

ネパール11年生の科学の暫定性に関する理解の実態

Understanding the tentativeness of scientific knowledge among eleventh-grade students in Nepal

石井 雅幸¹

¹大妻女子大学家政学部児童学科

Masayuki Ishii¹

¹Department of Child Studies, Faculty of Home Economics, Otsuma Women's University

12 Sanban-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, 102-8357 Japan

キーワード：科学の暫定性，ネパール，科学教育，11年生

Key words : Tentativeness of scientific knowledge, Nepal, Science education, Eleventh grade

抄録

科学の本質を理解する上では、科学の暫定性を理解することが求められ、その指導法を明らかにするためには、科学の暫定性に関する理解の実態を把握する必要がある。我が国における科学の暫定性の理解の実態に関しては、科学の創造性の理解が難しいことが既に報告されている。探究的な学習を行うだけでは難しいということも報告されている。G3段階から知識の単純記憶型の理科授業を行っているネパールのG11(11年生)の科学の暫定性に関する理解の実態を知ることは、我が国の理科授業を考える上で有益であると考えられる。そこで、我が国で行われている科学の暫定性に関する理解の調査問題として使われ報告されている変形NSKSテストの問題をネパール共和国の11年生を対象に行った結果、我が国の大学生、中学生、小学生と同様に科学の暫定性の理解はされておらず、特に科学の創造性は理解されていないことがわかった。

1. 研究の背景と研究の目的

相対的な科学観の立場においては、科学は変わり得るものであるという科学の暫定性という考え方が基本となっている。この相対的な科学観のような科学とはどのようなものであるかといった考えである「科学の本質(Nature of Science)」について、Lederman(2007)は教師や児童・生徒の理解の実態と指導のあり方に関する研究を整理した。その結果、多くの研究が科学の本質の教師や児童・生徒の理解の実態を調査してきていることを報告しその重要性を論じている。それらをもとにAbd-El-Khalick(2012)は、科学の暫定性の理解に関する小学生から教員養成にいたる段階の目標を設定している。このことは、科学の暫定性に関する理解の指導の大切さと難しさを意味しているともいえる。

我が国における小学生の科学の暫定性に関する理解の実態並びにその理解を促す指導のあり方に関する研究は、角屋ら(1998)のものがある。角屋(1998)は科学の暫定性理解を促す指導法として仮

説一確証・反証の過程を取り入れた理科学習を提案している。この指導法を取り入れて石井ら(2000)は小学校高学年児童の科学の暫定性に関する理解は変わるのかを検討している。その結果、科学の暫定性の理解の下位尺度の中でも、科学の創造性に関する理解が変わりにくいことを報告している。我が国においては、1998年告示の小学校学習指導要領理科の教科目標の中に科学の創造性を意味づけた文言を加えている。石井ら(2017)はその効果を角屋ら(1998)が改変した変形NSKSテストを用いて調査を行った。その結果、科学の暫定性の下位項目である科学の発展性やテスト可能性の理解が促進したことを報告している。ところが、中学生になると発展性の理解が下降する傾向が見られた(石井ら, 2017)。中学生になると科学の創造性だけでなく、発展性の理解までもが下がることの要因として、石井ら(2017)は、中学校の理科においては小学校に比べて覚えるべき法則、きまりや規則、理科用語の数が増加し、科学の創造性よりも規則やきまり、理科用語を覚えることに重点が置かれ

た学習になりがちであることが想定されると論じている。以上の論から学びの内容が多く、一方的な講義形式での知識の単純記憶再生型の知識量のみを重視した学びを行っている、問題解決的な学びを行っているのに比べて、科学の創造性や発展性の理解は促されないことが想定される。

石井(2014)は、ネパールの子どもの学校と家庭での生活を調査している。石井(2014)は、ネパールの東部、南部、中央部、西部の村の子どもの学校での科学はG3(我が国における小学校3年生にあたる)から、繰り返し覚えることを重視してきた学びを取り入れていることを報告している。以上の実態から、ネパールの子どもの科学の暫定性に関する理解の実態は、科学の創造性、発展性も理解がされていないことが想定される。また、日常的な理科(ネパールでは Science と読んでいるが、あえて本稿では理科と呼ぶことにする)の学びにおいては、観察や実験的な活動も取り上げられていない。このような状況の中では、テスト可能性の理解もできないことが想定される。

