

日本の一般市民のニューメラシーと 地震の確率予測等への認知や態度との関係及び回答行動

Japanese Citizen's Numeracy and Judgment for Probabilistic Prediction for Earthquake and the Survey Response.

広田 すみれ[†]

Sumire HIROTA

[†] 東京都市大学メディア情報学部

Tokyo City University

sumire@tcu.ac.jp

Abstract

This article presents the brief review of the various numeracy scales in decision making, and it also shows the three numeracy-related empirical results; two were about risk communication of the probabilistic seismic forecast and one was for survey response. Study 1(Hirota, 2013a, b) revealed that when the probabilistic forecasting with high value were modified to lower, low numeracy groups felt significantly “more” fearful, even though high groups felt relief. Study 2(Hirota, 2015) revealed that numeracy measured by CRT significantly related to the amount of increase in the intention of coping behaviors after the presentation of the seismic forecast map. Study 3 (Hirota, 2014) revealed that many of low numeracy participants didn't respond some of the categories in Likert scale, though high participants tended to use all the categories.

Keywords : numeracy, probability, risk communication, earthquake

1. はじめに

ヒューリスティックとバイアス研究により、人々は示された確率や統計的情報に対してさまざまなバイアスのある判断を行うことが明らかになった。しかし一方で、現代社会では一般の人々に確率や統計情報が提供され、その下で各人がそれぞれ主体的に適切な意思決定することを求められる場面が増加している。これは特定の領域に限らず、経済、医療、災害、地球環境問題等多数の領域の共通した問題である。この問題を解決するための一つの糸口として、近年医療での意思決定領域を中心に、個人要因として注目されたのがニューメラシー(numeracy)である。本報告ではニューメラシーを測定するための尺度と研究の展開を広田

(2015)を元に概観するとともに、報告者が過去に行ってきたニューメラシー関連の研究(地震の確率的長期予測情報に対する判断の研究と回答行動の研究)について紹介する。

2. ニューメラシーとは

numeracy は literacy と対になる英語の一般名詞で、

辞書的には「数学の基礎知識があること」「初歩[基本的な]計算能力」で、日本でいう「読み書き、算盤」の「算盤」に該当する。このことから numeracy を取りあげた定義はあまり見られないが、しかし国際成人力調査(PIAAC)では numeracy を単なる計算能力ではなく、発達心理学者の I.Gal (2000) の考えを背景に、「成人の生活において、様々な状況の下での数学的な必要性に関わり、対処していくために、数学的な情報や概念にアクセスし、利用し、解釈し、伝達する能力(国立教育政策研究所, 2013. p.52)」として位置付けており、意思決定研究での numeracy はこの考え方に近いものと推測される。

3. 様々なニューメラシー尺度

意思決定とニューメラシーの関係を扱った先駆には Black, Nease, & Tosteson(1995)、Schwartz, Woloshin, Black, & Welch(1997)があるが、尺度としてまとまった形で検討した最初の研究が Lipkus, Samsa, & Rimer(2001)である。この研究はまず表1のような尺度を作成、多様な回答者から収集したデータを用いて尺度としての信頼性や妥当性を検討した上で、乳がんや大腸がんのリスクを様々なリスク表現で示し、その効果を比較した。この尺度はその後 Peters, Västfjäll, Slovic, Mertz, Mazzocco, & Dickert(2006)、Peters, Hibbard, Slovic, & Dieckmann (2007)がこれを若干アレンジした尺度を用い、意思決定課題やリスクコミュニケーション(以下リスコミ)でのリスク表現の効果を検討し、ニューメラシー高群はニューメラシー低群に比べてリスク表現の影響が小さいことや、低群では分母無視(denominator neglect)が起こることが多いなど、高群は低群に比べ規範解でのずれであるバイアスが小さいことを明らかにした。同時期に Reyna & Brainerd(2007)や Hertwig et al. (2008)もニューメラシーの問題を取り上げるなど、急速にニューメラシーに対する関心が高まり、多くの研究が発表され、尺度

もさらに考案されている (Fagerlin, Zikmund-Fisher, Ubel, Jankovic, Derry, & Smith, 2007) の主観的 numeracy 尺度、Frederick, 2005 の認知熟慮テスト (CRT)、Cokely, Galesic, Schulz, Ghazal, & Garcia-Retamero, 2012 の Berlin numeracy test など)。

