

不可能は可能より高い： 言語確率表現における確率と結果の負の相関 Impossible has higher price than possible: risk-reward correlation in verbal probability expressions

中村國則
Kuninori Nakamura

成城大学
Seijo University
knaka@seijo.ac.jp

概要

The risk-reward correlation refers to a tendency to infer the inverse proportionality between probability of an outcome and the outcome's magnitude and is considered to reflect the statistical structure of gambling environments. Existing studies have demonstrated this inverse proportionality using numerical probabilities. However, verbal probability phrases can also convey contextual information about uncertainty without numbers, and express contextual information that is not contained by numerical probabilities. Specifically, verbal probabilities have positive and negative directionalities that can attune the listener to the occurrence or non-occurrence of an outcome and consequently, the listener's decision making. Therefore, this study aimed to examine whether the risk-reward correlation also holds in verbal probability phrases, by conducting two empirical studies in which the participants were asked to estimate the reward values and winning probability of gambles expressed by verbal probability phrases such as "certain" or "impossible." The results indicate that risk-reward correlation also hold in verbal probability phrases, and that negative probability phrases were associated with the larger rewards than the positive probability phrases.

キーワード：言語確率 (verbal probability), リスクと報酬の相関 (risk-reward correlation),

1. はじめに

“金額が大きい賭けは当たりにくい”, “大きい地震ほど減価に起きない”といったような、確率と結果の大きさに負の相関を想定することは自然であるし、実際人間の不確実性判断にそのような傾向があることは古くから知られている(例えば Edwards, 1962). 特に近年このような確率と結果の負の相関は実際に生活している環境の情報を反映しており、人間がそのような環境情報を利用した risk-reward heuristic という決定方略(e.g., Hoffart et al, 2019)を用いているためと解釈され、注目を集めてきている。

この確率と相関の負の相関に関する研究ではこれまで不確実情報を“~%”といった数値的な確率(Hoffart et al, 2019), あるいは実験的狀況の中での学習(Leuker et

al, 2019a,b)といった形で実験参加者に与え、予測される結果の大きさとの関連を検討してきた。

しかしながら、不確実性の程度を表す表現には数値的なものだけではなく、“不可能である”といった言語表現で表す言語確率があり、数値的な確率にはない機能を有することは様々な研究が示すところである本田・山岸, 2006; Teigen & Brun, 1995, 1999). たとえば言語確率には、同程度の数値的な確率を表す言語表現でも起こることを指し示すか(“見込みがある”), 起こらないことを指し示すか(“見込みは薄い”)といった方向性(directionality)によって意思決定に対する影響が異なることが知られている。

本研究の目的は、結果と確率の負の相関が言語確率についても成立するのかを検討することである。言語確率は数値確率と同様の大小関係を表す機能があることが指摘される一方、数値確率にはない様々な特徴が備わっていることも知られており、数値的な確率でみられたような確率と結果の負の相関が見出されるかは定かではない。また、方向性、あるいは数値と言語表現との違いによって確率と結果の負の相関が異なるかどうか興味深いところである。本研究では、ある賭けに当たる確率を数値的な確率、あるいは言語確率のいずれかで提示し、その賭けに当たった場合に見込まれる賞金の金額を回答させ、その値と提示された確率との関係を検討する。

2. 研究 1

2.1 手続き

103名の大学生が Google form によって提示された質問に回答し、すべての質問に欠落なく回答した 93名の参加者の回答を分析対象とした。参加者は当たる確率を数値確率、あるいは言語確率のいずれかで与えられた賭けについて、当たった時に貰える金額を、空欄に数

値を記入する形で回答することを求められた。数値確率は1%, 17%, 33%, 50%, 67%, 83%, 99%の7種類を、言語確率は本田と山岸 (2006)に基づき、表1に示した15種類を提示した

2.1 結果および考察

Skylark & Prabhu-Naik (2017)に従い、数値確率の値と各言語表現に対する評定確率、およびそれらに対する評定金額を10を底として対数化した。図1に平均値を示してある。確率値と評定金額との間の相関は数値確率・ポジティブ表現・ネガティブ表現全てについて統計的に有意であった。ここで評定の確率と評定金額との間の相関の個人差を考慮し、確率値・評定確率をランダム効果、確率の種類(数値確率、ポジティブ表現、ネガティブ表現)を固定効果、数値確率・言語確率の値を固定効果とランダム効果とした混合モデルによって分析した。確率の種類の効果については、ポジティブ表現を基準としてダミー変数化し、数値確率とネガティブ表現を比較した。