なお、理科教育の代表的な学術誌である *Journal of Research in Science Teaching* と *Science Education* の両雑誌に掲載されている過去20年間の研究を調べた。その結果、アジア諸国では韓国、マレーシア、中華民国(Oh et al., 2014; Jain et al., 2014; Chen et al., 2013)における科学の暫定性に関する理解の実態の研究は既にいくつかの報告がなされている。ところが、ネパールの子どもの科学の暫定性に関する理解の実態に関しては管見の限り見いだすことができなかった。我が国の問題解決的な学習を小学校で行っている子どもと知識の記憶再生型の学習を行っている子どもによる科学の暫定性に関する理解の実態を比較することによって、科学の暫定性の理解を促す指導法の開発を考える上で大きな意味があると考えられる。

そこで、本研究の目的は、ネパールの11年生の科学の暫定性の中でも特に科学の創造性、発展性、テスト可能性の理解の実態を明らかにすることである。

2. 方法

2.1. 調査問題

調査問題は、Rubba et al. (1978) NSKS (Nature of Scientific Knowledge Scale) テストの内の科学の創造性、テスト可能性、発展性の質問項目の内でも

角屋(1990)が開発した変形 NSKS テストを基にした設問項目を用いた。本調査問題の科学の創造性、テスト可能性、発展性のそれぞれの尺度は、3つの下位尺度があり、それぞれ肯定、否定の両項目があることから、計18項目から成る。各項目に対しては、次の教示のもとに11年生に「強く思う」、「そう思う」、「どちらとも言えない」、「そう思わない」、「全くそう思わない」の5段階の尺度値に反応させた。

なお、調査項目と下位尺度の解釈は石井ら(2015)に従い、創造性に関する下位尺度は、きまりの創出、内容の創出、科学の想像の3つである。また、テスト可能性に関する下位尺度は、テストの再現性、テストの実証性、結果の一致性の3つである。さらに、発展性に関する下位尺度は、科学理論の現時点での確定性、科学理論の暫定性、科学理論の可変性の3つである。設問項目は、本論文末に掲載した資料の表9.の通りである。

2.2. 対象

調査対象は科学の暫定性の理解ということで、設問項目に対する理解ができることを想定して、理系コースの生徒を対象に調査を行うこととした。そこで、協力が得られたネパール共和国カトマンズ市内にある、私立の Higher secondary School の理系コースの11年生を対象とした。対象校の理系コースの化学クラス、情報クラス、物理クラスの1学級ずつと、生物コースの3学級を対象とした。なお、対象とした人数の合計は201名であった。

2.3. 調査時期

調査は、2018年3月に実施した。

2.4. 分析方法

調査結果を、先行研究(例えば、石井ら, 2017)と比較することも想定しているため、本研究でも先行研究と同様の分析方法を採用する。以下その方法を説明する。各尺度を構成する下位尺度における5段階の尺度値は、「そう思う」「どちらとも言えない」「そう思わない」の3段階の尺度値に圧縮できる。そこで、各尺度を構成する下位尺度における5段階の尺度値を「強く思う」及び「そう思う」を「そう思う」に、「強くそう思わない」及び「そう思わない」を「そう思わない」に変換し、「そう思う」「どちらとも言えない」「そう思わ

ない」の3段階の尺度値として整理、集約した。

分析は、以下の考え方のもとに行った。11年生の科学の暫定性の理解は、科学の暫定性の3つの尺度に対する下位尺度3種のそれぞれにおける肯定、否定項目から構成される下位尺度に対する反応人数の違いとして表れると考える。そこで、先行研究と同様に、以下の(1)、(2)のように分析することにした。