表1 日本語版Lipkusニューメラシー尺度の項目と正解率		(広田, 2015)	
質問項目	正解率 (n=5553)	※n=5553 Lipkus et al.(2001) での正解率	
次の各質問にお答えください。下線部のあるものは数字をそこに記入し、また選択肢があるものはいずれか1つをチェックしてお答えください。			
1. 歪みのない六面体のサイコロを1000回投げたと考えて下さい。1000回のうち、偶数の目(2、4、6のいずれか)は何回出ると思いますか。 _____回	85.2%	55.3%	
2. ビッグ・ジャンボ宝くじでは、¥1000資金が得られる可能性は1%です。もし1000人の人がビッグ・ジャンボ宝くじでそれぞれ1枚ずつくじを買ったら、¥1000の資金を得られる人は何人いるか推測してください。 1000人中 _____人	69.6%	59.8%	
3. テレビ番組「当たりまショー」の懸賞では、車が当たる可能性は1000のうち1です。「当たりまショー」の懸賞ではなく別の何%で車が当たるでしょうか。 _____%	76.1%	20.9%	
4. 次の数値のうち、どれが最も疾病にかかる大きなリスク(危険の程度)を表しているでしょうか。 () 100のうち1 () 1000のうち1 () 10のうち1	83.7%	78.2%	
5. 次の数値のうち、どれが最も疾病にかかる大きなリスクを表しているでしょうか。 () 1% () 10% () 5%	89.0%	83.6%	
6. もしAさんがある病気にかかるリスクが10年間に1%で、BさんのリスクはAさんの2倍であるなら、Bさんのリスクはいくらでしょうか。 _____%	89.2%	90.5%	
7. もしAさんがある病気にかかる可能性が10年で100のうち1で、BさんのリスクがAさんのリスクの2倍だとすると、Bさんのリスクはいくらでしょうか。 100のうち _____	89.0%	86.6%	
8. ある疾病にかかる可能性が10%なら、何人の人がその病気にかかるか予測されるでしょうか。 100人のうちでは? _____人 1000人のうちでは? _____人	91.4% 88.8%	80.8% 77.5%	
9. ある疾病にかかる可能性が100のうち20だとすると、これはその病気にかかる%の可能性があると何%になるか。 _____%	88.6%	70.4%	
10. あるウィルスに感染する可能性は.0005です。10,000人のうちでは、約何人が感染すると予想されるでしょうか。約 _____人	71.2%	48.6%	

これらの尺度の項目は完全に異なっているわけではなく、しばしば部分的に重複している)。また最近では既存の尺度の省略版を作る試みや (Weller, Dieckmann, Tusler, Mertz, Burns, & Peters, 2013)、IQ との関係を探る研究 (例えば Peters, 2015)。(尺度に関する上記のレビューの前半部分は広田, 2015 参照)。

上記の研究の比較的共同した特徴といえるのは、まず医療意思決定の領域の研究が多いことで、具体的には特に乳がんのリスクコミュニケーションとニューメラシーの関係の検討は何度も登場する。ニューメラシーがリスクコミュニケーションの関する問題について登場する理由は、1 つには応用的な課題であり、ニューメラシーのように教育などを通して現実的に改善可能な要因が重視されたためであると考えられる。

ただし結果については、Lipkus et al. (2001) や Peters et al. (2006, 2007) に代表されるような「高群が低群よりもバイアスが小さい」という主張は必ずしもそのまま受け取れない。1 つにはこれらの結果が必ずしも一般標本でない場合も多く、Hertwig et al. (2008) (スイス国民を対象とした national sample での調査) では、むしろ教育水準の方が影響を与えて

いるという報告もある。また広田 (2015) が日本語版 Lipkus ニューメラシー尺度を用いたウェブ調査に基づく日本の結果 (幅広い年齢層・教育水準の層で実施) では、分母無視のような単純なものでは確かに高群が低群よりも有意に誤りは少ないが、それ以外の枠組み効果やリンダ問題などでは逆転さえ見られた。この結果には国際的な数学能力の違いの影響も考えられ、2011 年~2012 年の PIAAC の数的思考力で事実上世界第 1 位のレベル (平均 288 点でトップ) にある日本と、OECD 平均を下回る米国 (平均 253 点) で、得点差も日本は最も小さく (143 点)、米国は最も大きい (188 点)。結果として、日本語版 Lipkus のニューメラシー尺度の各項目も項目反応理論を用いた分析では全体として有効でない項目も多く (広田, 未発表)、これらのことが前述の結果の違いに結びついている可能性もある。

