科学的基礎知識とハザードへの不安との関係¹

中谷内 一也² 長谷 和久 同志社大学 横山 広美 東京大学

Relationship between basic scientific knowledge and anxiety about hazards

Kazuya Nakayachi, Kazuhisa Nagaya (Doshisha University), and Hiromi Yokoyama (University of Tokyo)

This study examined whether people's level of basic scientific knowledge is associated with their anxiety levels pertaining to a wide range of hazards. We conducted a nationwide survey and collected data from a highly representative sample ($N = 1,073$). Participants rated their anxiety level regarding 51 hazards as well as their level of trust in organizations regarding the management of each hazard. Additionally, they answered 11 basic scientific knowledge questions. The results of a hierarchical multiple regression analysis indicated that the level of people's basic scientific knowledge was associated with the level of anxiety they felt about hazards, even after controlling for the effects of sex and trust level. However, the results also suggested that the explanatory power of knowledge was low. The interpretation of these results is discussed with a focus on the deficit model of science communication.

Key words: science communication, scientific literacy, risk perception, deficit model.

The Japanese Journal of Psychology

2018, Vol. 89, No. 2, pp. 171–178

J-STAGE Advanced published date: March 10, 2018, doi.org/10.4992/jjpsy.89.17215

「公衆は科学についての基礎的な知識や理解、すなわち、科学的リテラシーが不十分であり、このためにリスクの小さな技術やハザードを過剰に恐れ、受容しない。科学技術への受容を促すために公衆の科学的リテラシーは高められなければならない」という考え方は欠如モデルと呼ばれる。この考え方は、社会が受け入れるべき技術やハザードを広く議論する以前に科学政策を一方的に押しつけようとするものであるとして、1990年代以降、厳しく批判されてきた (Bauer, Allum, & Miller, 2007; Gross, 1994; Kahan et al., 2012; Wynne, 1991, 1993; Ziman, 1991)。そのような一方的な姿勢こそが、科学政策や新たな応用技術に対する不信感を招い

ている、というのがそれら批判者の主張であった。実際、リスク認知研究では、信頼がリスク認知や不安と強く結びついていることが数多く報告されている (Cvetkovich & Lofstedt, 1999; Cvetkovich & Nakayachi, 2007; Cvetkovich, Siegrist, Murray, & Tragesser, 2002; Flynn, Burns, Mertz, & Slovic, 1992; Johnson, 1999; 中谷内, 2011; Nakayachi & Cvetkovich, 2010; Siegrist, 2000; Siegrist, Earle, & Gutscher, 2007; Siegrist, Gutscher, & Earle, 2005; Slovic, 1993)。こういった状況をうけ、21世紀に入って以降は「上流での参加」と呼ばれるように (Rogers-Hayden & Pidgeon, 2007)、科学政策の初期段階からの市民参加が重視されている。日本においても東日本大震災の後に放射線リスクについてのコミュニケーションが多く行われたが、その一部は欠如モデルに基づいていることが指摘され、批判を受けてきた (文部科学省, 2014; Tateno & Yokoyama, 2013)。

しかし、科学政策の立案やコミュニケーションがどうあるべきかという政治的な問題とは別に、そもそも科学的リテラシーがさまざまなハザードへの不安に関係しているのかどうかは実証的に検討すべき心理学的な問題である。そのためには、(a) 公衆として代表性

Correspondence concerning this article should be sent to: Kazuya Nakayachi, Faculty of Psychology, Doshisha University, Tatara Miyakodani, Kyotanabe 610-0394, Japan. (E-mail: nakayachi@mail.doshisha.ac.jp)

¹ 本研究は JSPS 科研費 JP24330189 の助成を受けた。

² 本論文の作成にあたり Joint Centre for Disaster Research, Massey University より寛大な支援を賜りました。記して感謝の意を表します。

Table 1
Questions measuring basic scientific knowledge and the proportion of correct answers

Item	Rate of correct answers	
The center of the earth is very hot.	.709	(F ^a = .644; M ^b = .773)
All radioactivity is man made.	.637	(F = .554; M = .720)
The oxygen we breathe comes from plants.	.599	(F = .557; M = .640)
It is the father's gene that decides whether the baby is a boy or a girl.	.229	(F = .243; M = .216)
Lasers work by focusing sound waves.	.267	(F = .192; M = .339)
Electrons are smaller than atoms.	.272	(F = .217; M = .327)
Antibodies kill viruses as well as bacteria.	.294	(F = .288; M = .299)
Continents have been moving their locations for millions of years.	.802	(F = .774; M = .830)
Human beings are developed from earlier species of animals.	.701	(F = .663; M = .738)
The earliest humans lived at the same time as the dinosaurs.	.416	(F = .356; M = .474)
Radioactive milk can be made safe by boiling it.	.799	(F = .772; M = .825)
Total	.521	(F = .478; M = .562)

Note. N = 1,073.

