

A Study of the Relationship between Epistemic Beliefs in Science and Belief in Pseudoscience

—From a comparison of Crowdsourcing data and middle school student data—

YAMAMOTO Kitaro[†], KUBOTA Yoshihiko[‡]

Abstract

This study empirically investigates and analyzes the relationship between a student's "epistemic beliefs in science" and his or her "attitudes to pseudoscience" based on data collected online from the general public and from middle school students. The results of the study showed that the Japanese version of the "Epistemic Beliefs in Science Scale", newly translated in this study, was confirmed to have a moderate degree of statistical suitability by confirmatory factor analysis. On the other hand, the correlation between the scale and attitudes to pseudoscience was significant but limited. In addition, a comparison between the two data collected this time, showed a significant difference only in the "Source" factor of the epistemic beliefs scale. This may be due to the fact that middle school students have more opportunities to come into contact with textbook knowledge and opportunities to follow authority, such as a teacher or parent. Further research is needed to identify the mediating factors between epistemic beliefs and the acceptance or rejection of pseudoscience.

Keywords

epistemic beliefs, pseudoscience, CRT, science knowledge, scientific literacy

科学の認識論的信念と疑似科学信奉との関係に関する一考察 —大規模オンラインデータと中学生データの比較から—

山本輝太郎[†], 久保田善彦[‡]

キーワード

認識論的信念, 疑似科学, CRT, 科学知識, 科学リテラシー

[†] kitaro-y@seiryu-u.ac.jp (Administrative and Educational Technology Support Center, Kanazawa Seiryu University)
[‡] kubota@kubota-lab.net (Tamagawa University)

1. 研究背景・目的

1-1. 現代社会における疑似科学問題とその背景

玉石混合な情報の海と化している現代社会において、一般市民の科学リテラシー向上の重要性はますます増している。たとえば「〇〇は体に良い(悪い)」、「〇〇を食べると病気が治る(病気になる)」といった、科学的根拠が不明瞭で消費者の混乱につながるような「疑似科学」の情報が媒体を問わず流れている実態がある。

疑似科学(pseudoscience)とは、科学的な外観を備えているにもかかわらず実際には科学としての要件を満たしていないために誤った結論に至った研究群や、それにもとづく主張の総称である(菊池 2017など)。いわゆるコロナ禍においても、「ワクチンを接種すると不妊になる」「ワクチンにはマイクロチップが入っている」などの科学的に誤った情報が主張され、一定の注目を集めた。SNS等の発達・普及により、こうした科学的根拠に乏しい情報やある種の陰謀論等に関してもこれまで以上に増加している一方で(Vicario et al. 2016)、疑似科学のようなグレーゾーンの問題に対しては法的な規制が及びにくい実態がある。また、ネットやSNSを通して査読前の論文や専門家個人の私見などがチェックを経ずに一般社会に流れ出る傾向にあり、「専門家の意見を聞く」「査読論文があるか確認する」などの伝統的な手法だけでは問題解決できない状況といえる。疑似科学性が疑われる商品・言説に対して、その真偽を個人が判断せざるを得ない社会状況にある。

そうしたなかで、疑似科学への態度を規定する要因に関する研究知見もある程度蓄積されつつある。たとえば、批判的思考態度⁽¹⁾や直感的・分析的などの認知スタイル(眞嶋 2017; 菊池 2022)、我々が日常的に用いるさまざまなヒューリスティクスとそれに内在する認知的バイアス(眞嶋 2012)、権威主義的傾向やはく奪状態(山本 2019)などとの関連が、先行研究によって示されている。また、いわゆる超常現

象の信奉と教育レベルとの関係として、高度な教育を受けているほど超常信奉が弱いことや、同じ学生でも専門とする領域によって超常現象信奉の程度が異なり、自然科学、社会科学の学生は、文学、神学、教育学の学生よりも超常現象信奉が弱いことが示唆されている(眞嶋 2012)。ただし、これらの傾向については研究によってばらつきがあるのが現状である。

1-2. 「科学に対する認識論」からの示唆

以上の現状に対し、そもそも科学という営みをどのように捉えているかといった「科学に対する認識論的信念」が注目できる。ここで「認識」とは個々人が持っている知識やその性質、知ることに対する考えを意味し、これまで知識の性質およびその構成次元については、マイナーながら科学教育(理科教育)研究においても議論されてきた(山口 2022)。たとえば1990年代では、知識そのものの性質についての議論が行われ、知識の確かさや単純さ、知識の源や権威性などに関する次元が提案された(Hofer & Pintrich, 1997)。

さらに、こうした議論を科学教育の文脈に実証的に落とし込んだ研究としてConley et al.(2004)がある。Conley et al.(2004)では、教育研究におけるこれまでの議論をレビューしたうえで、科学に対する認識論的信念を、「科学的知識は外部の権威に属するとする信念(以下、「出典」とする)」、「科学は常に正しいとする信念(以下、「確信」とする)」、「科学は進化や変化するとの信念(以下、「発展」とする)」、「実験の役割や個人が知識を正当化する手法に関する信念(以下、「正当化」とする)」の4つの次元に改めて整理した。