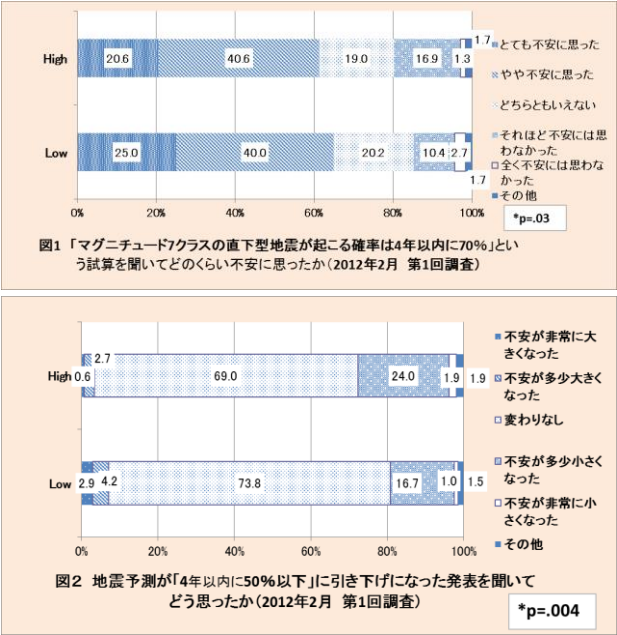
とはいえ、ニューメラシーの違いがリスクコミュニケーションの効果と何らかの関係がある可能性は考えられる。またすでに述べたように、数量的な情報を含む場合のリスクコミュニケーションが必要とされる場面での問題解決を考えた場合、ニューメラシーは1つの注目すべき要因である。そこで次にこれまで実施してきた地震関連の2つの研究結果と、回答反応自体との関係に関する分析結果の概要を簡単に紹介する。

4. 地震の確率的予測の修正に対するニューメラシーの異なる回答者の態度

この調査は別の目的に関する調査の一部として2012年2月末に行った (広田, 2013a,b)。ウェブ調査の回答者は一都三県の居住者で、回答者は 960 名 (男性 512 名, 女性 448 名)。ただし回答者は事前のスクリーニング調査の結果、年齢層・教育水準別にニューメラシーの高・低が均等になるように割り付けられた者である。これらの対象者に関して地震の確率的予測の修正に関する質問を行った。具体的には 2011 年の秋に起こった、東大地震研究所による試算「マグニチュード7クラスの直下型地震が起こる確率は 4 年以内に 70%」が公開されたが、その後の修正された、という事実を踏まえて行ったものである。具体的な質問は、最初の高い予測を聞いて 1) 地震への対処を変化させたか、2) どのくらい不安に感じたか、3) その後の修正について、どう感じたか、4) 発生可能性の研究機関による公表への評価、5) 発生可能性が数値・確率で公表されることへの評価である。

その結果高い予測を聞いた時の不安感 L 群の方が若干高かった (図 1、p=.03) が、最も興味深かった

のは「4年以内に50%以下」に引き下げになった結果を聞いた時の不安感である。両群には有意差($p=.004$)が見られ、H群では「不安が多少小さくなった(24.0%)」「非常に小さくなった(1.9%)」が多いのに対し、L群ではこれらは16.7%、1.0%で、むしろ「不安が非常に大きくなった(2.9%)」(H群0.6%)「やや大きくなった(4.2%)」(H群2.7%)に比べて多かった。このことから見ると、地震の確率的予測の数値



が修正されても、H群はそれを有用に利用できているものの、L群の場合は確率の数値のメッセージよりは「予測が修正された」という周辺情報により影響された可能性がある。逆に言えばL群の場合は数値そのものよりも、周辺の手がかり(送り手の信頼性など)に影響されていると考えられる(この結果は2014年の調査でも同様の傾向であった)。ただし確率的な予測の公開の是非については両群に差は見られず、約7割がたとえ確率的であっても公開には肯定的であった。

5. 地震の確率的長期予測地図による効果のニューメラシーによる違い

次の研究では実際にWebでの実験として、自宅のある場所の予測を複数の提示方法で確率的予測地図により確認させ、怖さや地震に見舞われる可能性の認知などがどのように変化するかを検討した(Hirota & Oki, 2016a; 広田・大木, 2016b)。提示方法は図3の通りである。この研究では高確率での地域の住民のみで効果が見られ、特に回答時に確認結果を色で回答すると数値で回答するより可能性の認知が有意に高くなるという二重過程モデルに一致する興味深い結果が得られた。この研究ではさらに、最終的な対処行動についてど

のような属性要因が影響するかをニューメラシーの高低を含めて検討した。その結果、一部でCRTが高い群では低い群に比べ、地図提示後に対処行動が増加するという有意な結果が得られた(ただしモデルによってはニューメラシーは有意ではなく、その点で非常に弱い影響しか見られないと言える)。