^a F = Female, n = 531, ^b M = Male, n = 542.

の高いサンプルを用い、(b) 標準的な手法によって科学的リテラシーを測定し、(c) 多様なハザードを対象として否定的な感情を測定する、というアプローチが考えられる。こうして得られたデータを分析し、科学的リテラシーとハザードへの否定的感情との関係を明らかにすることで、欠如モデルあるいは欠如モデル批判についての一般的な根拠を得ることができる。これらのうち、代表性の高いサンプルを用いたリスク認知研究はわが国でも数多く実施されてきた。例えば、継続的調査のとりまとめとして原子力分野における篠田・土田・木村 (2014) や北田 (2013)、環境中の化学物質について村山・藤長・岸川・内山 (2016) など、多くは特定のハザード領域に集中した調査であるが、中には多様なハザードを対象とした分析も、例えば、初期のものとして木下 (1988)、Hirose et al. (1998)、近年のものとして岸川・村山・中畝・内山 (2012) がある。さらに、特定領域の科学的基礎知識と当該領域のリスク認知の関連性について検討した研究も報告されている。例えば、先述の篠田他 (2014) や土屋・小杉・谷口 (2008) が収集したデータは原子力あるいはバイオ技術の専門家と一般公衆との比較が可能な調査デザインとなっている。食品リスクリテラシーを扱った楠見・平山 (2013) を含め、領域固有知識の影響は検討されている。しかし、日本全体をカバーする代表性の高いサンプルを用いて一般的な科学的リテラシーを測定し、多様なハザードへの評価との関係を包括的にとらえた研究、すなわち上記 3 条件を同時に満たす研究は、著者らの知るところ報告されていない。

そこで本研究では、日本全体をカバーする無作為抽出法によって代表性の高いサンプルを構成し、科学的な基礎知識を測定するための標準的な質問セットを用

いて科学的リテラシーを測定した。そして、広範なハザード項目を設定してそれぞれに対する不安について回答を求め、科学的リテラシー得点との関連を検出した。

科学的リテラシーについての具体的な質問項目は、Shen (1975) や Miller (1998) に沿って開発された十数個の真偽問題がもとになっている。この質問セットは因子分析と項目反応理論に基づいた分析によって信頼性が確認されており (Miller, 1998)、調査によって用いられる項目に若干の相違はあるものの、中心となる 10 問程度はほぼ共通して用いられている。これらを利用して、これまでにも、European Commission (2005)、科学技術・学術政策研究所 (2012)、National Science Board (2016)、Organisation for Economic Co-operation and Development (2012) などで系統的な縦断研究や国際比較研究が実施されてきた。本研究では科学技術・学術政策研究所が継続的に用いてきた 11 問によって科学的基礎知識を測定した (Table 1)。

一方、各種ハザードへの不安については、リスク認知に関連する先行研究 (Finucane, Alhakami, Slovic, & Johnson, 2000; Flynn, Slovic, & Mertz, 1994; Kleinhesselink & Rosa, 1991; Slovic, Fischhoff, & Lichtenstein, 1979; Slovic, Fischhoff, & Lichtenstein, 1980) において頻繁に用いられてきた項目を中心に 51 項目が設定された。具体的には、地震や台風などの自然災害項目、原発事故や鉄道事故など技術利用に伴う事故項目、ナノテクノロジーや農業などの化学技術項目、地球温暖化や化学物質による環境汚染といった広域環境問題項目、身体犯や財産犯といった犯罪項目、戦争やテロリズムなどの国際的紛争項目、さらにはエイズや狂牛病など疾病に関連する項目などであり、加えて、過去十数年間

に大きな社会問題となった耐震偽装、食品の偽装表示、年金危機問題、子供の虐待なども含んでいる (Table 2)。これらの項目セットは日本人の多様なハザードに対する反応を検討した一連の研究において継続的に用いられている (中谷内・島田, 2010; Nakayachi & Nagaya, 2016; Nakayachi, Yokoyama, & Oki, 2015)。本研究では、調査参加者の回答に基づいてこれらハザード項目を分類し、カテゴリー毎に科学的基礎知識得点との関係を検証する。