(1) 11年生の科学の暫定性の理解は、3種の尺度の下位尺度の肯定項目と否定項目における両者の「そう思う」と「そう思わない」に対する人数分布に表れると想定される。本調査では肯定、否定の下位尺度それぞれの設問項目に対して5段階で反応させたものを、「そう思う(以下「肯定的反応」と呼ぶ)」、「どちらとも言えない(以下「中間的反応」と呼ぶ)」、「そう思わない(以下「否定的反応」と呼ぶ)」の3段階の尺度値に圧縮させている。理解と判断できる状況は、肯定的反応あるいは否定的反応をした人が中間的反応をした人よりも有意に多い状態の中で、肯定的反応と否定的反応のいずれかが有意に多い時に判断できると考えられる。また、中間的反応をした人が肯定的反応あるいは否定的な反応をした人よりも有意に多い項目あるいは、中間的反応をした人数と肯定的反応をした人数と否定的反応をした人数の和に有意な差が見られなかった項目に関しては、肯定、否定の判断を行いにくい反応者が多かったものと考えられる。

このことから、肯定的反応と否定的反応の合計の人数が中間的反応の人数よりも有意に多い時、その下位尺度の理解か否かが判断できると解釈できる。そこで、各設問項目の肯定的反応と否定的反応の人数の和と中間的反応の人数に違いがあるのかをカイ二乗検定で調べる。その後、3種の尺度の下位尺度の肯定項目と否定項目において両者の肯定的反応と否定的反応の人数に有意な差があるのかをカイ二乗検定で調べる。

(2) 3種の各尺度のそれぞれにおける肯定、否定項目の人数をもとに、生徒の「理解」は、次のように考えることができる。

「理解」は、以下の①と②が同時に満足される時である。①肯定項目に関しては、肯定的反応と否定的反応の人数の和が中間的反応の人数よりも有意に多く、肯定的反応の人数が否定的反応の人数よりも有意に多い。そして、②否定項目に関しては、肯定的反応と否定的反応の人数の和が中間

的反応の人数よりも有意に多く、否定的反応の人数が肯定的反応の人数よりも有意に多い。

以上の分析方法をふまえ、(1)については肯定、否定の各項目で反応した肯定的反応と否定的反応の人数の和と中間的反応をした人数の違いに加え、肯定的反応の人数と否定的反応の人数の違いを調べた。その結果、肯定的反応と否定的反応の人数の和が中間的反応をした人数よりも有意に多い項目に関して、(2)については、①と②を同時に満足する項目を調べた。

以上の分析を踏まえて、科学の暫定性の「理解」は以下のように判断できる。

まずは、(1)、(2)の手続きに従い、科学の創造性、テスト可能性、発展性のそれぞれの3つの下位尺度の「理解」を判断する。その後、下位尺度3つ全てが「理解」と判断できた尺度は「理解」と判断する。さらに、科学の暫定性に関する理解は、3つの尺度が全て「理解」であれば、理解と判断できる。

なお、分析にはIBMのSPSS ver.26を用いた。

3. 結果

科学の暫定性の下位尺度である科学の創造性、

表1. 設問項目毎の各尺度値の人数

尺度	下位尺度	設問項目	肯定的 反応の 人数	中間的 反応の 人数	否定的 反応の 人数
科学の 創造性	きまりの創 出	肯定項目	162	20	17
		否定項目	36	21	143
	内容の創出	肯定項目	129	26	44
		否定項目	42	27	130
	科学の想像	肯定項目	139	35	26
		否定項目	116	33	52
テスト 可能性	テストの再 現性	肯定項目	114	47	35
		否定項目	46	50	103
	テストの実 証性	肯定項目	121	36	41
		否定項目	23	11	164
	結果の一 致性	肯定項目	151	35	13
		否定項目	57	34	108
発展性	科学理論の 現時点での 確定性	肯定項目	104	42	55
		否定項目	89	40	68
	科学理論の 暫定性	肯定項目	166	14	20
		否定項目	35	36	130
	科学理論の 可変性	肯定項目	145	37	14
		否定項目	91	56	49