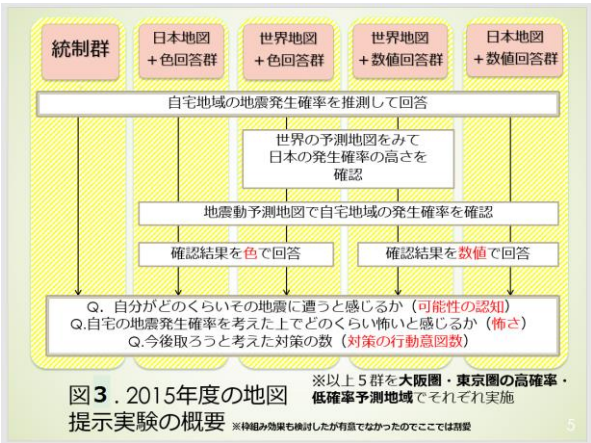


表2. 事後の対処行動数に対する属性・実験条件での一般化線形モデル(モデル1)

	推定係数	標準誤差	t 値	p
切片	0.271	1.652	0.164	
年齢	0.027	0.012	2.18	0.03 *
実験条件 (日本のみ提示)	0.074	0.199	0.372	
実験条件 2 (世界+日本を提示)	-0.022	0.2	-0.11	
認知的熟慮テスト得点	0.169	0.071	2.369	0.018 *
教育水準 (高)	0.931	1.495	0.623	
教育水準 (低)	0.841	1.497	0.562	
実験条件 2 (色回答)	-0.084	0.149	-0.562	
コミュニケーション枠組み (肯定)	0.045	0.133	0.334	
自宅の居住年数 (新)	0.117	0.154	0.756	
自宅居住年数 (古)	-0.119	0.19	-0.624	
収入レベル (中)	0.525	0.199	2.642	0.008 **
収入レベル (高)	0.681	0.206	3.297	0.001 **
ニューメラシスコア	0.037	0.044	0.837	
性別 (男)	-0.621	0.138	-4.484	8.2E-06 ***
居住地 (低)	0.048	0.135	0.359	
	DF			
調整済みR ² 値	0.037			
F値	3.522	(15, 974)		
p	6.136E-06			

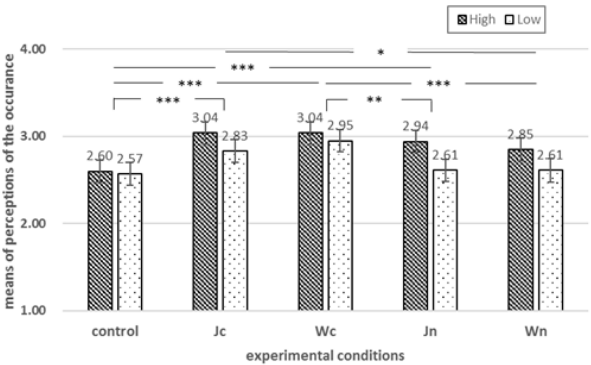
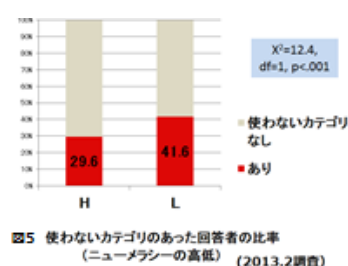


図4. 提示方法による、地図提示後の地震に見舞われる可能性の認知(高確率地域)

6. ニューメラシーの高低による回答行動自体の違い

次は、逆にニューメラシーの高低が回答行動自体に影響を与えているか否かを検討した (Hirota, 2015)。用いた調査は風評被害に関するウェブ調査 (2013 年 2 月実施) で、対象者は居住地 (福島・一都三県の 2 層)、年齢層 (20 代、30 代、40 代、50 代、60 代以上の 5 層)、性別 (2 層)、学歴 (高卒以下、短大・専門学校以上の 2 層) の 40 層に各 10 名ずつを割り当て、800 名の回答者を得た (ただし、福島県での一部の層は 3 名程度欠損)。分析では、この調査で行った設問数 110 問を対象に、ニューメラシーの高低により、未使用のカテゴリーの有無を検討した。質問はリスク特性に関わる質問計 20 項目×ハザード (BSE、放射線等 5 項目) と、行政 (国、自治体) による食品に関する情報提供の認知 10 項目 (「正確である」、「わかりやすい」等) 各 4 段階の尺度について、どのカテゴリーを用いて回答したかをニューメラシー高低別に比較した。その結果 (図 5) から見るように、低群は有意に 4 段階のうち未使用のものがあることが明らかになった。低群は 4 (最も否定的なカテゴリ) を嫌う一方、ニューメラシーのスコアが上がるほど、満遍なく 4 カテゴリーを用いて回答する者が多かった。



