

不確かな状況における選択率の推移に関する実験的検討 An experimental study of the transition of selection change ratio under uncertain circumstance

田村 昌彦[†]

Masahiko Tamura

[†] 立命館大学

Ritsumeikan University

m-tamura@fc.ritsumei.ac.jp

Abstract

This paper report the upper limitation of the selection change ratio under uncertainly situation in decision making. In the experiment, the Monty-Hall problem which the number of doors was revised was conducted. The result showed that the number of the selection affects participants' selection change ratio. By non-linear regression analysis, it was concluded that the upper limitation of the selection change ratio is increase according to the number of the selection increase.

Keywords — Monty-Hall problem, Non-linear regression

1. はじめに

我々は日常的に様々な選択行動を行っている。しかし、すべての選択行動が規範的（論理的）な意思決定に基づいているとは限らず、しばしば、誤った意思決定や、主観的な要因によって影響を受ける。特に、事前確率が影響を与える状況では、非規範的な意思決定が行われることが多い。このような現象は、我々が意思決定を行う際に用いるヒューリスティックスにおいて、基準率が誤って見積もられている（あるいは、無視されている）ためであると考えられている（Base rate fallacy）。たとえば、[1] は、我々が事象の生起確率に対する確率判断を行う際に、事前確率を無視し、現在の状況にのみ依存した方略を用いるためであると指摘し、それまでにないヒューリスティックスによる確率判断モデル（P-E-C モデル）を提唱した。このモデルに則ることで、モンティ・ホール問題のような問題に対する我々の意思決定をある程度説明できる。

しかし、[1] も指摘しているように、彼らの確率モデルでは説明ができない偏りが存在する。彼らは、これについて自己決定による信念が原因である可能性を指摘している。本研究では、これまで体系的に扱われて

こなかったこの偏りの性質を明らかにすることを目的し、探索的に検討する。著者の先の研究 [2] では、モンティ・ホール問題を改変して用い、実験参加者が自信の選択した扉から、選択を変更するために要求される価値を統制することで、その推移を検討した。この結果、効用の増加に伴い、選択変更率も上昇するが、上限値が存在することが示された。また、事前確率が実験参加者の選択に影響を与えない可能性も示唆された。そこで、本研究では、（事後の）事象の生起確率を操作し、要求される価値の推移や、上限値の変化について検討した。

上述を検討するに当たり、本研究では選択肢の数を操作することで、事後の選択肢の数が与える影響について検討した。特に、上限値について、選択肢の数が与える影響を報告する。

2. 実験

2.1 実験参加者

大学生 29 人（男性 9 人、女性 20 人）が謝礼を受け取り、実験に参加した。平均年齢は 20.28 歳（ $SD = .58$ ）であった。

2.2 課題

モンティ・ホール問題を改変して用いた。モンティ・ホール問題では、初めに 3 枚の閉じた扉を問題解決者に提示する。3 枚の扉のうちの 1 枚の扉は、扉の後ろに商品が隠された当たりの扉であり、問題解決者は当たりの扉を選択することで、商品を獲得することができる。3 枚の扉が提示された後に、問題解決者は当たりと予想する扉を選択する。その後、出題者は残された 2 枚の扉のうち、確実にハズレである扉を問題解決者に告げる。ここで、問題解決者は再度、選択する機会を得る。つまり、初めに自身が選択した扉を維持す

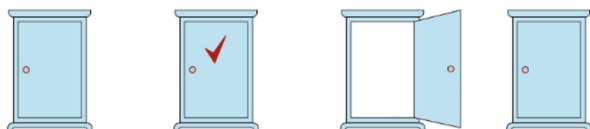


図 1 扉数が 4 のときのハズレである扉を通知した例。1 回目を選択した扉にはチェックマークがつけられた。その後、残った扉から確実にハズレである 1 枚の扉が開けられた。

るか、あるいは、当たりと予想する扉を変更することができる。

本研究では、以下の 2 点を改変して用いた。第 1 に、問題解決者に提示する扉数を後述の実験条件に合わせて 3 種類、設定した。これらは、3 枚、4 枚、および 5 枚のいずれかであった。第 2 に、当たりを引き当てた場合の報酬を商品ではなく、賞金に変更した。また、出題者がハズレの扉を問題解決者に告げた後、問題解決者が当たりと予想する扉を変更し、かつ、その扉が当たりの場合の賞金額を増額した。増額は増額なしから、段階的に合計 11 段階を設定した。図 1 に、実験画面の一部として、扉数が 4 のときの、ハズレである扉を通知した例を示した。