まず「出典」は、外部の権威に存在する知識についての信念に対応している。科学者などの権威に対する信念や、その批判的評価の重要性の理解、権威の精査、および自分の思考を通じて知識を生み出す能力まで及ぶ。続いて「確

信」は、自然科学における知識の安定性に関する信念を反映している。確実性の高いとされた知識が変化する可能性や複雑な問題に対するさまざまな答えが存在する可能性を含むスタンスにまで及ぶ。「発展」は、科学を進化する分野として認識する信念に関連している。たとえば「新しい証拠」に基づいて科学的知見が継続的に発展していることに対する認識である。「正当化」は、科学的手法としての実験の役割やその評価方法を指す。データと実験の必要性、さまざまな思考ツール、および観察によって知識が正当化されるプロセスに対する認識である。以上の4つの次元が科学という営みの捉え方に関する主要な要点とされ、科学という方法論をどのように理解しているかという観点であるとも換言できるだろう。すなわち、これらの認識論的信念が高い場合、科学という営みそのものを「正しく」理解していることが推定できるということである。

科学教育において、対象者が科学に対してどのような認識を抱いているかといった信念構造を推定することには一定の意義があると考えられている。科学という営みをどのように理解しているかは、教育の結果としての質・量に影響を与え、多面的な思考やアイデア創出の源となる (Deryakulu & Büyüköztürk 2008)。また、個人の生得的な能力や特性、向き不向きなどとは無関係に理解可能であり変容しうるため、教育の効果を考えるうえでの影響力も大きい。実際、教師を対象とした研究においても、科学と疑似科学を区別することに、科学的活動の産物である科学的知識の特性を正確に知る必要があることが示唆されており、洗練された認識論的信念を各個人が持つことは重要であることが指摘されている (Önal & Kırmızıgül 2021) ⁽²⁾。

1-3. 本研究の目的

以上の背景に基づき本研究では、疑似科学的言説への態度と科学の認識論的信念との関係に

ついて実証的に調査し、基礎的な研究知見を提供することを目的とする。前述の先行研究では教師を対象としており、当該研究では「認識論的信念の程度」と「疑似科学の区別」において弱～中程度 (最大0.37) の正の相関関係があったことが示されている (Önal & Kırmızıgül 2021)。一方で学生や市民を対象とした調査は筆者らが調べた限りまだなく、認識論的信念を測定する日本語の尺度も存在しない。そこで本研究では、認識論的信念の測定に広く使われている指標を日本語に翻訳したうえで、疑似科学的言説への態度との関係性を分析し、科学情報を適切に読み解くための教育展開を講じるための研究視角を得る。

また本研究では、本研究知見の学校教育での展開を見据えて、後述の中学生データと一般人を対象としたオンラインデータに焦点をあてた分析を行う。いみじくも、代表的な科学リテラシーの国際調査である PISA2025 Science Framework(DRAFT)では、「査読」や「データの信頼性」、「科学コミュニティのコンセンサス」などへの理解を問う問題が出題される見込みである (OECD, 2023)。そのため今後、日本の義務教育課程においても科学への認識論的信念が扱われる可能性があり、その基礎的知見という意味からも、本研究には新規性があるだろう。

2. 方法

2-1. 測定項目

a. 科学の認識論的信念

本研究では、認識論的信念を測定するために幅広く使用されている (Conley et al. 2004 ; Lee et al. 2021 ; Schiefer et al. 2022など) 尺度を日本語に翻訳して使用した。当該尺度は前述の「出典」「確信」「発展」「正当化」の4つの次元に対応した全26項目の質問からなっており、それぞれ5件法 (5.そう思う～1.そう思わない) で尋ねている。外国人被験者を対象にし

た複数の研究では信頼性と妥当性が確認されているため (Lin et al. 2012 など), 本研究では日本人サンプル (学生および一般人) でも同様の結果が得られるかを確認する。表 1 に翻訳した日本語版を示した。