テスト可能性、発展性のさらなる下位尺度毎の肯

定項目と否定項目に対する生徒の肯定的反応，中間的反応，否定的反応の人数を示したのが表 1. である。

表 1. の設問項目毎の反応人数を基にして，科学の創造性，テスト可能性，発展性の各尺度の下位項目について，肯定的反応と否定的反応の人数の和と中間的反応の人数に有意な差があるかどうかを調べた。その結果を科学の創造性は表 2.，テスト可能性は表 4.，発展性は表 6. に示す。次に，各尺度の下位項目について，肯定的反応，否定的反応の 2 つの尺度値の人数に有意な差があるかどうかを調べた。その結果を科学の創造性は表 3.，テスト可能性は表 5.，発展性は表 7. に示す。

以下，科学の創造性，テスト可能性，発展性の尺度毎に 2.4. 分析方法で述べた手順に従い結果を論じていく。

科学の創造性のきまりの創出，内容の創出，科学の想像の 3 つの下位尺度における肯定項目と否定項目の両方において，肯定的反応と否定的反応の人数の和と中間的反応の人数を示したのが表 2. である。

表 2. 科学の創造性の肯定的反応と否定的反応の人数の和と中間的反応の人数

下位尺度	項目	肯定的反応と否定的反応の人数の和	中間的反応の人数	カイ二乗値
きまりの創出	肯定項目	179	20	127.04
	否定項目	179	21	283.821
内容の創出	肯定項目	173	26	108.59
	否定項目	172	27	105.65
科学の想像	肯定項目	165	35	84.50
	否定項目	168	33	90.67

注) 網掛けは危険率 5% で有意な差が見られた項目

表 2. より，科学の創造性の 3 つの下位尺度であるきまりの創出，内容の創出，科学の想像に関しては，肯定項目，否定項目いずれに関しても肯定的反応と否定的反応の人数の和が中間的反応の人数よりも有意に多いという結果を得た。

表 3. は，表 2. から得られた結果をふまえて，科学の創造性の各下位尺度における肯定項目と否

表 3. 科学の創造性の肯定的反応と否定的反応の人数

下位尺度	項目	肯定的反応の人数	否定的反応の人数	カイ二乗値
きまりの創出	肯定項目	162	17	117.46
	否定項目	36	143	182.43
内容の創出	肯定項目	129	44	41.76
	否定項目	42	130	45.02
科学の想像	肯定項目	119	26	77.39
	否定項目	116	52	▼24.38

注) 網掛けは危険率 5% で肯定的反応と否定的反応の人数に有意な差が見られた項目。その中でも▼は，否定項目で肯定的反応が否定的反応よりも有意に多かった項目を表す。

定項目における肯定的反応と否定的反応の人数を示したものである。なお，この表 3. 内の網掛けは，肯定的反応の人数と否定的反応の人数に有意な差がある項目を示している。また，表 3. 内の▼は，否定項目で肯定的反応の人数が否定的反応の人数よりも有意に多い項目を表す。

この表 3. から，科学の創造性の下位尺度に関しては，肯定項目においては，すべての下位尺度において肯定的反応の人数が否定的反応の人数よりも有意に多いという結果を得た。また，否定項目においては，きまりの創出と内容の創出の下位尺度において否定的反応の人数が肯定的反応の人数よりも有意に多いという結果を得た。ただし，科学の想像の否定項目に関しては，肯定的反応の人数が否定的反応の人数よりも有意に多いという結果を得た。従って，科学の創造性の下位尺度については，「理解」と判断できるのはきまりの創出，

表 4. テスト可能性の肯定的反応と否定的反応の人数の和と中間的反応の人数

下位尺度	項目	肯定的反応と否定的反応の人数の和	中間的反応の人数	カイ二乗値
テストの再現性	肯定項目	149	47	53.08
	否定項目	149	50	49.25
テストの実証性	肯定項目	162	36	80.18
	否定項目	187	11	156.44
結果の一致性	肯定項目	164	35	83.62
	否定項目	165	34	86.24

注) 網掛けは危険率 5% で有意な差が見られた項目。

表 5. テスト可能性の肯定的反応と否定的反応の人数

下位尺度	項目	肯定的反応の人数	否定的反応の人数	カイ二乗値
テストの再現性	肯定項目	114	35	41.89
	否定項目	46	103	21.81
テストの実証性	肯定項目	121	41	39.51
	否定項目	23	164	106.32
結果の一致性	肯定項目	151	13	116.12
	否定項目	57	108	15.76

