.46	21	4	11.56**
		20) 否定	5	20	9.00**	10	15	1.00
	科学理論の数の最少性	14) 肯定	11	13	0.17	13	12	0.04
7) 否定	18	6	6.00**	23	6	9.97**		

注)「どちらでもない」を除いた2つの選択肢への回答間の χ^2 検定結果において、**は危険率5%、*は危険率10%で有意差が生じたことを示す。また、網掛けは危険率5%水準で有意に人数が多いことを示す。

表8 初等教育学科以外の回答者(N=44)の「そう思う」と「そう思わない」への回答人数と χ^2 検定結果

尺度	下位尺度	質問項目	授業開始時		χ^2 検定結果	授業終了時		χ^2 検定結果
			そう思う	そう思わない		そう思う	そう思わない	
創造性	内容の創出	9) 肯定	27	8	10.31**	31	2	25.48**
		17) 否定	7	31	15.16**	5	32	19.70**
	きまりの創出	10) 肯定	27	8	10.31**	26	8	9.53**
		1) 否定	10	16	1.38	15	21	1.00
	科学の創造	13) 肯定	24	9	6.82**	23	8	7.26**
21) 否定		25	7	10.13**	17	7	4.17**	
発展性	科学理論の現時点での確定性	8) 肯定	8	29	11.92**	10	24	5.76**
		12) 否定	28	6	14.24**	21	9	4.80**
	科学理論の暫定性	18) 肯定	37	3	28.90**	36	3	27.92**
		23) 否定	5	27	15.13**	5	32	19.70**
	科学理論の可変性	22) 肯定	21	7	7.00**	26	4	16.13**
15) 否定		10	27	7.81**	7	29	13.44**	

テスト可能性	テストの再現性	11) 肯定	3 8	2	32.40**	3 6	4	25.60**
		16) 否定	2	3 6	30.42**	4	3 5	24.64**
	テストの実証性	19) 肯定	3 3	1	30.12**	3 5	4	24.64**
		4) 否定	9	2 7	2.35	4	3 2	21.78**
	結果の一致性	24) 肯定	2 8	1 0	8.53**	3 1	8	13.56**
		5) 否定	1 4	2 3	2.19	8	2 3	7.26**
簡潔性	科学理論の単純性	2) 肯定	1 7	2 0	0.24	1 9	1 1	2.13
		6) 否定	1 9	1 8	0.03	1 4	1 6	0.13
	科学理論の単簡性	3) 肯定	3 0	4	19.88**	2 8	7	12.60**
		20) 否定	3	3 2	24.03**	7	2 3	8.53**
	科学理論の数の最少性	14) 肯定	8	2 8	11.11**	7	2 7	11.76**
		7) 否定	2 9	5	16.94**	3 1	2	25.48**

注)「どちらでもない」を除いた2つの選択肢への回答間の χ^2 検定結果において、**は危険率5%、*は危険率10%で有意差が生じたことを示す。また、網掛けは有意に人数が多いことを示す。

4. 考察とまとめ

結果を整理すると次のようになる。

(1) 回答者全員の授業前後での選択肢への回答の人数分布が変化した項目は少なく、有意な変化がみられた下位尺度としては、科学の創造性における「きまりの創出」の否定項目、テスト可能性における「テストの実証性」の肯定項目、簡潔性における「科学理論の単簡性」の否定項目20)の3項目であった。回答者を小学校教師を目指す初等教育学科の学生と初等教育学科以外の学生に分けて人数分布を調べてみると、いずれにおいても授業前後に有意差がみられた質問項目はみられなかった。

(2) 回答者全員では、「そう思う」と「そう思わない」への回答人数に有意差がほとんどの項目でみられた。初等教育学科の学生でも、初等教育学科以外の学生でも、回答者全員の場合ほどではないが、多くの項目で「そう思う」と「そう思わない」への回答人数に有意差がみられた。

回答者全員で回答人数に有意差がみられなかった下位尺度は、「きまりの創出」と「科学理論の単純性」のいずれも否定項目であった。これらの項目については、授業の前後ともに「そう思う」と「そう思わない」の2つの選択肢の回答人数に違いがみられず、特に授業の成果があらわれていない。授業の前後で回答傾向に変化があらわれた「科学理論の単純性」の肯定項目については、授業開始時には「そう思う」と「そう思わない」の回答人数に違いがみられなかったが、授業終了時には「そう思う」と回答した人数が「そう思わない」の人数を有意に上回っている。この項目以外は、授業の前後で回答傾向に変化があらわれた項目がみられなかった。