表 1 日本語版「科学の認識論的信念」

出典	
科学者の言うことは、みんなが信じなければならない。*	出典 1
理科では、教科書に書かれていることを信じなければならない。*	出典 2
理科の授業で先生が言ったことは何でも正しい(真実)。*	出典 3
科学の本に書いてあることは、正しいと確信している。*	出典 4
科学で何が正しいかは、科学者だけが知っている。*	出典 5
確信	
すべての科学の質問には、正しい答えがある。*	確信 1
科学をする上でいちばん重要なことは、正しい答えを出すことである。*	確信 2
科学者は、科学についてのすべてを知っている。*	確信 3
科学の知識は常に正しい。*	確信 4
科学者が実験で出した結果は、それがただ一つの答えである。*	確信 5
科学における真実は何かについて、科学者は常に一致している。*	確信 6
発展	
今の科学は、科学者が以前考えていたこととは異なることがある。	発展 1
科学の本に書かれている考えは、時々変わる。	発展 2
科学者でも答えられない問題がある。	発展 3
科学の考えは、時々変わる。	発展 4
新しい発見によって科学者が考えていることが変わることがある。	発展 5
科学者は、科学で何が正しいかの考えを変えることがある。	発展 6
正当化	
実験のアイデアは、好奇心と、仕組みを考えることから生まれる。	正当化 1
科学者が自分の考えを確認する方法は、1つだけではない。	正当化 2
科学で重要なのは、どのような仕組みになっているかを調べるために、実験をすることである。	正当化 3
自分の発見を確かめるには、何度も実験をするのが良い。	正当化 4
科学における良いアイデアは、科学者だけでなく、誰からでも得ることできる。	正当化 5
正しいかどうかを知る良い方法は、実験をすることである。	正当化 6
良い答えは、異なる多くの実験から得られる。	正当化 7
科学のアイデアは、あなた自身の質問や実験から得られる。	正当化 8
実験を始める前にアイデアを持つことは良いことである。	正当化 9

*は反転項目

b. 疑似科学への態度

本研究では疑似科学信奉尺度 (菊地 2017) を用いて疑似科学への態度を測定した。この尺度は、「現代の科学では説明できない不思議で超常的な世界は、本当にあると思う」「宇宙人は UFO に乗ってすでに地球を訪れていると思う」などの超常現象に関する質問項目 (疑似科学 1, 計 8 問), 「未来の出来事を知らせてくれる予知夢というのはあると思う」「健康によい特別な「水」には、病気を治す力があると思う」「青いペンで書いたことは、記憶に残りやすいと思う」などの日常生活面に関連する質問項目 (疑似科学 2, 計 9 問), 「血液型による性格判断はよく当たると思う」「血液型性格診断は、信頼できると思う」という血液型と性格に関する質問項目 (疑似科学 3, 計 2 問) から構成される合計 19 項目の尺度である (フィラー項目除く)。各項目に対して自身の態度を 5 件法 (5. そう思う ~ 1. そう思わない) で回答する形式である。全体として、値が高い場合は低い場合と比較して、「疑似科学情報に親和的・肯定的である」などと解釈される。

c. CRT, 科学知識

同じく、疑似科学的言説への態度に関する先行研究の知見に基づき、認知的熟慮性テスト (CRT, Frederick 2005) および基礎的な科学知識 (川本ほか 2008) を尋ねた。CRT は、個人の認知スタイル (主に直観的か否か) を簡易的に測定する指標であり、計 3 問から構成される。具体的には、「バットとボールを合わせた値段は 110 円です。バットの値段はボールより 100 円高いです。ボールの値段はいくらでしょうか? (正解は 5 円)」「5 個の部品を作るのに 5 台の機械を 5 分動かす必要があります。100 個の部品を作るのに 100 台の機械を使う場合何分機械を動かす必要がありますか? (正解は 5 分)」「湖にスイレンの花が咲いている場所があり、その場所は毎日 2 倍の大きさに成

長しています。湖全体を覆うのに48日かかったとすると、湖の半分を覆うのには何日かかったでしょうか？（正解は47日）」の3問であり、直感的に考えると引っかけってしまうような意図で構成されている。二重過程理論をはじめとした個人の認知スタイルを測定する指標としてよく使われているものであり、正解の場合+1点として合計得点を評価した（0-3点）。

基本的な科学知識を測定する質問群を先行研究（川本 2008ほか）に基づき尋ねた。具体的には、記述に対する正誤判定として「球の中心は非常に高温である（正）」「電子は原子よりも小さい（正）」「植物など自然由来の物質は安全で、合成化学物質はみな危険である（誤）」などからなる14問に対して回答を求めた。回答は各記述に対する「正しい」「誤っている」の二択形式とし、正解の場合+1点として合計得点を評価した（0-14点）。

2-2. 測定手法

本研究におけるデータ収集は二段階で行った。まず、GIGAスクール端末を用いて、著者らと協力する複数の中学校の3年生から回答を求めた（2021年10月～12月実施）。加えて、Yahoo!クラウドソーシングを用いてオンライン上でデータを収集した（2021年12月22日～2022年1月5日実施）。Yahoo!クラウドソーシングでは回答者にPayPayポイントが付与される仕組みとなっており、15歳以上のみが回答可能な仕様である。「不良回答」については調査に関する簡単なチェック質問を用いて判定し、分析から除外した。分析にはフリーの統計ソフトHADを使用した（清水 2016）。