注) 網掛けは肯定的反応と否定的反応に危険率 5% で有意な差が見られた項目。

内容の創出であった。

次に、テスト可能性のテストの再現性、テストの実証性、結果の一致性の 3 つの下位尺度における肯定項目と否定項目の両方において、肯定的反応と否定的反応の人数の和と中間的反応の人数を示したのが表 4. である。

表 4. より、3 つの下位尺度すべての肯定項目、否定項目両方に関して肯定的反応と否定的反応の人数の和が中間的反応の人数よりも有意に多いという結果を得た。

表 5. は、表 4. から得られた結果をふまえて、テスト可能性の各下位尺度における肯定項目と否定項目における肯定的反応と否定的反応の人数を示したものである。なお、この表 5. 内の網掛けは、肯定的反応の人数と否定的な反応の人数に有意な差がある項目を示している。

この表 5. から、すべての項目について、肯定的反応の人数が否定的反応の人数よりも有意に多いという結果を得た。また、否定項目においては、いずれの下位尺度でも否定的反応の人数が肯定的

表 6. 発展性の肯定的反応と否定的反応の人数の和と中間的反応の人数

下位尺度	項目	肯定的反応と否定的反応の人数の和	中間的反応の人数	カイ二乗値
科学理論の現時点での確定性	肯定項目	159	42	68.10
	否定項目	157	40	69.48
科学理論の暫定性	肯定項目	186	14	147.92
	否定項目	165	36	82.79
科学理論の可変性	肯定項目	159	37	75.94
	否定項目	140	56	36.00

注) 網掛けは危険率 5% で有意な差が見られた項目

表 7. 発展性の肯定的反応と否定的反応の人数

下位尺度	項目	肯定的反応の人数	否定的反応の人数	カイ二乗値
科学理論の現時点での確定性	肯定項目	104	55	15.10
	否定項目	89	68	2.81
科学理論の暫定性	肯定項目	166	20	114.60
	否定項目	35	130	54.70
科学理論の可変性	肯定項目	145	14	107.93
	否定項目	91	49	▼12.60

注) 網掛けは危険率 5% で肯定的反応と否定的反応の人数に有意な差が見られた項目。その中でも▼は、否定項目で肯定的反応が否定的反応よりも有意に多かった項目を表す。

反応の人数よりも有意に多いという結果を得た。従って、テスト可能性の下位尺度については、「理解」と判断できるのはテストの再現性、テストの実証性、結果の一致性の 3 つ全ての下位尺度である。

続いて、発展性の科学理論の現時点での確定性と科学理論の暫定性、科学理論の可変性の 3 つの下位尺度における肯定項目と否定項目に関しての肯定的反応と否定的反応の人数の和と中間的反応の人数を示したのが表 6. である。

表 6. より、3 つの下位尺度の肯定項目、否定項目の両方に関して肯定的反応と否定的反応の人数の和が中間的反応の人数よりも有意に多いという結果を得た。

表 7. は、表 6. から得られた結果をふまえて、発展性の各下位尺度における肯定項目と否定項目における肯定的反応と否定的反応の人数を示したものである。

この表 7. から、発展性の肯定項目すべての下位尺度に関しては、肯定的反応の人数が否定的反応の人数よりも有意に多いという結果を得た。また、科学理論の暫定性の否定項目においては、否定的反応の人数が肯定的反応の人数よりも有意に多いという結果を得た。ところが、科学理論の現時点での確定性の否定項目については、肯定的反応の人数と否定的反応の人数に有意な差が見られなかった。また、科学理論の可変性の否定項目においては、肯定的反応の人数が否定的反応の人数よりも有意に多いという結果を得た。

従って、発展性の下位尺度については、「理解」と判断できるのは科学理論の暫定性のみであった。

4. まとめと結果の含意

科学の創造性，テスト可能性，発展性の理解の実態をまとめると表 8. のようになる。なお，表 8. において，◎は「理解」を示す。また，空白の下位尺度は，肯定項目，否定項目いずれも肯定的反応と否定的反応の人数の和と中間的反応の人数に