以上をまとめると、本研究は代表性の高いサンプルを対象として、科学的リテラシーと広範なハザードへの不安を測定し、両者の関係に関する基礎的な調査資料を提供するものである。

方 法

調査参加者

サンプルセットは、地域 (北海道から九州・沖縄までの 8 カテゴリー) と人口規模 (50 万人以上在住の大都市から郡部までの 5 カテゴリー) を層とする層化二段階無作為抽出法により、まず 115 の調査地点を抽出し、次に各地点の住民基本台帳から 20 歳以上の成人を規定数抽出して、作成した。

サンプルのうち 53.6% ($N = 1,073$ 名) が調査への参加依頼に応じた。女性が 49.5% ($n = 531$)、男性が 50.5% ($n = 542$)、年齢の分布は 20 歳代 9.9% ($n = 106$)、30 歳代が 15.0% ($n = 161$)、40 歳代が 20.8% ($n = 223$)、50 歳代が 17.0% ($n = 182$)、60 歳代が 20.3% ($n = 218$)、70 歳以上が 17.1% ($n = 183$) であった。

質問紙

質問紙は 51 項目のハザード項目 (Table 2) に対する不安評定 (「まったく不安でない」を 0 点、「非常に不安である」を 5 点とする 6 段階評定尺度)、それぞれのハザード項目による被害を抑えるための組織への信頼 (「まったく信頼できない」を 0 点、「非常に信頼できる」を 5 点とする 6 段階評定尺度)、科学に対する意見 3 項目への同意の程度、科学的基礎知識測定のための 11 項目 (Table 1、それぞれの文章に対する正誤判断)、性別、年齢 (20 歳代から 10 歳刻みで 70 歳代以上までの 6 段階) から構成された。

手続き

調査は 2015 年 2 月に実施された。各サンプルに対して事前に案内葉書を送付し、その後、訪問留置、訪問回収法によりデータを収集した。回答者には謝礼として 500 円分の図書カードが与えられた。

結 果

Table 1 に科学的基礎知識の測定結果を示す。今回の

調査における平均正答率は、科学技術・学術政策研究所が 2011 年 7 月に調査した結果の 0.528、12 月に実施した調査の 0.577 とほぼ同レベルであった (科学技術・学術政策研究所, 2012)。男女別の平均正答数は、女性が 5.26 ($SD = 2.61$)、男性が 6.18 ($SD = 2.29$) であり、両者の差は有意であった ($t = 6.15$, $df = 1071$, $p < 0.001$, $d = 0.37$)。過去約 20 年間にわたる The National Assessment of Educational Progress のデータをメタ分析した Reilly, Neumann, & Glenda (2015) は、男性の科学的リテラシーがわずかであるが、しかし安定して女性を上回っていることを報告している。また、日本で実施された調査においても同様の傾向が Organisation for Economic Co-operation and Development (2012) による Programme for International Student Assessment の中で報告されており、今回の結果はそれらを再現するものであった。本研究の主目的はハザードへの不安が科学的リテラシーの高さによって説明できるのかを検証することであるが、ここで科学的リテラシーに性差がみられたので、後述のように、主目的にかかわる分析においても性別要因を考慮する。なお、クロンバックの α 係数は 0.71 であり、尺度としての内的一貫性が確認された。

51 項目の不安評定について探索的因子分析 (最尤法) を行った。固有値 1 を基準に 7 因子を抽出し、プロマックス回転を行った後の因子負荷量を Table 2 に示す。因子負荷量 0.35 を基準にした場合に最も項目の振り分けが明確になり、後に示すように、すべての因子で高い α 係数が得られ、十分な内的一貫性が示された。そこで、以下のようにこの基準でそれぞれの因子の解釈を進め、各因子の得点を求めた。第 1 因子に負荷の高かった項目は上位から、化学的食品添加物、遺伝子組換え食品、環境ホルモン、家庭内化学物質などであることから、この因子は科学技術利用による健康影響と解釈できる。因子負荷量が 0.35 以上の項目は 12 項目であった。これら 12 項目の平均値を個人毎に求め、第 1 因子の不安得点とした (Cronbach's $\alpha = 0.93$)。第 2 因子に負荷の高かった項目は、戦争、地球温暖化、テロ、耐震偽装、化学的環境汚染などの 12 項目であり ($\alpha = 0.93$)、これらは被害が広範囲に及ぶグローバル災害という共通性を持つ。第 3 因子の高負荷は上位から順にガン、脳・心臓疾患、生活習慣病など 6 項目であり ($\alpha = 0.86$)、この因子は高頻度の死因と解釈できる。第 4 因子の高負荷項目は自殺、家庭内不和、失業、子供の虐待などの 5 項目であり ($\alpha = 0.79$)、この因子は家庭問題と解釈できる。第 5 因子の高負荷項目は湯沸器中毒事故、落雷、転倒・転落事故、鉄道事故など 7 項目で ($\alpha = 0.89$)、この因子は旧来からある突然の事故死と解釈できる。第 6 因子の負荷量が高かったのは、アスベスト、エイズ、飛行機事故、ダイオキシンなど 8 項目である ($\alpha = 0.86$)。これらはハザード