3. 結果と考察

3-1. 結果概要

以上の手続きによって収集した合計1688人のデータを分析対象とした（オンライン1200人、中学生488人）。年代ごとの回答者数を表

2に示した。クラウドソーシング回答者の男女比については、過去の調査結果と同様の傾向を示していた。

表2 有効回答者の年齢分布

	男性	女性	他	合計
中学生	209人	267人	12人	488人
10代	46人	75人	0人	121人
20代	110人	163人	6人	279人
30代	69人	47人	0人	116人
40代	161人	74人	2人	237人
50代	111人	38人	0人	149人
60代以上	218人	79人	1人	298人
合計	924人	743人	21人	1688人

全体データにおける調査変数の相関行列を表3に示した。認識論的信念と疑似科学への態度については、有意ではあるものの小さい負の相関にとどまっていた（Cohen 1992）。認識論的信念と最も相関が強かったのは基礎的な科学知識であった。一方で疑似科学への態度については、CRTと科学知識で小さい負の相関が示され、これは先行研究の知見と矛盾しない結果であった。

各変数の年代別の平均値を表4に示した（CRTと科学知識については各個人の合計得点の平均値。反転項目についてはすべて反転後の数値を記載している）。疑似科学1-3、CRTおよび科学知識については中学生とオンラインサンプルで明確な差があり、全般として年齢階層が高くなるにつれてCRTと科学知識のスコアが高くなり、疑似科学への態度スコアについては減少する傾向がみられた。認識論的信念については、出典以外の因子（確信、発展、正当化）について、年齢階層による差異はほとんどみられなかった。出典については中学生データと15歳以上のオンラインデータで回答傾向に一定の差がみられた。

表3 調査変数の相関行列

	1	2	3	4
1. 認識論	1.00			
2. 疑似科学	-.165**	1.00		
3. CRT	.155**	-.237**	1.00	
4. 科学知識	.208**	-.224**	.401**	1.00

+p<0.10, *p<0.05, **p<0.01

3-2. 認識論的信念尺度の確証的因子分析

日本語翻訳した科学の認識論的信念尺度について、先行研究との整合性を確認するために、確証的因子分析を実施した。その結果、適合度の指標としてCFIが0.903、RMSEAが0.061、SRMRが0.069であった。また、因子間の α 係数はすべて0.8以上を示していた。本研究で用いた日本語版認識論的信念尺度には一定の適合性が示された。変数間の詳細な結びつきについては「付録」データを参照されたい。

3-3. 疑似科学信奉尺度の確証的因子分析

同様に、疑似科学信奉尺度についても確証的因子分析を実施した。その結果、CFIが0.879、RMSEAが0.074、SRMRが0.058であった。また、因子間の α 係数は0.7-0.8であった。部分的に適合性の判定基準を下回る結果であったが、質問項目ごとや因子のまとまりは先行研究通りの結果が示された。

3-4. 因子ごとの相関関係

確証的因子分析の結果に基づき、調査変数の因子ごとの相関行列を表5に示した。まず、疑似科学のうち、超常現象系（疑似科学1）については、認識論的信念の因子（出典、確信）との関連性がほとんどなかった一方、日常系の疑似科学2や血液型と性格（疑似科学3）については小さいが負の相関がみられた。また、認識論的信念における正当化と出典、確信因子のあいだの相関はみられなかったが、これは先行研究（Conley et al. 2004）と同様の傾向であった。

ただし、相関の方向については出典、確信、発展については負の相関であった一方、正当化に関しては疑似科学1-2とは正の相関、疑似科学3とは（ほとんど関係性がない程度の）負の相関であった。この理由として、疑似科学1（超常現象系）が象徴的であるが、対象の性質に「現在の科学ではまだ解明されていない」と思われる面が概念的に含まれており、一方で正当化では科学の新規性、新しいアイデアやその検証方法の是非を問う質問項目で構成されているため、疑似科学とまではいえない「未解明の事象」などと好意的に捉えた結果、一定の正の相関となった可能性が考えられる。

表4 調査変数の年齢階層別平均値

	出典 [SD]	確信 [SD]	発展 [SD]	正当化 [SD]	疑似科学1 [SD]	疑似科学2 [SD]	疑似科学3 [SD]	CRT [SD]	知識 [SD]
中学生	3.15 [0.93]	3.61 [0.87]	4.26 [0.68]	4.21 [0.58]	3.61 [0.88]	3.23 [0.66]	2.65 [1.23]	0.85 [1.08]	5.75 [2.67]
10代	3.35 [0.74]	3.67 [0.82]	4.32 [0.76]	4.17 [0.65]	3.22 [0.79]	3.10 [0.61]	2.31 [1.11]	1.49 [1.18]	6.92 [2.63]
20代	3.39 [0.70]	3.56 [0.75]	4.14 [0.78]	4.02 [0.71]	3.28 [0.74]	2.91 [0.71]	2.41 [1.15]	1.51 [1.23]	6.94 [3.22]
30代	3.48 [0.88]	3.53 [0.78]	4.26 [0.73]	4.08 [0.65]	3.23 [0.86]	2.79 [0.76]	2.30 [1.17]	1.56 [1.26]	7.22 [3.18]
40代	3.41 [0.80]	3.62 [0.77]	4.38 [0.65]	4.20 [0.59]	3.24 [0.81]	2.77 [0.68]	2.20 [1.12]	1.84 [1.12]	7.60 [3.29]
50代	3.41 [0.79]	3.60 [0.74]	4.41 [0.62]	4.23 [0.59]	3.28 [0.73]	2.85 [0.60]	2.40 [1.13]	1.89 [1.07]	7.35 [3.40]
60代 以上	3.30 [0.86]	3.63 [0.79]	4.47 [0.56]	4.24 [0.51]	3.28 [0.83]	2.88 [0.61]	2.24 [1.02]	1.87 [1.05]	7.78 [3.05]