2.3 装置

Microsoft Windows が稼働するパーソナルコンピュータ（以下、PC）上に、実験用プログラムを作成して実験を行った。

2.4 要因計画

2 要因の参加者内要因計画とした。第 1 の要因は扉数要因であり、提示する扉数を 3 枚、4 枚、あるいは 5 枚のいずれかとし、3 水準を設定した。第 2 の要因は賞金額要因である。本実験では、当たりを引き当てた場合に獲得できる賞金額の初期値は 10,000 円とした。これを、ハズレの扉を告げられた後に、当たりと予想する扉を変更し、かつ、新たに選択した扉が当たりの場合、賞金額を増額した。具体的には、増額なし（10,000 円）から 90,000 円まで、段階的に 8,000 円ずつ増額させた金額を設定した。したがって、合計 11 水準であった。

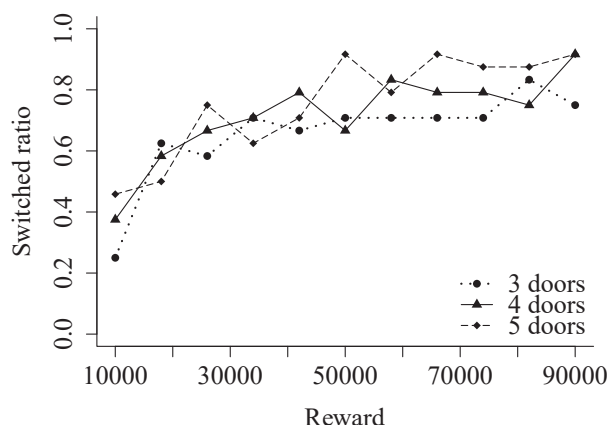


図 2 扉数ごと、賞金額ごとの選択変更率の推移。

2.5 手続き

実験は 1 人 1 台の PC を用い、最大 5 人が同時に行った。初めに実験参加者は、実験に関する説明を受け、実験プログラムの操作についての練習を行った。その後、実験に取り組んだ。1 試行の流れは以下のとおりであった。試行の開始時に、3 枚、4 枚、5 枚のいずれかの閉じた扉の絵が提示された。実験参加者はその中から、当たりと予想する扉をマウスを用いて選択することを要求された。その後、実験参加者によって選ばれなかった扉から、プログラムによってハズレの扉が 1 枚、開かれた。なお、開かれる扉の数は、常に 1 枚であった。ハズレの扉が開かれた後に、実験参加者は再度、扉を選択することが要求された。このとき、選択を変更して当たりを引き当てた場合には賞金が増額されることと、増額される賞金額が告げられた。増額なしの場合には賞金額のみが告げられた。以上を 1 試行として、参加者当たり 33 試行を行った。各試行では実験参加者へのフィードバックは行わず、実験終了後にまとめてフィードバックを行った。また、このとき、モンティ・ホール問題を知っていたか否かを確認し、知っていたと回答した実験参加者を分析対象から除外した。

実験の所要時間は 1 人当たり 30 分から 1 時間以内であった。

3. 結果と考察

事後のアンケートで 5 人の実験参加者がモンティ・ホール問題を知っていたと回答したため、この 5 人を分析対象から除外した。したがって、分析対象データは 24 人であった。扉数ごと、および賞金額ごとの扉を変更した比率の推移を図 2 に示した。

表 1 各パラメタの推定値と 95%信頼区間

Parameter	Estimate	Std. Error	95% C.L.	
			Lower	Upper
<i>b</i>	-1.29	.31	-1.91	-.68
<i>e</i>	12724.13	1627.62	9534.05	15914.20
<i>d</i> ₀	.65	.08	.49	.81
<i>d</i> ₁	.06	.02	.03	.10