Table 2
The results of factor analysis^a on anxiety ratings

Item	Factor						
	1	2	3	4	5	6	7
Chemical food additives	.87	—	—	—	—	—	—
GMOs	.87	—	—	—	—	—	—
Endocrine disruptors	.73	—	—	—	—	—	—
Indoor chemicals	.59	—	—	—	—	—	—
Agrochemicals	.58	—	—	—	—	—	—
Mislabeled food	.53	—	—	—	—	—	—
BSE	.52	—	—	—	—	—	—
Medicinal side effects	.48	—	—	—	—	—	—
Ultraviolet rays	.47	—	—	—	—	—	—
Natural food additives	.47	—	—	—	—	—	—
Nanotechnology	.42	—	—	—	—	—	—
War	—	.81	—	—	—	—	—
Global warming	—	.65	—	—	—	—	—
Terrorism	—	.60	—	—	—	.42	—
Falsification of quake capacity	—	.52	—	—	—	—	—
Environmental pollution by chemicals	—	.52	—	—	—	—	—
Earthquake	—	.50	.37	—	—	—	—
Missile strike	—	.48	—	—	—	—	—
Oil depletion	—	.43	—	—	—	—	—
Personal offenses	—	.40	—	—	—	—	.37
Nuclear plant accident	—	.35	—	—	—	—	—
Cancer	—	—	.71	—	—	.38	—
Brain & heart disease	—	—	.66	—	—	—	—
Lifestyle-related illness	—	—	.56	—	—	—	—
Abnormal weather	—	.39	.41	—	—	—	—
Suicide	—	—	—	.65	—	—	—
Domestic discord	—	—	—	.56	—	—	—
Unemployment	—	—	—	.56	—	—	—
Child abuse	—	—	—	.41	—	—	.36
Alcohol	—	—	—	.35	—	—	—
Accidental poisoning by a home boiler	—	—	—	—	.69	—	—
Lightning	—	—	—	—	.68	—	—
Falling	—	—	—	—	.66	—	—
Railway accident	—	—	—	—	.59	—	—
Choking on food	—	—	—	—	.44	—	—
Typhoon	—	.37	—	—	.39	—	—
Office building fire	—	—	—	—	.38	—	—
Asbestos	—	—	—	—	—	.56	—
AIDS	—	—	—	—	—	.53	—
Airplane accident	—	—	—	—	—	.47	—
Dioxin	.41	—	—	—	—	.43	—
Fire from home appliance	—	—	—	—	—	.42	—
New infectious disease	—	—	—	—	—	.42	—
Property offenses	—	—	—	—	—	—	.54
Traffic accident	—	—	.35	—	—	—	.46
Residential fire	—	—	—	—	—	—	.42
Water accident	—	—	—	—	—	—	—
Medical malpractice	—	—	—	—	—	—	—
Bullying in school	—	—	—	—	—	—	—
Crisis of national pension plan	—	—	—	—	—	—	—
Tobacco	—	—	—	—	—	—	—

Note. $N = 1,073$.

^a Maximum likelihood method, promax rotation, loadings > .35 shown.

Table 3
Results of hierarchical multiple regression for the prediction of anxiety