表5 調査変数の相関行列 (因子別)

	出典	確信	発展	正当化	疑似科学1	疑似科学2	疑似科学3	CRT	科学知識
出典	1.000								
確信	.615**	1.000							
発展	.157**	.250**	1.000						
正当化	-.032	.037	.642**	1.000					
疑似科学1	-.017	.033	.130**	.203**	1.000				
疑似科学2	-.167**	-.171**	-.049*	.138**	.506**	1.000			
疑似科学3	-.269**	-.248**	-.231**	-.056*	.250**	.457**	1.000		
CRT	.088**	.086**	.174**	.079**	-.156**	-.212**	-.186**	1.000	
科学知識	.065**	.114**	.247**	.166**	-.109**	-.229**	-.187**	.401**	1.000

+p<0.10, *p<0.05, **p<0.01

3-5. 中学生データとオンラインデータの比較

続いて、オンラインサンプルと中学生サンプルの比較分析を行った。その際、オンラインサンプルについては15歳のデータを取り除き (N=11)、中学卒業以降 (義務教育課程修了後) のデータとして扱った。研究目的の項で述べたように、PISA2025において科学という営み、方法論への認識を扱う問題が出題される見通しがあり、PISAを受ける年齢である15歳までのデータを焦点化した分析を実施することには一定の意義があると考えられる。先行研究 (Conley et al. 2004) においても認識論的信念が介入により変容しうることが示されているため⁽³⁾、ベースラインの測定や傾向の把握は重要である。

中学生データと16歳以上のオンラインデータの平均値の比較を表6に、調査項目間の相関行列を表7 (オンラインデータ)、表8 (中学生データ) に示した。まず、科学知識やCRT、疑似科学1-3において、中学生データとオンラインデータでは極めて有意な差が認められた (Welchのt検定)。これは、社会経験や社会情報へのばく露の程度によるものと思われ、端的には、年齢によるさまざまな知識の蓄積や情報への接触による差であると考えられる。

一方、認識論的信念の因子のうち、出典においてのみ、中学生データとオンラインデータで極めて有意な回答傾向の差がみられた。出典は、「科学者の言うことは、みんなが信じなければならぬ」など、ある種の権威に従うこと

を「よしとするか否か」を問う質問項目で構成されている。差が生じた理由として、義務教育課程の対象者とそれ以外では、いわゆる「教科書」が日々の生活に關与する割合が大きく異なっていることが考えられる。義務教育修了後は、科学だけでは解決できない問題や科学と社会との関係がより身近になり、教科書的な解説が科学の成果のごく一側面を表したに過ぎないことを認識したことによる意識の変化である可能性である。特に我が国の初等～中等教育では、必ずしも専門分野とは限らない分野を教師が担当せざるを得ない場面があり、教師側が科学の性質を十分に理解していなかったり、学習者側に知識の性質が十分に伝わっていないケースも考えられるだろう。ただし、以上は本デー

表6 オンラインデータと中学生データの比較

測定項目	オンライン [SD]	中学生 [SD]	有意性
出典	3.37 [0.79]	3.15 [0.93]	p<0.01
確信	3.60 [0.77]	3.61 [0.87]	n.s.
発展	4.33 [0.69]	4.26 [0.68]	n.s.
正当化	4.16 [0.62]	4.21 [0.58]	n.s.
疑似科学1	3.26 [0.79]	3.61 [0.88]	p<0.01
疑似科学2	2.87 [0.67]	3.23 [0.66]	p<0.01
疑似科学3	2.30 [1.11]	2.65 [1.23]	p<0.01
CRT	1.71 [1.16]	0.85 [1.08]	p<0.01
科学知識	7.37 [3.17]	5.75 [2.67]	p<0.01

表7 調査変数の相関行列 (オンラインデータ)