分析の結果(表2)、数値確率・言語確率の値の固定効果($\beta = -0.03, p < .001$)、およびポジティブ表現と数値確率($\beta = -0.16, p < .05$)、ポジティブ表現とネガティブ表現($\beta = -0.68, p < .001$)との差が有意となった。以上の結果は、言語確率表現についても確率と結果の負の相関が成立すること、および言語確率の性質によって確率値が同じであっても評定金額が変動することを示している。

3. 研究2

研究2の目的は、研究1で示された言語確率における risk-reward correlation を、研究1と異なった言語表現を用いた再現を試みること、および、評定金額に影響する言語確率表現の性質を検討することである。これまでの言語確率表現の方向性の定義は研究者の直観に依存しており、方向性に影響しうる表現の中の特徴についてはあまり検討されていない。研究2ではこの方向性に影響しうる言語表現の特徴を、確率と結果の負の相関との関連を検討する。

具体的に研究2で注目するのは、否定による方向性の変換である。たとえば、“可能である”という表現は先行研究ではポジティブ表現として扱われてきたが(本田・山岸,2006)、“不可能”(接頭否定)、あるいは“可能ではない”(文否定)といった否定表現にすれば、直観

表1 研究1で用いた言語確率表現

ポジティブ表現	ネガティブ表現
かすかな可能性	ない
わずかな可能性	ほぼ不可能
少しだけ考えられる	あまりない
考えられる	それほどでない
可能	確信がない
十分に考えられる	やや疑わしい
ほぼ確実である	確実ではない
	多少の不安がある

図1 研究1の結果：青丸はネガティブ表現、赤丸はポジティブ表現、三角は数値確率の結果を表す。

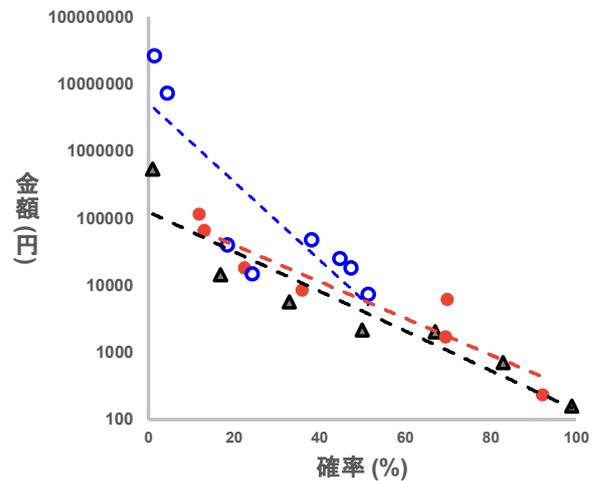


表2 研究1・2における混合モデルの結果：括弧内の数値は係数の標準誤差を示す。

	研究1		研究2	
切片	5.31***	(0.12)	4.96***	(0.15)
確率	-0.03***	(0.001)	-0.02***	(0.002)
方向性 (数値確率)	0.16*	(0.07)	-0.04	(0.05)
方向性 (ネガティブ表現)	0.68***	(0.07)	0.32***	(0.04)

的にはネガティブ表現に変化すると考えることができる。では、このような表現を否定形にすることでの確率値の変化については、たとえば Reyna (1981)は、“～ではない(not)”という否定形をつけることによって、相対的に高い確率を意味する確率表現の場合では平均して40~50%確率値が低くなることを報告している。では、このような否定表現によって結果の大きさはどのように変化するのだろうか。このような検討はそもそも言

表3 研究2で用いた言語確率表現

	ポジティブ表現	ネガティブ表現
対表現	高い	低い
	大きい	小さい
	ある	ない
	分が良い	分が悪い
	低くない	高くない
	小さくない	大きくない
	なくはない	あるわけではない
	分が悪いわけではない	分が良いわけではない
接頭否定	確かである	不確かである
	確実である	不確実である
	有利である	不利である
	可能である	不可能である
	不確かではない	確かではない
	不確実ではない	確実ではない
	不利ではない	有利ではない
	不可能ではない	可能ではない