Dependent variable	Step	Independent variable	β	R^2	ΔR^2
Factor 1	1	Scientific knowledge	-.19 ***	.04 ***	
Negative impact of technology on health	2	Scientific knowledge	-.11 ***	.19 ***	.15 ***
		Age	.21 ***		
		Sex	.26 ***		
		Trust	-.19 ***		
Factor 2	1	Scientific knowledge	-.17 ***	.03 ***	
Global disasters	2	Scientific knowledge	-.10 ***	.15 ***	.12 ***
		Age	.16 ***		
		Gender	.24 ***		
		Trust	-.20 ***		
Factor 3	1	Scientific knowledge	-.17 ***	.03 ***	
High-frequency cause of death	2	Scientific knowledge	-.12 ***	.07 ***	.04 ***
		Age	.09 **		
		Sex	.17 ***		
		Trust	-.11 ***		
Factor 4	1	Scientific knowledge	-.19 ***	.04 ***	
Family problems	2	Scientific knowledge	-.17 ***	.06 ***	.02 ***
		Age	-.01		
		Sex	.12 ***		
		Trust	-.08 **		
Factor 5	1	Scientific knowledge	-.27 ***	.07 ***	
Sudden accidental death	2	Scientific knowledge	-.20 ***	.17 ***	.10 ***
		Age	.23 ***		
		Sex	.18 ***		
		Trust	-.11 ***		
Factor 6	1	Scientific knowledge	-.18 ***	.03 ***	
Social issues in modern Japan	2	Scientific knowledge	-.11 ***	.10 ***	.07 ***
		Age	.08 **		
		Sex	.18 ***		
		Trust	-.15 ***		
Factor 7	1	Scientific knowledge	-.18 ***	.03 ***	
Criminal offenses	2	Scientific knowledge	-.12 ***	.11 ***	.08 ***
		Age	.03		
		Sex	.20 ***		
		Trust	-.18 ***		

*** $p < .001$, ** $p < .01$

としては多様であるが、現代日本における社会問題として話題性が高く、いずれも大きくメディアに取り上げられてきたものである。第7因子の負荷量が高かった5項目は、上位から財産犯、交通事故と続くが、身体犯や子供の虐待も高い負荷を示していた($\alpha = 0.85$)。この因子は犯罪として解釈できる。なお、各ハザード

因子の信頼得点も同様に求めて。例えば、不安得点について因子分析した結果の第1因子12項目に対する信頼評定値の平均値を個人毎に求め、第1因子の信頼得点とした。この際、「信頼できる組織がない」との回答に対しては「全く信頼できない」と同様に0点と得点化した。

以上のようにして求められたそれぞれのハザード因子の不安得点を従属変数とし、科学的リテラシーによってどれくらい説明できるのかを検討するため階層的重回帰分析を行った。Table 3 に示すように、ステップ 1 では科学的基礎知識得点のみを独立変数とし、ステップ 2 ではそこに性別と年齢、それぞれの因子の信頼得点を独立変数として投入した。その狙いは、まずステップ 1 において科学的基礎知識が各カテゴリーのハザード不安得点と有意に関連するのかどうかを確認し、その上でステップ 2 において、先述した性別要因、リスク認知の規定因とされる信頼、さらには年齢を投入し、それらの影響をコントロールした上でも科学的基礎知識とハザード不安との間に関連がみられるのかどうかを検討する、というものであった。結果はステップ 1 において、科学的基礎知識の標準化偏回帰係数はすべての因子において有意であり、科学的リテラシーの高さが各ハザードカテゴリーの不安の強さを予測することが示唆された。ただし、説明率は .03 から .07 までとたいへん小さな値であった。ステップ 2 において科学的基礎知識の偏回帰係数はいずれも減少はしたが、減少幅は大きなものではなく、すべてのハザードカテゴリーにおいて有意な結果が維持された。つまり、性別や年齢、さらには信頼の影響をコントロールしても、いぜん、科学的基礎知識得点は不安に関連することが示された。

また、ステップ 2 においては、性別の偏回帰係数が相対的に高く、因子 4,5 を除いて、この変数がすべての独立変数の中で最も不安得点を予測していた。さらに、すべての因子において信頼が有意に負の回帰係数を示していた。

考 察

本研究の目的は、欠如モデル批判を念頭に、科学的リテラシーがさまざまなハザードに対する不安と関連するのかどうかを代表性の高いサンプルを通じて明らかにすることであった。分析の結果、科学的基礎知識得点はすべてのハザード領域で不安得点を予測しており、しかも、信頼や性別の影響を取り除いても、いぜん、不安と関連することが明らかになった。これらの結果は、知識不足が一般的にハザードへの怖れを高めることを示唆するものである。ただし、係数そのものはたいへん小さく、ハザードへの不安全体のほんの一部しか説明できないということも今回得られた知見である。したがって、欠如モデルを構成する「科学的リテラシー不足が新たな技術や各種ハザードへの不安をもたらす」という考えに対しては、「そのとおりではあるが、科学的リテラシーは不安のごく一部を説明するに過ぎない」というのが、今回の調査結果が導く見解となろう。