	出典	確信	発展	正当化	疑似科学1	疑似科学2	疑似科学3	CRT	科学知識
出典	1.000								
確信	.598**	1.000							
発展	.192**	.327**	1.000						
正当化	-.009	.066*	.687**	1.000					
疑似科学1	.001	.025	.136**	.198**	1.000				
疑似科学2	-.169**	-.221**	-.070*	.108**	.486**	1.000			
疑似科学3	-.247**	-.262**	-.261**	-.106**	.224**	.485**	1.000		
CRT	.068*	.148**	.267**	.164**	-.098**	-.191**	-.217**	1.000	
科学知識	.062*	.176**	.339**	.237**	-.082**	-.245**	-.247**	.376**	1.000

+p<0.10, *p<0.05, **p<0.01

表8 調査変数の相関行列 (中学生データ)

	出典	確信	発展	正当化	疑似科学1	疑似科学2	疑似科学3	CRT	科学知識
出典	1.000								
確信	.661**	1.000							
発展	.066	.075 ⁺	1.000						
正当化	-.075 ⁺	-.045	.532**	1.000					
疑似科学1	.010	.044	.153**	.209**	1.000				
疑似科学2	-.100*	-.095*	.034	.211**	.475**	1.000			
疑似科学3	-.281**	-.235**	-.150**	.041	.242**	.346**	1.000		
CRT	.015	-.040	-.095*	-.085 ⁺	-.112*	-.024	-.002	1.000	
科学知識	-.018	-.026	-.030	.009	-.027	-.002	.051	.284**	1.000

+p<0.10, *p<0.05, **p<0.01

たの傾向から推定した一つの可能性であり、要因の究明には別途調査が必要である。

中学生データとオンラインデータにおける相関行列を比較した(表7, 表8)。明確に傾向の違いが示されたものとして、科学知識やCRTと、認識論的信念や疑似科学への態度との関係があった。当該項目について16歳以上のオンラインデータでは、知識や思考スタイルが疑似科学への態度に対して少なからず影響していると解釈しうる結果であったが、中学生データではそうした傾向はみられなかった。

そもそも中学生データでは全般に変数間の結びつきが弱かった。使用した指標が当該年齢層における平均的な発達過程と合致していないなどの要因が考えられ、今回の中学生データでは、CRTや科学知識が疑似科学への態度に対する識別力としてほとんど働かなかったという結果であった。

3-6. 疑似科学への態度の規程要因

疑似科学への態度(1-3すべての平均)を目

的変数と、認識論的信念の各因子、科学知識、CRTを説明変数とした重回帰分析を中学生データと16歳以上のオンラインデータのそれぞれで実施した。表9にオンラインデータの結果を、表10に中学生データの結果をそれぞれ示した。

オンラインデータについては、傾向差も含めると、すべての変数が疑似科学への態度の規程要因としてある程度寄与していたが、前述のように、正当化については関係の方向性が“逆”になっていた。一方で、標準偏回帰係数の値をみると、正当化が疑似科学への態度に最も寄与していたことが読み取れる。前述のように、正当化の質問項目は未知の対象を究明するための着想の方法に焦点が当てられていたことが影響したものと考えられる。

一方、中学生データについてはオンラインデータと比較して、有意な要因が少なく大きさも小さいものにとどまっていた。CRTや科学知識の設問が中学生にとって全般的に難しすぎたなどの理由から、これらの指標が機能しな

表9 疑似科学への態度についての重回帰分析
(オンラインデータ)

変数名	係数	95%信頼区間	VIF
出典	-.109**	[-0.18, -0.04]	1.57
確信	-.069 ⁺	[-0.14, 0.00]	1.73
発展	-.109**	[-0.19, -0.03]	2.37
正当化	.203**	[0.13, 0.28]	2.01
CRT	-.136**	[-0.19, -0.08]	1.20
科学知識	-.194**	[-0.25, -0.14]	1.26
R ²	.139**		

AIC:2225.878 BIC:2266.524 **p<.01, *p<.05, +p<.10

表10 疑似科学への態度についての重回帰分析
(中学生データ)

変数名	係数	95%信頼区間	VIF
出典	-.140**	[-0.26, -0.02]	1.80
確信	-.039	[-0.15, 0.08]	1.79
発展	-.127*	[-0.23, -0.03]	1.43
正当化	.230**	[0.13, 0.33]	1.43
CRT	-.055	[-0.15, 0.04]	1.10
科学知識	.024	[-0.07, 0.11]	1.09
R ²	.079**		

AIC:1005.945 BIC:1039.468 **p<.01, *p<.05, +p<.10

かった可能性がある。

なお、オンラインデータについて、科学知識とCRTの交互作用効果を調べた結果、「科学知識が高いかつ「CRTが高い場合において、疑似科学への態度が有意に批判的になる傾向がみられた(図1)」。この傾向は、疑似科学への態度にCRTなどの思考スタイルが関連するとの先行研究の知見に加え、そうした思考スタイルと基礎的な科学知識の多寡が密接に関連していることを示唆するものと考えられる。一方で、科学認識の各因子においてはこうした顕著な傾向はみられなかった。