表 8. 科学の暫定性の下位尺度毎の理解の実態

科学の創造性の下位尺度		
きまりの創出	内容の創出	科学の想像
◎	◎	
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
◎	◎	◎
発展性の下位尺度		
科学理論の現時点での確定性	科学理論の暫定性	科学理論の可変性
	◎	

注 1) ◎は「理解」と判断した下位尺度である。

注 2) 空白は肯定的反応と否定的反応の人数の和と中間的反応の人数に有意な差があるが、「理解」と判断できなかった下位尺度である。

有意な差があるが，肯定的反応と否定的反応を選択した人数に差が見られなかった。あるいは，否定項目において肯定的反応が否定的反応よりも有意に多かった。つまり，集団としては，「理解」とは判断できなかったことを示す。

この表 8. から結果の含意を考える。11 年生の科学の暫定性に関する理解の下位尺度において以下のことが言える。

科学の創造性に関しては，科学の想像だけが「理解」と判断されなかった。この結果から，科学の創造性全体としては「理解」とは言えない。この結果は，角屋(1990)が報告している我が国の大学生の実態ともほぼ一致している。また，角屋(1991)，石井ら(2017)が報告している我が国の中学生の実態と一致する結果となっている。さらに，石井ら(2015)が報告している我が国の小学生とも一致している。

テスト可能性に関しては，テストの再現性，テストの実証性，結果の一致性のすべての下位尺度が「理解」であった。この結果から，テスト可能性全体としては「理解」と言える。この結果は，角屋(1990)が報告している我が国の大学生の結果と一致している。また，角屋(1991)と石井ら(2017)が報告している我が国の中学生の結果とも一致し

ている。

発展性に関しては，科学理論の暫定性は「理解」であった。また，科学理論の現時点での確定性の否定項目においては，肯定的反応と否定的反応の人数の和と中間的反応の人数に有意な差が見られた。ところが，否定的反応をした人数と肯定的反応をした人数に有意な差が見られなかった。さらに，科学理論の可変性の否定項目においては，肯定的反応と否定的反応の人数の和と中間的反応の人数に有意な差が見られた。ところが，肯定的な反応をした人数が否定的な反応した人数よりも有意に多かった。以上の結果から，発展性全体としては「理解」とは判断できなかった。この結果は，角屋(1990)が報告している我が国の大学生の大部分と一致した結果である。また，石井ら(2017)が報告している我が国の中学生とも一致した結果である。さらに，石井らが報告している我が国の小学生ともほぼ一致した結果である。

以上の結果から，ネパールの 11 年生の科学の暫定性の理解に関しては，科学の暫定性の下位尺度から見ると科学の創造性，発展性に関して理解とは言えない。すなわち，ネパールの 11 年生は科学の暫定性を理解しているとは判断できないである。

ネパールの 11 年生の生徒の科学の暫定性の理解の実態は，テスト可能性は理解であった。この結果は，我が国の観察や実験を多く行った小学校での報告(石井ら，2000)と一致している。石井(2014)の報告では，ネパールの子どもは，G3 段階から始まる理科の授業においても知識の単純記憶再生の学びをくり返しており，観察や実験を伴った理科の学習を行って来っていない。にもかかわらずテスト可能性の理解は日本の子どもと変わらず，理解であった。このことは，以下のことが考えられる。ネパールの実態は，地域格差も大きく，首都カトマンズの私立学校と公立の学校でも実態が大きく異なっている。今回の調査対象校はカトマンズの私立学校であり，石井(2014)が報告している村の学校の子どもよりも観察・実験を行っていることが想定される。また，ネパールの 11 年生の発展性の理解に関して，石井ら(2017)の報告している我が国の中学生に比べても理解となった下位尺度の項目数が多いといった結果となっている。また，このネパールの 11 年生の結果は，石井ら(2000)の報告している仮説-確証・反証を伴った学びを繰り返している。