また、すべてのハザード領域で科学的リテラシーが

説明力を持ったという結果についても、その意味を慎重に解釈する必要がある。というのは、科学技術利用による健康影響（第 1 因子）や地球温暖化や環境汚染（第 2 因子）については科学的基礎知識の影響を考えることができるが、家庭問題（第 4 因子）や犯罪（第 7 因子）については科学的基礎知識が直接、不安を低下させる効果を持つとは考えにくいからである。1 つのアドホックな解釈としては、科学的基礎知識そのものが不安を低めているのではなく、科学的基礎知識を持つことの背景にある社会経済的条件が不安に影響しているのかもしれない、ということである。つまり、より高い科学的基礎知識をもたらし学歴やそれを可能にする経済的豊かさ、すなわち、社会的な優位性が、科学との関連の薄い領域を含めて、世界のさまざまなハザードを全体的にリスクの低いものと認識させているのかもしれない。もし、そうであれば欠如モデルは科学的リテラシーの背後にある要因を見過し、人びとの不安を表面的にしか捉えていないことになる。今回の調査では学歴や経済状況を測定していないので、この解釈を直接検証することはできない。その真偽は今後の検討課題として残される。

今回の結果から、女性の不安評定がすべてのハザード領域で高いことが示された。女性のリスク認知が男性よりも高いことはこれまで多数報告されているが (Davidson & Freudenburg, 1996; Flynn et al., 1994; Gustafson, 1998; Gutteling & Wiegman, 1993; Harris, Jenkins, & Glaser, 2006; Morioka, 2014; Satterfield, Mertz, & Slovic, 2004; Steger & Witt, 1989), 今回の分析 (ステップ 2) では科学的リテラシーをコントロールした上でも、性別がハザード不安に影響することが明らかとなった。女性は男性に比べて科学的基礎知識得点が低かったが、その影響を取り除いてもなお、女性の不安が高かったことになる。Flynn et al. (1994) と Satterfield et al. (2004) の白人男性効果 (White male effect) 研究では、男性であることそのものがリスク認知を低下させているのではなく、社会政治的に優位な立場にある一部白人男性のリスク認知がたいへん低く、これがデータとして男性全体のリスク認知を女性よりも低くみせていることが指摘されている。この議論は、先の科学的リテラシーの不安に及ぼす直接影響、間接影響の問題とパラレルである。将来の研究において社会経済的地位についての測定を充実させ、性別がハザード不安に影響を及ぼす直接、間接の過程を検討することが必要であろう。

また、ステップ 2 では、信頼がすべての因子において有意な負の回帰係数を示していた。すなわち、科学的リテラシー、性別、年齢の影響をコントロールしてもなお、信頼がハザードへの不安を抑制することが示唆された。信頼がリスク認知に強く影響することは冒頭でも紹介したように多くの研究で支持されている

が、本研究結果はそれらに1つの実証的根拠を加えるものであった。

本研究の制約として、扱った科学的リテラシーは狭義のものであり、科学的基礎知識の理解に限定されていることが挙げられる。近年、科学的リテラシーの定義は単なる科学的基礎知識の理解を越えて、社会と科学との関係に関する関心や態度などを含む方向に拡張している (Bauer, 2009; Miller, 2001; Kawamoto, Nakayama, & Saijo, 2013)。今後の研究では、広義の科学的リテラシーをとりあげ、多様なハザードに対する評価や感情とどのようにかわっているのかを明らかにすることが望まれる。

最後に強調しておきたいのは、科学的リテラシーと不安との弱い関係が確認されたからといって、それがそのまま欠如モデルに基づく科学政策やリスクコミュニケーションを支持するものではないということである。科学的リテラシーだけでは不安の大部分を説明することができず、また、欠如モデルの延長にある科学技術の専門家中心、専門家主導の政策決定や市民への啓蒙主義的な働きかけの是非は、民主的な価値の反映という観点を含めて総合的に判断されるべきだからである。