語確率自体の分析の中でもほとんど行われてはいない。そこで研究2では、言語的確率の肯定形と否定形で確率と結果がどう異なるか、それが確率と結果の負の相関と対応するかを検討した。

3.2 刺激および手続き

151名の大学生が実験に参加し、回答の欠落のない122名のデータを分析対象とした。研究1とほぼ同様の手続きを用い、実験参加者は当たる確率を数値確率、あるいは言語確率のいずれかで与えられた賭けについて、当たった時に貰える金額を、空欄に数値を記入する形で回答することを求められた。数値確率は研究1と同様の7種類の値を用いた。言語確率表現は以下の要領で選択した、

まず、著者の判断により、対表現となるような表現(“高い-低い”), およびあるいは接頭否定によって反対の意味になるような表現(“可能-不可能”)をそれぞれ4組、計16種類選出した。そして、それらに文否定(“不可能ではない”, “低くない”)を与え、作成した。その際、著者の判断で最初に選択された16種類について8種類をポジティブ表現、残りの8種類をネガティブ表現とし、文否定をポジティブ表現に加えたものをネガティ

図2 各言語確率の平均評定確率および平均評定金額

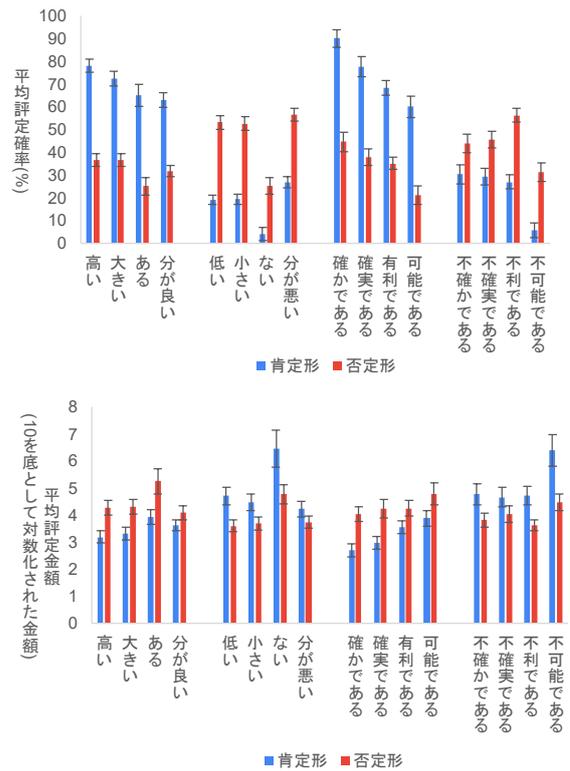


表4 分散分析の結果

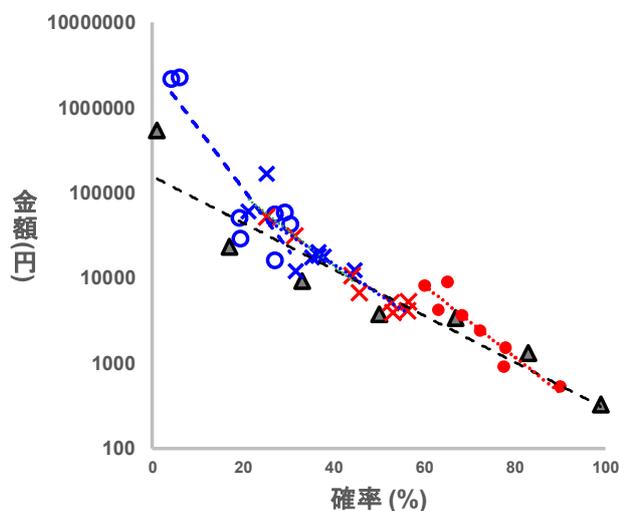
独立変数		従属変数			
		金額		確率	
		対表現	接頭否定	対表現	接頭否定
主効果	否定	0.29	0.52	30.48***	117.23***
	対比	57.14***	118.75***	552.68***	331.48***
	表現	59.89***	52.27***	106.05***	122.16***
交互作用	否定×対比	107.5***	97.78***	914.73***	602.16***
	否定×表現	1.57	20.96***	12.79***	17.79***
	対比×種類	16.87***	13.51***	71.22***	32.13***
二次の交互作用	否定×表現×対比	12.13***	6.65***	7.18***	2.35