扉数と賞金額を説明変数とし、扉を変更したか否かを目的変数として一般化線形混合効果モデルを用いて分析した。なお、この分析では各要因の効果の有無を検討するための仮説検定を行う目的で行った。そのため、扉数要因と賞金額要因をカテゴリ化して扱った。また、本実験は参加者内要因計画であったため、実験参加者ごとにラベル化し、これを変量効果として扱った。分析の結果、扉要因の主効果 ($F(2, 46) = 5.51, p < .01$)、および、賞金額要因の主効果 ($F(10, 230) = 7.60, p < .001$) が有意であった。また、交互作用は有意ではなかった ($F(20, 460) = .96, ns$)。扉数要因の水準間で多重比較を行ったところ、扉数 3 と扉数 5 の間に有意差が認められた ($t(46) = 3.29, p < .01$)。以上の結果は、扉の選択率変更に、賞金額と扉数が影響を与えていることを示している。

そこで、扉数要因が選択変更率に与える影響を詳細に検討するため、非線形回帰分析を行った。扉の選択変更率を目的変数とし、説明変数に扉数と賞金額を加えたモデルを検討した。検討したモデルは、ロジスティック関数と、3 パラメタ対数ロジスティック関数を基に扉数要因を組み込んだモデルとした。これらのモデルを当てはめた結果、AIC を基に、3 パラメタ対数ロジスティック関数の方が当てはまりが良いことがわかった。このモデル式は以下の式 1 であらわされる。

$$f(x) = \frac{d_0 + d_1 \cdot \text{door_num}}{1 + \exp(b(\log(\text{reward}) - \log(e)))}$$

(1)

式 1 において、*reward* は賞金額を示し、*door_num* は扉数を示す。右辺分母は上限値を示しており、扉数が条件に与える影響を検討するモデルとなっている。回帰分析の結果、得られたパラメタの推定値と信頼区間を表 1 に示した。95%信頼区間から明らかなように、切片 (*d*₀)、および全ての回帰係数において、有意に 0 とは異なることが示された。とりわけ、*d*₀ および *d*₁ が有意であったことは、扉数が選択変更率の上限に影響を与えるモデルによって、本実験のデータが説明できることを示している。図 3 に回帰式による、扉数ごとの賞金額における選択変更率の予測推移を示した。

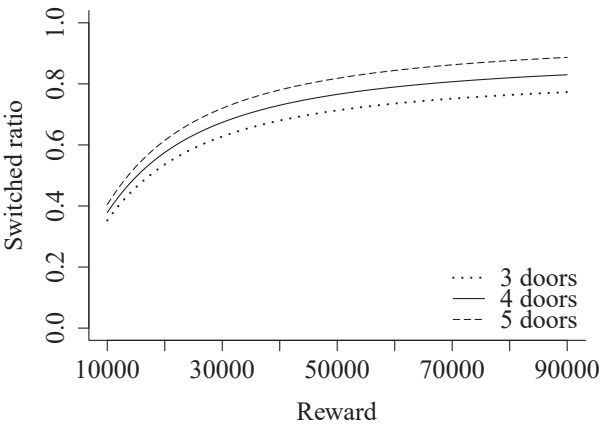


図 3 扉数ごとの賞金額における選択変更率の予測推移。

4. まとめ

本研究では、ヒューリスティックスを用いた意思決定において、選択肢の数が選択変更率に与える影響を検討した。とりわけ、選択変更率の上限に焦点を当て、非線形回帰分析を用いて予測した。混合効果モデルによる分析の結果、選択変更率の推移に選択肢の数が影響を与えていることが明らかになった。さらに、非線形回帰分析の結果からは、選択肢の数が選択変更率の上限値に影響を与えていると考えることができる。

これまでのヒューリスティックスを用いた意思決定についての研究では、本研究で取り上げた選択変更率の上限は、その存在は指摘されてきたものの（たとえば、[1]）、その特性については明らかにされてこなかった。本研究で得られた知見は、この点について新しい発見であるといえるだろう。しかし、式 1 における右辺分子が示すように、本研究で検討したモデルでは、選択変更率の上限値は選択肢の数によって直線的に変化するモデルである。これは、選択肢の数が 3 種類と、比較的少ないことに起因する本研究の限界点といえる。今後はこの点について検討を重ね、詳細な特性を明らかにしていく必要があるだろう。

参考文献

[1] Fox, C.R. and Levav, J. (2004) “Partition-Edit-Count: Naive Extensional Reasoning in Judgment of Conditional Probability” *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol. 133, pp. 626-642.
[2] 田村 昌彦, (2016) “モンティ・ホール問題における選択変更確率の強度についての検討” 日本認知科学会第 33 回大会発表論文集, pp.766-768.