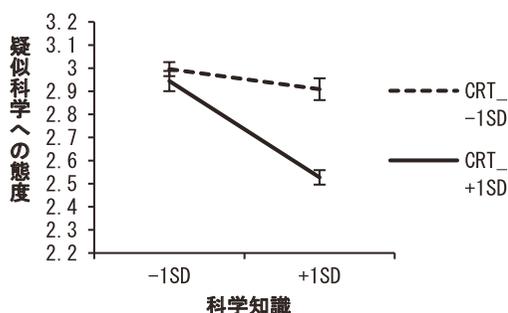


図1 科学知識とCRTの交互作用効果

4. まとめ

本研究の成果をまとめる。まず、本研究で翻訳・使用した「科学の認識論的信念」については、大規模なデータ収集に基づき確証的因子分析を行い、一定の適合性があることが確認された。ただし、疑似科学への態度との関係性については、有意ではあるものの(筆者らの想定よりも)限定的な関係性に留まっていた。また、疑似科学への態度の尺度項目については先行研究通りのまとまりがあったものの、確証的因子分析の結果、適合性の基準を部分的に満たさなかった。

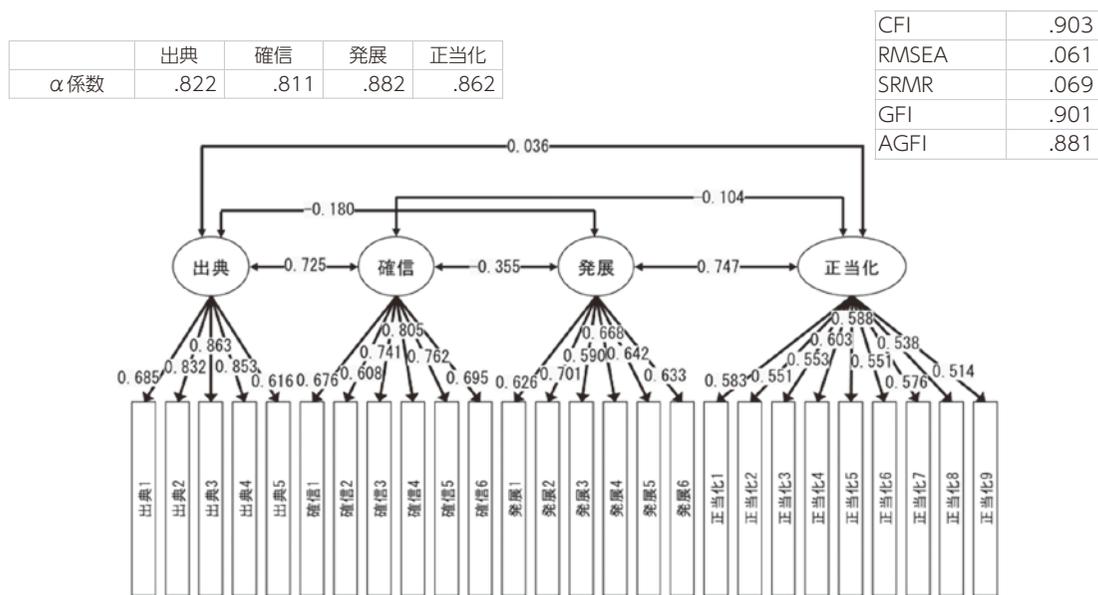
認識論的信念についての中学生データと16歳以上のオンラインデータの比較では、出典因子にのみ大きな差がみられた。出典因子の質問項目は、ある種の権威から与えられた知識の扱いを問う質問で構成されており、中学生のほうがそうした情報にばく露する機会(たとえば教科書)が多いことや、科学に限らず「大人のいうことは正しい」などと“誤認”するような環境にいることが、その理由の可能性として考えられる。ただし中学生データについては、オンラインデータと比較して、CRTや科学知識など、今回使用した変数が疑似科学への態度に対する「識別指標」として機能していなかった傾向が見受けられたため、疑似科学に関する当該世代へのアプローチ方法を講じる場合、本研究で確たる結論を出すことは難しく、更なるデータ収集が必要である。

本研究はJSPS科研費21H00922による助成を受けている。本論文は、2021年度第4回および2022年度第4回日本科学教育学会研究会で発表した内容に大幅に加筆・修正したものである。