引用文献

- Bauer, M. W. (2009). The evolution of public understanding of science: Discourse and comparative evidence. *Science, Technology and Society, 14*, 221–224.
- Bauer, M. W., Allum, N., & Miller, S. (2007). What can we learn from 25 years of PUS research? Liberating and widening the agenda. *Public Understanding of Science, 16*, 79–95.
- Cvetkovich, G. T., & Lofstedt, R. E. (Eds.) (1999). *Social trust and the management of risk*. London: Earthscan.
- Cvetkovich, G. T., & Nakayachi, K. (2007). Trust in a high-concern risk controversy: A comparison of three concepts. *Journal of Risk Research, 10*, 223–237.
- Cvetkovich, G. T., Siegrist, M., Murray, R., & Tragesser, S. (2002). New information and social trust: Asymmetry and perseverance of attributions about hazard managers. *Risk Analysis, 22*, 359–367.
- Davidson, D. J., & Freudenburg, W. R. (1996). Gender and environmental risk concerns: A review and analysis of available research. *Environment and Behavior, 28*, 302–339.
- European Commission (2005). *Eurobarometer 63.1 Special report: Europeans, science & technology*. Retrieved from http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_224_report_en.pdf (July 13, 2017)
- Finucane, M. L., Alhakami, A., Slovic, P., & Johnson, S. M. (2000). The affect heuristic in judgments of risks and benefits. *Journal of Behavioral Decision Making, 13*, 1–17.
- Flynn, J., Burns, W., Mertz, C. K., & Slovic, P. (1992). Trust as a determinant of opposition to a high-level radioactive waste repository: Analysis of a structural model. *Risk Analysis, 12*, 417–429.
- Flynn, J., Slovic, P., & Mertz, C. K. (1994). Gender, race, and perception of environmental health risks. *Risk Analysis, 14*, 1101–1108.
- Gross, A. G. (1994). The roles of rhetoric in the public understanding of science. *Public Understanding of Science, 3*, 3–23.
- Gustafson, P. E. (1998). Gender differences in risk perception: Theoretical and methodological perspectives. *Risk Analysis, 18*, 805–811.
- Gutting, J. M., & Wiegman, O. (1993). Gender-specific reactions to environmental hazards in the Netherlands. *Sex Roles, 28*, 433–447.
- Harris, C. R., Jenkins, M., & Glaser, D. (2006). Gender differences in risk assessment: Why do women take fewer risks than men? *Judgment and Decision Making, 1*, 48–63.
- Hirose, H., Uchiyama, I., Murayama, R., Ishizuka, T., Tsuchida, S., & Nakae, N. (1998). Risk research and management in Asian perspective. *Paper presented at the First China-Japan Conference on Risk Assessment and Management* (Beijing, China), 433–439.
- Johnson, B. (1999). Exploring dimensionality in the origins of hazard related trust. *Journal of Risk Research, 2*, 325–354.
- 科学技術・学術政策研究所 (2012). 科学技術に対する国民意識の変化に関する調査——インターネットによる月次意識調査および面接調査の結果から——調査資料, 211. Retrieved from <http://data.科学技術・学術政策研究所.go.jp/dspace/handle/11035/1156> (2017年7月13日)
- Kahan, D. M., Peters, E., Wittlin, M., Slovic, P., Ouellette, L. L., Braman, D., & Mandel, G. (2012). The polarizing impact of science literacy and numeracy on perceived climate change risks. *Nature Climate Change, 2*, 732–735.
- Kawamoto, S., Nakayama, M., & Saijo, M. (2013). A survey of scientific literacy to provide a foundation for designing science communication in Japan. *Public Understanding of Science, 22*, 674–690.
- 木下 富雄 (1988). 科学技術のパブリックアクセプタンスを規定する要因の構造 日本リスク研究学会第1回研究発表会講演論文集, 22–25.
- 岸川 洋紀・村山 留美子・中畝 菜穂子・内山 巖雄 (2012). 日本人のリスク認知と個人の属性情報との関連 日本リスク研究学会誌, 22, 111–116.
- 北田 淳子 (2013). 継続調査でみる原子力発電に対する世論——過去30年と福島第一原子力発電所事故後の変化—— 日本原子力学会和文論文誌, 12, 177–196.
- Kleinheselink, R. R., & Rosa, E. A. (1991). Cognitive representation of risk perceptions: A comparison of Japan and the United States. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 22*, 11–28.
- 楠見 孝・平山 るみ (2013). 食品リスク認知を支えるリスクリテラシーの構造——批判的思考と科学リ