返した我が国の小学生の結果とほぼ一致している。Meichtry (1992) が、BSCS (Biological Science Curriculum Study1990)のカリキュラムを取りあげた学生の結果と一致した傾向を示している。このことから、今回調査対象とした11年生は科学コースの生徒であり、この生徒のG3から11年生までの学びのあり方を以下の点から調査する必要がある。ネパール国内で使われている教科書等を分析することで、ある段階で科学の暫定性に関する学びを行っていることが想定される。また、ネパール国内の村の子どもの科学の暫定性の理解の実態も調査し、学びのあり方と科学の暫定性の理解の関係を検討する必要がある。

ネパールの11年生も我が国の小中大学生も科学の暫定性の理解、中でも科学の創造性が理解されていないといった共通した結果を得ることができた。我が国とネパールの子どものテスト可能性や発展性の理解の状況や科学の創造性が理解に変わらない実態を踏まえて、我が国の理科の学習で取りあげられている問題解決の過程やその過程の中で観察や実験を行っている意味を教師や子どもがどのようにとらえているのかを含めた検討を行う必要があることが想定できる。

付記

平成29年度大妻女子大学戦略的個人研究費(S2913)から研究費を受けて研究を進めてきたものである。

注

科学の暫定性の理解の3つの尺度に対するそれぞれ3つの下位尺度の解釈は、本文にも記載したように石井ら(2015)に従ったものである。ところが、科学の創造性の下位尺度のうちの「科学の想像」は、「科学の創造や想像」に関する問いであり、石井ら(2015)では「科学の創造」と標記していたが、本稿では、科学の創造性との混乱を避けるためにあえて「科学の想像」と標記した。

参考文献

- [1] Abd-El-Khalick, F., Nature of Science in science education :Toward a coherent framework for synergistic research and development. Second International Handbook of Science Education. Springer Nature Switzerland AG.2012, Vol.2, Chapter69, pp.1041-1060.
- [2] Chen S et al. Development of an Empirically based questionnaire to investigate young students' ideas about nature of science, *Journal of Research Science Teaching*, 2013, 50, No.4, pp.408-430.
- [3] 石井雅幸ほか, 小学校高学年児童の科学の暫定性に関する理解は変わるか, *日本教科教育学会誌*, 2000, 第23巻, 第2号, pp.57-64.
- [4] 石井雅幸ほか, 学習指導要領の改訂による小学生の科学の暫定性の理解の影響, *日本教科教育学会誌*, 2015, 第37巻, 第4号, pp.1-9.
- [5] 石井雅幸, ネパールの子どもの生活と学校での学習活動の観察を通してー農業主体として生活する村の子どもの例にしてー, *こども総合研究*, 2014, No.2 pp. 10-20.
- [6] 石井雅幸ほか, 中学生の「科学の暫定性理解」の実態ー平成10年小学校学習指導要領改訂後の中学生の調査結果からー, *日本教科教育学会誌*, 2017, 第39巻, 第4号, pp. 13-20.
- [7] Jain. J et al., Chapter 6: The tentativeness of scientific theories: A study of views from different educational levels in Malaysia, *International Conference on Science Education 2012 Proceedings*, 2014, pp59-71.
- [8] 角屋重樹, 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ーNSKSテストを用いてー. *宮崎大学教育学部紀要*, 1990, 第67巻, pp.63-73.
- [9] 角屋重樹, 中学生は科学の暫定性という特質をどのようにとらえているか. *日本教科教育学会*, 1991, 15 (1), pp.17-21.
- [10] 角屋重樹, *理科学習指導の革新*, 1998, 東洋館出版社.
- [11] 角屋重樹ほか, 小学校第6学年児童は科学の暫定性という特質をどのようにとらえているか. *日本教科教育学会*, 1998, 21 (3), pp.63-69.
- [12] Lederman, N.G., *Nature of Science: Past, Present and Future, Handbook of Research Science Education*, 2007, Routledge pp831-879.
- [13] Meichtry, Y. J., Influencing Student understanding of the Nature of Science: Data from a case of curriculum development, *Journal of Research Science Teaching*, 1992, 29, No.4, pp.389-407.
- [14] Oh, Jun-Young, Chapter13: Suggesting a Flow Map of the Nature of Science for Science Education, *International Conference on Science Education 2012 Proceedings*, 2014, pp149-160.
- [15] Rubba, P.A et al., Development of an instrument to assess secondary school student' understanding of the Nature of Scientific knowledge. *Science education*, 1978, Vol.62, No.4. pp.449-458.