引用（または参考）文献

- Cohen, J. (1992): A power primer, *Psychol Bull*, Vol.112, No.1, pp.155-159.
- Conley, A.M. et al. (2004): Changes in epistemological beliefs in elementary science students, *Contemporary Educational Psychology*, Vol.29, pp.186-204.
- Deryakulu & Büyüköztürk (2008): The validity and reliability study of Epistemological Belief Scale, *Eurasian Journal of Educational Research*, Vol.2, pp.111-125.
- Frederick, S. (2005): Cognitive Reflection and Decision, *JOURNAL OF ECONOMIC PERSPECTIVES*, Vol.19, No.4, pp.25-42.
- Hofer, B.K., & Pintrich, P.R. (1997): The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning, *Review of Educational Research*, Vol.67, No.1, pp.88-140.
- 川本思心・中山実・西條美紀(2008)：「科学技術リテラシーをどうとらえるか～リテラシークラスター別教育プログラム提案のための質問紙調査」『科学技術コミュニケーション』, Vol.3, pp.40-60.
- 菊池聡(2017)：「中学高校生の疑似科学信奉と科学への態度の関連性」『信州大学人文科学論集』, Vol.51, pp.39-52.
- 菊池聡(2022)：「疑似科学を題材とした批判的思考促進の試み」『国民生活研究』, Vol.62, No.2, pp.22-37.
- 久保田善彦・舟生日出男・鈴木栄幸(2021)：「現代社会における科学的主張を読み解く科学メディアリテラシーの検討～科学的主張の生産・伝達・消費を俯瞰するチェックリストの開発」『日本科学教育学会年会論文集』, Vol.45, pp.449-452.
- Lee, S.W. et al. (2021): Measuring epistemologies in science learning and teaching: A systematic review of the literature, *Science Education*, Vol.105, No.5, pp.880-907.
- Lin et al. (2012): The Relationships Between Epistemic Beliefs in Biology and Approaches to Learning Biology Among Biology-Major University Students in Taiwan, *Journal of Science Education and Technology*, Vol.21, pp.796-807.
- 眞嶋良全(2012)：「疑似科学問題を通して見る科学リテラシーと批判的思考の関係」『認知科学』, Vol.19, No.1, pp.22-38.
- 眞嶋良全(2017)：「実証的根拠を欠く信念の規定因としての直観的認知スタイル」『日本認知心理学会第15回大会』, O7-01.
- 中村大輝ほか(2021)：「科学の本質の理解の評価方法とその特徴に関するレビュー」『日本科学教育学会年会論文集』, Vol.45, pp.425-428
- Önal & Kırmızıgül (2021): Investigation of the preservice teachers' science-pseudoscience distinction and epistemological beliefs, *Journal of Pedagogical Research*, Vol.5, Issue.3, pp.56-67.
- Pennycook, G. & Rand, D.G. (2019): Lazy, not biased: Susceptibility to partisan fake news is better explained by lack of reasoning than by motivated reasoning, *Cognition*, Vol.188, pp.39-50.
- OECD(2023)PISA 2025 Science Framework Draft (<https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/>).
- Schiefer, J. et al. (2022): Epistemic Beliefs in Science—A Systematic Integration of Evidence From Multiple Studies, *Educational Psychology Review*, Vol.34, pp.1541-1575.
- 清水裕士(2016)：「フリーの統計分析ソフトHAD：機能の紹介と統計学習・教育、研究実践における利用方法の提案」『メディア・情報・コミュニケーション研究』, Vol.1, pp.59-73.
- Vicario, M.D. et al. (2016): The spreading of misinformation online, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol.113, No.3, pp.554-559.
- 山口悦司(2022)：「認識的認知」日本理科教育学会編『理論と実践をつなぐ理科教育学研究の展開』, pp.136-141.
- 山本耕平(2019)：「疑似科学への態度の規定要因に関する諸仮説の検証～科学的知識・剥奪・権威主義」『年報科学・技術・社会』, Vol.28, pp.25-46.

付録



付録 日本語版科学の認識論的信念尺度の確証的因子分析の結果

注

- (1) 批判的思考については疑似科学に限らず、情報の真偽を見極めるための包括的スキルとしても古くから注目されている。たとえばPennycook & Rand(2019)によると、フェイクではないニュース記事とフェイクニュース記事を被験者に教示し、それらの情報の正確性などを評価させることでフェイクニュースへの信念態度要因について検討している。その結果、フェイク情報を「正確性が高い」などと誤認する背景には、政治的な嗜好性よりも批判的思考などの認知スタイルが強く関連していることが示された。
- (2) この点については、「科学の本質 (Nature of Science; NOS)」の面からの研究アプローチもありうる。NOSは科学に特有の性質を指し、科学知識が生まれ出されるプロセスや科学的な営みに関わる人の知覚の限界、科学知識の社会的側面などの理解を指し、科学的根拠に基づいて個人や社会の問題について十分な情報を得た上で判断できるようになるための科学リテラシーの重要な要素とされている (たとえば中村 2021)。科学への認識論的信念とも密接に関連する概念といえる (山口 2022)。両者の違いについては尺度の質問項目ベースではあるが、NOSは科学の社会文化・政治的側面に焦点を当てている一方で、認識論的信念では科学という方法論とそこから獲得される知識の性質を中心に扱っている点があげられる。
- (3) この点について、小学生を対象にした研究では、科学単元に関する授業介入 (化学分野に関する単元9週間) の前後で、4次元のうちの「出典」と「確信」において認識変容がみられた一方、「発展」と「正当化」の変化はみられなかった。