ブ表現、ネガティブ表現に加えたものをポジティブ表現とした。最終的に用いた32種類の表現は表3に示した。

3.3 結果および考察

研究1同様、確率・金額ともに10を低とした対数に変換し、分析を行った。対表現(2条件、被験者内)、あるいは接辞否定(2条件、被験者内)×文否定(2条件、被験者内)×言語表現(4条件、被験者内)の3要因分散分析を確率評定、金額評定の双方に対して行った(表4)。その結果、確率評定・金額評定ともに方向性に応じて否定形になることで値が有意に高く、あるいは低くなっていた。具体的にはポジティブ表現に否定が加えられた場合、有意に評定確率は低く、評定金額は高くなって

図3 研究2の結果：図中の三角は数値確率，青色はネガティブ表現，赤色はポジティブ表現を表す。また○は肯定形，×は否定形を表す。



いたのに対し、ネガティブ表現に否定が加えられた場合は有意に評定確率は高く、評定金額は低くなっていた。また、研究1同様の混合モデルによる分析を行った結果、確率の影響、方向性の金額に対する影響は有意であり、数値確率とポジティブ表現との差は有意にはなかったが、ネガティブ表現とポジティブ表現との差は有意となった。

4. 総合考察

本研究の結果は、主として以下の2点を示している；(1)数値確率同様に言語確率についても確率と結果の負の相関が成立し、意味する確率値が高くなるほど推定される結果の大きさは低くなる、(2)確率のみならず、方向性という言語確率表現自体の性質が結果の大きさに影響し、ネガティブ表現はポジティブ表現・数値確率と比較して確率が同じであっても生じる結果が大きいとみなされている。以上の点は、結果の大きさという情報が言数値確率同様に言語確率とも意味する確率の高さと関連付けられていると同時に、方向性といった言語確率表現独自の性質とも結びついていることを示す点で重要であるといえる。このような知見は近年の確率と結果の負の相関の新しい側面を示すと同時に、言語確率表現の新たな特徴を明らかにしたといえるであろう。

同時に、言語確率表現に付される否定が、確率値のみならず、結果の大きさにも影響することを明らかにし

た点も本研究の興味深い知見である。このような知見は否定という方向性にも関連しうるような文法的情報が言語確率の表す不確実性にも影響することを示した点で先行研究の知見を再現すると同時に(Reyna, 1981), そのような特徴の結果の大きさに対する影響が、確率と結果の負の相関と対応するような形で示された点でも重要といえる。今後は言語確率表現の持つ他の語義的・文法的な側面と意味する確率・結果の大きさとの関連を検討・モデル化を目指し、検討を重ねていきたい。

5. 引用文献

- [1]Edwards, W. (1962). Utility, subjective probability, their interaction, and variance preferences. *Journal of Conflict Resolution*, 6, 42-51.
- [2]本田秀人・山岸侯彦. (2006). 言語確率の曖昧性と方向性-確率情報の性質と意思決定に与える影響-. *心理学研究*, 76, 519-526.
- [3]Hoffart, J. C., Rieskamp, Y., & Dutlih, G. (2019). How environmental regularities affect people's information search in probability judgments from experience. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 45, 219-232.
- [4]Leucker, C., Pachur, T., Hertwig, R., & Pleskac, T. (2019a). Exploring risk-reward structures in decision making under uncertainty. *Cognition*, 175, 186-200.
- [5]Leucker, C., Pachur, T., Hertwig, R., & Pleskac, T. (2019b). To good to be true: psychological responses to uncommon options in risk-reward environments. *Journal of Behavioral Decision Making*, 32, 346-358.
- [6]Reyna, V. F. (1981). The language of possibility and probability: Effects of negation on meaning. *Memory and Cognition*, 9, 642-650.
- [7]Skylark, W.J., & Prabhu-Naik, S. (2018). A new test of the risk-reward heuristic. *Judgment and Decision Making*, 13, 73-78.
- [7]Teigen, K.H. and Brun, W. (1995) Yes, but it is uncertain: direction and communicative intention of verbal probabilistic terms. *Acta Psychologica*, 88, 233-258.
- [8]Teigen, K.H. and Brun, W. (1999) The directionality of verbal probability expressions: effects on decisions, predictions, and probabilistic reasoning. *Organizational Behavior and Human Decision Process*, 80, 155-190