資料

表9. 調査項目

尺度	下位尺度	肯定・否定 のいずれ の項目か	日本語訳	原文
Creative 科学の創造性	きまりの創出	肯定項目	科学的な法則，理論と概念が創造力を表している。	Scientific laws, theories and concepts express creativity.
		否定項目	科学的な法則，理論と概念が創造力を表していない。	Scientific laws, theories and concepts do not express creativity.
	内容の創出	肯定項目	科学知識は人間の想像力によってつくられていくものである。	Scientific knowledge is a product of human imagination.
		否定項目	科学知識は人間の想像力によってつくられていくものではない。	Scientific knowledge is not a product of human imagination.
	科学の想像	肯定項目	科学的な理論，美術品共に創造するものであって，類似している。	A scientific theory is similar to a work of art in that they both express creativity.
		否定項目1	科学的な理論が，人類によって創られるものではなく，発見されるものである。	Scientific theories are discovered, not created by man.
Testable テスト可能性	テストの再現性	肯定項目	科学的な知識の証拠は繰り返し確かめなくてはならない。	The evidence for scientific knowledge must be repeatable.
		否定項目	科学的な知識の証拠は1つあればよく，繰り返し確かめる必要はない。	The evidence for a piece of scientific knowledge does not have to be repeatable.
	結果の一致性	肯定項目	実験結果が一致することは，科学的知識が正しいと認めるときの一つの条件である。	Consistency among test results is a requirement for the acceptance of scientific knowledge.
		否定項目	実験結果が一致することは，科学的知識が正しいと認める時の条件に当てはまらない。	Consistency among test results is not a requirement for the acceptance of scientific knowledge.
	テストの実証性	肯定項目	科学的な法則，理論と概念が信頼できる観察からテストされます。	Scientific laws, theories and concepts are tested against reliable observations.
		否定項目	科学的知識が正しいかどうかは，実験で確かめられる必要はない。	Scientific knowledge need not be capable of experiment test.
Developmental 発展性	科学理論の現時点での確定性	肯定項目	今の科学的知識に誤りがあるかもしれないが，その科学的知識は認められてもよい。	We accept scientific knowledge even though it may contain error.
		否定項目	科学的知識に誤りがあれば，その科学的知識は認められない。	We do not accept a piece of scientific knowledge unless it is free of error.
	科学理論の暫定性	肯定項目	科学知識は再調査と変更の適用を受ける。	Scientific knowledge is subject to review and change.
		否定項目	科学知識は不変である。	Scientific knowledge is unchanging.
	科学理論の可変性	肯定項目	今現在の科学的な法則，理論と概念は新しい証拠に直面して変えられなければならないかもしれない。	Today's Scientific laws, theories and concepts may have to be changed in the face of new evidence.
		否定項目	科学知識の真実は疑う余地がない。	The truth of scientific knowledge is beyond doubt.

Abstract

Children must understand the tentativeness of scientific knowledge to comprehend the Nature of Science. The method by which children understand the tentativeness of science must first be identified. Recent research suggests it is difficult for children to understand scientific creativity in Japan and that only inquiry learning cannot facilitate further understanding.

In Nepal, children take science classes based solely on memorizing knowledge from the third grade. We conducted research based on the revised NSKS (Nature of Scientific Knowledge Scale) test for eleventh-grade students in Nepal to clarify how they understood science tentativeness. Moreover, this research is relevant to science classes in Japan.

The results suggest that students did not understand the tentativeness of scientific knowledge, especially scientific creativity. The results agreed with those of primary school students, junior high school students, and university students in Japan.

(受付日：2020年4月1日，受理日：2020年9月28日)

石井 雅幸 (いしい まさゆき)

現職：大妻女子大学家政学部児童学科教授

日本体育大学大学院教育学研究科博士後期課程修了。

専門は理科教育，教科教育。現在は，特に小学校理科教育の方法並びに教科教育に焦点を当てた研究を行っている。

主な著書：小学校 理科の学ばせ方・教え方事典（共著，教育出版）