初等教育学科の学生や初等教育学科以外の学生もほぼ同様の傾向がみられたが、特に初等教育学科の学生では授業前後に変化がみられなかった下位尺度は「きまりの創出」と「科学理論の単純性」の否定項目に加えて、「科学理論の数の最少性」の肯定項目にも授業の成果があらわれて

いない。逆に授業の前後で変化がみられた下位尺度は、「科学理論の単純性」と「科学理論の簡単性」の肯定項目で、回答者全員の場合と同様、授業開始時には「そう思う」と「そう思わない」の回答人数に違いがみられなかったが、授業終了時には「そう思う」と回答した人数が「そう思わない」の人数を有意に上回っている。

初等教育学科以外の学生は回答者全員の回答傾向とほぼ同様の結果であったが、初等教育学科の学生では、授業の前後で回答傾向に変化があらわれた下位尺度としては、「科学の創造」の肯定項目、「結果の一致性」の否定項目、「科学理論の簡単性」の否定項目の3項目であり、授業開始時には適正な方向の回答傾向を示していたが、授業終了時には「そう思う」と「そう思わない」の回答人数の有意差がなくなっている。また、「科学理論の現時点での確定性」の肯定項目は、授業開始時に「そう思わない」への回答人数が有意に多かったが、授業終了時には「そう思う」と「そう思わない」の回答人数に有意差がなくなっている。

(3) 回答者全員で、同じ質問内容を持つ下位尺度の肯定項目と否定項目で回答傾向が一致している下位尺度は、「内容の創出」、「科学理論の暫定性」、「科学理論の可変性」、「テストの再現性」、「テストの実証性」、「結果の一致性」、「科学理論の簡単性」であり、適切な回答傾向を授業前後ともに示している。しかし、「科学理論の現時点での確定性」、「科学理論の数の最少性」では、授業前後で肯定項目と否定項目の回答傾向が逆転するという状況がみられた。また、「科学の創造」では授業前後ともに肯定項目と否定項目いずれでも回答傾向に不一致がみられた。

初等教育学科の学生についても、回答者全員ほど多くないが、肯定項目と否定項目で回答傾向が一致している下位尺度がみられ、「内容の創出」、「科学理論の暫定性」、「科学理論の可変性」、「テストの再現性」、「テストの実証性」では、適切な回答傾向を授業前後ともに示している。しかし、回答者全員と同様に「科学理論の現時点での確定性」と「科学理論の数の最少性」の否定項目のみであるが、授業前後で肯定項目と否定項目の回答傾向が逆転するという状況がみられた。初等教育学科以外の学生も初等教育学科の学生と同様の下位尺度に加え、「科学理論の簡単性」で適切な回答傾向を授業前後ともに示している。

以上のことから、教養総合科目のテーマ別講義科目「科学的とは何か」の授業開始時と終了時において科学観に関するアンケート調査を実施したところ、受講生が科学の創造性、テスト可能性、簡潔性といった内容の理解状況において変化を示した。しかしながら、受講生を、小学校教師を目指す初等教育学科の学生と初等教育学科以外の学生に分けて調べると、それぞれ40名前後と少なくなることで選択肢の中で「どちらでもない」への回答人数が多いことから、授業前後で人数分布に有意な変化はみられなくなる。そこで、「どちらでもない」を除く「そう思う」と「そう思わない」の2つにカテゴリー化して、授業前後の各質問項目への回答人数の変化を調べることにした。その結果、回答者全員だけでなく、初等教育学科の学生と初等教育学科以外の学生に分類して集計しても、多くの質問項目で2カテゴリー化した選択肢への回答人数に有意な差がみられた。そのデータから示唆されることを次にみていく。