- テラシーに基づく検討—— 日本リスク研究学会誌, 23, 165–172.
- Miller, J. D. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7, 203–223.
- Miller, S. (2001). Public understanding of science at the crossroads. *Public Understanding of Science*, 10, 115–120.
- 文部科学省 (2014). リスクコミュニケーションの推進方策 Retrieved from http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/064/houkoku/1347292.htm (2017 年 7 月 13 日)
- Morioka, R. (2014). Gender difference in the health risk perception of radiation from Fukushima in Japan: The role of hegemonic masculinity. *Social Science & Medicine*, 107, 105–112.
- 村山 留美子・藤長 愛一郎・岸川 洋紀・内山 巖雄 (2016). 日本人の発がん性大気汚染物質に対する許容リスクの選択に関する考察 日本リスク研究学会誌, 26, 67–76.
- 中谷内 一也 (2011). リスク管理への信頼と不安との関係——リスク間分散に着目して—— 心理学研究, 82, 467–472.
- Nakayachi, K., & Cvetkovich, G. (2010). Public trust in government concerning tobacco control in Japan. *Risk Analysis*, 30, 143–152.
- Nakayachi, K., & Nagaya, K. (2016). The effects of the passage of time from the 2011 Tohoku Earthquake on the public's anxiety about a variety of hazards. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13, 866.
- 中谷内 一也・島田 貴仁 (2010). 日本人のハザードへの不安とその低減 日本リスク研究学会誌, 20, 125–133.
- Nakayachi, K., Yokoyama, H. M., & Oki, S. (2015). Public anxiety after the 2011 Tohoku earthquake: Fluctuations in hazard perception after catastrophe. *Journal of Risk Research*, 18, 156–169.
- National Science Board (2016). *Science and Engineering Indicators 2016*. Arlington, VA: National Science Foundation (NSB-2016-1). Retrieved from <http://www.nsf.gov/statistics/2016/nsb20161/#/> (July 13, 2017)
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2012). Programme for International Student Assessment: PISA 2012 Results. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results.htm> (July 13, 2017)
- Reilly, D., Neumann, D. L., & Glenda, A. (2015). Sex differences in mathematics and science achievement: A meta-analysis of national assessment of educational progress assessments. *Journal of Educational Psychology*, 107, 645–662.
- Rogers-Hayden, T., & Pidgeon, N. (2007). Moving engagement “upstream”? Nanotechnologies and the Royal Society and Royal Academy of Engineering's inquiry. *Public Understanding of Science*, 16, 345–364.
- Satterfield, T. A., Mertz, C. K., & Slovic, P. (2004). Discrimination, vulnerability, and justice in the face of risk. *Risk Analysis*, 24, 115–129.
- Shen, B. S. P. (1975). Science literacy and the public understanding of science. In S. B. Day (Ed.), *Communication of scientific information* (pp. 44–52). Basel, Switzerland: Karger.
- 篠田 佳彦・土田 昭司・木村 浩 (2014). エネルギーと原子力に関する定期意識調査 (首都圏住民) 日本原子力学会和文論文誌, 13, 94–112.
- Siegrist, M. (2000). The influence of trust and perceptions of risk and benefits on the acceptance of gene technology. *Risk Analysis*, 20, 195–203.
- Siegrist, M., Earle, T. C., & Gutscher, H. (2007). *Trust in cooperative risk management*. London: Earthscan.
- Siegrist, M., Gutscher, H., & Earle, T. C. (2005). Perception of risk: The influence of general trust, and general confidence. *Journal of Risk Research*, 8, 145–156.
- Slovic, P. (1993). Perceived risk, trust, and democracy. *Risk Analysis*, 13, 675–682.
- Slovic, P., Fischhoff, B., & Lichtenstein, S. (1979). Rating the risks. *Environment*, 21, 14–20, 36–39.
- Slovic, P., Fischhoff, B., & Lichtenstein, S. (1980). Facts versus fears: Understanding perceived risk. In R. C. Schwing & W. A. Albers, Jr. (Eds.), *Societal risk assessment: How safe is safe enough?* (pp. 181–216) New York: Plenum.
- Steger, M. A. E., & Witt, S. L. (1989). Gender differences in environmental orientations: A comparison of publics and activists in Canada and the U.S. *Western Political Quarterly*, 42, 627–649.
- Tateno, S., & Yokoyama, H. (2013). Public anxiety, trust, and the role of mediators in communicating risk of exposure to low dose radiation after the Fukushima Daiichi Nuclear Plant explosion. *Journal of Science Communication*, 12. Retrieved from [https://jcom.sissa.it/archive/12/02/JCOM1202\(2013\) A03](https://jcom.sissa.it/archive/12/02/JCOM1202(2013) A03). (July 13, 2017)
- 土屋 智子・小杉 素子・谷口 武俊 (2008). 社会的論争を招く技術に対する専門家と市民のリスク認知の違いとその背景要因 日本リスク研究学会誌, 18, 77–85.
- Wynne, B. (1991). Knowledge in context. *Science, Technology and Human Values*, 16, 111–121.
- Wynne, B. (1993). Public uptake of science: A case for institutional reflexivity. *Public Understanding of Science*, 2, 321–337.
- Ziman, J. (1991). Public understanding of science. *Science, Technology and Human Values*, 16, 99–105.