7. まとめ

今までの研究の結果から見ると、ニューメラシーによる効果の一定の差がある可能性はある。ただし一方で尺度の性質による違いもあり、海外の先行研究とは尺度の意味づけの違いもある。また回答行動自体の偏りの可能性もあることから、そこでの差が何を意味しているかは慎重に検討する必要がある。

参考文献

- [1] 広田すみれ (2015) 日本の一般市民のニューメラシーや教育水準が意思決定バイアスに与える影響. 認知科学, 第 22 号(3), pp.409-425.
- [2] Gal, I.(eds.) *Adult numeracy development: Theory, research, practice*. Hampton Press, INC. NJ.
- [3] 国立教育政策研究所(編)成人スキルの国際比較: OECD 国際成人力調査 (PIAAC) 報告書. 明石書店.
- [4] Black, W. C., Nease, R. F., & Tosteson, A. N. (1995). Perceptions of breast cancer risk and screening effectiveness in women younger than 50 years of age. *Journal of the National Cancer Institute*, 87(10), 720-731.
- [5] Schwartz, L. M., Woloshin, S., Black, W., & Welch, G. (1997). The role of numeracy in understanding the benefit of screening mammography. *Annals of internal medicine*, 127, 966-972.
- [6] Lipkus, I M., Samsa, G., & Rimer, B K.(2001). General performance on a numeracy scale among highly educated samples. *Medical decision making*, 21, 37-44.
- [7] Peters, E., Västfjäl, D., Slovic, P., Mertz, C., Mazzocco, K., & Dickert, S. (2006) . Numeracy and decision making. *Psychological science*, 17, 407-413.
- [8] Peters, E., Hibbard, J., Slovic, P., & Dieckmann, N (2007) . Numeracy skill and the communication, comprehension, and use of risk-benefit information. *Health affairs (Project Hope)*, 26, 741-748.
- [9] Reyna, V. F., & Brainerd, C. J. (2007). The importance of mathematics in health and human judgment: Numeracy, risk communication, and medical decision making. *Learning and individual difference*, 17, 147-159.
- [10] Hertwig, R., Zangerl, M. A., Biedert, E., & Margraf, J.(2008). The public's probabilistic numeracy: How tasks , education and exposure to games of chance shape it, *Journal of behavioral decision making*, 470(June), 457-470.
- [11] Fagerlin, A., Zikmund-Fisher, B. J., Ubel, P. A., Jankovic, A., Derry, H. A., & Smith, D. M. (2007). Measuring numeracy without a math test: development of the Subjective Numeracy Scale. *Medical Decision Making*, 27(5), 672-680.
- [12] Frederick, S. (2005). Cognitive reflection and decision making. *The Journal of Economic Perspectives*, 19(4), 25-42.
- [13] Cokely, E. T., Galesic, M., Schulz, E., Ghazal, S., & Garcia-Retamero, R. (2012). Measuring risk literacy: The Berlin numeracy test. *Judgment and Decision Making*, 7(1), 25.
- [14] Weller, J. A., Dieckmann, N. F., Tusler, M., Mertz, C. K., Burns, W. J., & Peters, E. (2013). Development and testing of an abbreviated numeracy scale: A Rasch analysis approach. *Journal of Behavioral Decision Making*, 26(2), 198-212.
- [15] Peters, E.(2015). Numeracy, education and wealth. Paper presented in 25th annual meeting of SPUDM.
- [16] 広田すみれ (未発表) . 項目反応理論による日本語版 Lipkus ニューメラシー尺度の信頼性の検討.
- [17] 広田すみれ (2013a) 地震の確率予測を人はどう判断しているか? ~ニューメラシーによる違い~. 日本心理学会第 77 回大会発表論文集, 258.
- [18] 広田すみれ (2013b) リスクリテラシーとしてのニューメラシーと地震の確率予測及び専門家への責任帰属との関係. 日本リスク研究学会第 26 回年次大会講演論文集, 26(CD-ROM).
- [19] Hirota, S. & Oki, S.(2016.7 予定) Measurement of the thresholds of fear using methods of limits and effectiveness of colors in contrast of numbers in communicating probabilistic earthquake forecasting. *31th International Congress of Psychology*.
- [20] 広田すみれ・大木聖子 (2016b 予定) . 地震長期予測地図提示による対処行動の変容への属性要因の影響——一般化線形モデルによる分析——. 日本行動計量学会第 44 回大会発表論文集.
- [21] Hirota, S.(2015) Numeracy levels and survey response biases: Low numeracy group responded with fewer categories in the survey. 25th SPUDM