まず選択肢への回答人数に有意な差がみられなかった内容としては、回答者全員はもちろん、初等教育学科の学生においても「きまりの創出」と「科学理論の単純性」の否定での質問項目であり、科学の法則・理論・概念が人間の創造の産物であるかどうかや、科学の法則・理論・概念が可能な限り簡潔に表現されているかどうかの判断に迷っている様子が窺える。テーマ別講義科目の授業においては、科学研究の方法論について解説するとともに、科学の法則や理論の重要性を強調している。一方で、日々生み出されている科学的知見により法則や理論も修正を余儀なくされる暫定的なものであることも強調している。そのため、法則や理論があいまいなものであり、常に様々な法則や理論がテストされているという印象を受講生は強く抱いた可能性がある。実際に、初等教育学科の学生において、「科学理論の単純性」の肯定での質問項目については授業終了時に「そう思う」が有意に多いという変化を示し、授業による成果があらわれているが、否定での質問項目や「科学理論の数の最少性」で判断に迷っている様子がうかがえる。このことは科学研究の特性を正しくとらえた結果であるとも考えられるが、科学的な知識や概念の成り立ちや科学理論の統一に関する取り扱いを見直すなど学生の科学や科学研究についての見方や考え方をさらに広げられるよう授業内容を改善すべきであるとの示唆も得られた。

肯定と否定での質問項目の回答傾向が一致している内容としては、回答者全員では「内容の創出」、「科学理論の暫定性」、「科学理論の可変性」、「テストの再現性」、「テストの実証性」、「結果の一致性」、「科学理論の単純性」であり、授業で取り上げた科学の特性である実証性・客観性・再現性について正しく理解している状況をあらわしていると考えられる。しかしながら、初等教育学科の学生では「結果の一致性」、「科学理論の単純性」は回答傾向が授業終了時に適切に一致するには至っていない。このことは、初等教育学科の学生は観察や実験の経験が不足し、データは複数回取得すべきこと、データにはばらつきや誤差があること、などの観察・実験のデータの取り扱いについての理解が不十分であることを物語っている。データの取り扱いに加え、結果から正しい結論（法則や理論）を導く過程を経験させる機会を用意する必要があると感じる。さらに、「科学理論の現時点での確定性」と「科学理論の数の最少性」では肯定と否定での質問項目の回答傾向が逆転するという結果であった。授業のガイダンスで科学に対するイメージを自由記述させており、その記述内容から察すると、科学理論に誤りが含まれている訳はないと考えたり、科学の発展につれて法則・理論・概念はどんどん増えていくという認識を払拭できなかったりする学生の実情を反映した結果であろうと考えられる。これらのことは、科学理論が暫定的なものであるということをさらに強調したり、理論の統一を図ろうとする科学者の試みについて理解を促したりするような授業内容とするよう、さらに工夫する必要があることを物語っている。

なお、変形NSKSテストはRuba,P.A.らが開発したNSKSテストを科学的知識と科学的方法の暫定性に強く関係する尺度を選定したものである¹¹⁾が、もともとは科学哲学の知識を測定するためのテストとして開発された。したがって、科学理論や科学的方法の特性についてはメタ・サイエンス¹²⁾といった新しい科学観に基づいている。朝永と中谷の科学に対するスタンスの違いを

持ち出すまでもなく、科学の営みが人間の知識を創造する方法の一つであることを理解することは、小学校理科の目標である科学的な見方・考え方を教える小学校教師を目指す初等教育学科の学生にとって重要であると考えられる。

〔付記〕本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費助成金（課題番号24300271）の助成を受けて行われたものである。

〔引用文献〕

- 1) 猿田祐嗣（2015）コア・コンピテンシーとしての「論理的科学的思考能力」及び「自己表現力」に関する一考察、『國學院大學人間開発学研究』、第6号、pp.1-10
- 2) 文部科学省（2010）『小学校学習指導要領解説理科編』
- 3) 国立教育政策研究所編（2013）『生きるための知識と技能 5』明石書店
- 4) 内井惣七（1995）『科学哲学入門』世界思想社、p.4
- 5) 朝永振一郎（1979）『物理学とは何だろうか 上・下』岩波新書、p.4
- 6) 中谷宇吉郎（1956）『科学の方法』岩波新書、p.20
- 7) 前掲書6)、p.22
- 8) 文部省（1999）『小学校学習指導要領解説 理科編』 p.11
- 9) 文部科学省（2008）『小学校学習指導要領』 p.49
- 10) 角屋重樹他（1990）科学の暫定性に関する大学生の理解の実態を測定できる質問紙法テストの開発、『宮崎大学教育学部紀要 教育科学』、第67巻、pp.63-73
- 11) 前掲書10)、p.63
- 12) 村上陽一郎（1979）『新しい科学論』講談社ブルーバックス

（さるたゆうじ 國學院大學人間開発学部初等教育学科教授）