

モンティ・ホール問題の実験的再検討*

秋山和奏^a 田中香花^b 川越敏司^c 山森哲雄^d

September 2025

要旨

本研究では、モンティ・ホール問題に関して、ベイズの定理に基づく合理的な選択からの逸脱の原因として挙げられるコントロールの幻想や現状維持バイアスに関して、期待に基づく参照点の理論による分析を行った。また、こうしたバイアスの大きさを測定するためには主観確率や受入意志額(WTP)の誘出を伴う実験室実験を行った。被験者がベイズ更新できないことやコントロールの幻想をもつことについての仮説は支持されたが、現状維持バイアス（保有効果）を支持する結果は得られなかった。

JEL classification: C91, D83, D91

Keywords: モンティ・ホール問題、コントロールの幻想、現状維持バイアス、実験室実験

* なお、本論文に関して、開示すべき利益相反関連事項はない

^a 公立はこだて未来大学システム情報科学部複雑系知能学科、b1022006@fun.ac.jp

^b 公立はこだて未来大学システム情報科学部複雑系知能学科、b1021051@fun.ac.jp

^c 公立はこだて未来大学システム情報科学部複雑系知能学科、kawagoe@fun.ac.jp

^d 獨協大学経済学部 yamamori@dokkyo.ac.jp

1. はじめに

本研究では、モンティ・ホール問題における、ベイズの定理に基づく合理的な選択からの逸脱の原因として挙げられるコントロールの幻想や現状維持バイアスについて、理論および実験による分析を行う。

モンティ・ホール問題では、3つのドアのうち1つに当たりが隠されている状況で、プレーヤーが最初に1つのドアを選択する。次に、司会者が残り2つのドアのうちハズレのドアを1つ無作為に選んで開示する。その上で、プレーヤーは最初に選んだドアにとどまるか、残りもう1つのドアに選択を変える。ベイズの定理に従えば、最初のドアから選択を変えた方が当たる確率が高いにもかかわらず、多くの実験では最初のドアにとどまる選択が頻繁にみられる。こうした現象は、プレーヤーがベイズの定理を正しく適用できないためであるとか、自分自身で選んだドアが当たりである可能性が高いと考えるコントロールの幻想、あるいは最初に選んだドアを現状（あるいは所有物）として考え、それを手放すことを嫌う現状維持バイアスないし保有効果のためであるといった説明が試みられてきた。そこで、モローネら(Morone et al., 2021)はこれらの要因のどれがモンティ・ホール問題の実験結果をよく説明するのか次のような実験を実施した。まず、プレーヤーが最初にドアを選んだ後ハズレのドアを開示することなく、残り2つのドア両方を選ぶ選択を与えるという変形版を考える（オリジナルの問題をT1と呼び、変形版をT2と呼ぶ）。この変形版では、被験者はベイズの定理を使わなくても最初のドアから選択を変えた方が当たる確率が2倍になることがわかるため、ベイズの定理を正しく適用できないというバイアスが排除される。次に、T1およびT2の状況において、最初に選ぶドアを被験者ではなく第三者（実験者）が選ぶ場合を考える（それぞれT3およびT4と呼ぶ）。この場合、最初のドアは自分自身で選んだわけではないのでコントロールの幻想が排除される。よって、T4において最初のドアを選ぶとすれば現状維持バイアス（保有効果）のためである。モローネらの実験ではT1からT4において最初のドアから選択を変えた割合は、それぞれ10%, 28%, 35%, 35%であった。

しかしながら、モローネらの実験状況を期待に基づく参照点の理論に基づいて分析したところ、仮に現状維持バイアス（保有効果）を損失回避性と同一視するとすれば、プレーヤーの最適戦略は最初のドアにとどまることになり、モローネらの実験結果をうまく説明できないことがわかった。そこで、最初に選んだドアが当たりであることの主観確率および最初に選んだドアを手放すにあたって最小限受け取りたい金額（受取意志額、WTA）を誘出して、コントロールの幻想および現状維持バイアス（保有効果）を直接的に計測する実験を実施することにした。

2. 実験

2.1 実験計画

実験は2025年6月23日と25日、公立はこだて未来大学において実施され、学部生・大学院生を併せて58名を募集して対面で実施された。実験は紙とペンを使って手作業で実

施された（アンケートについては Google フォーム）。実験では、トランプのカード 3 枚をそれぞれ 3 つのドアに見立てて選択を行わせた。実験では、モローネらの実験で使用された T1 から T4 までの実験条件をベースにして、主観確率および WTA を計測する手順を組み込んだ。モンティ・ホール問題で正解した場合は 1000 円、不正解だった場合は 300 円の報酬とした。主観確率の測定では、被験者ないし実験者が最初にドアを選択してから、T1 および T3 では実験者がハズレのドアを開示した後、T2 および T4 では残り 2 つのドアに選択を変えることができるなどを伝えた後、フセインと奥井(Hossain and Okui, 2013)の二値スコアリングルールによって、最初のドアが当たりであることに対する主観確率を誘出した。WTA の測定では、被験者ないし実験者が最初にドアを選択してから、T1 および T3 では実験者がハズレのドアを開示した後、T2 および T4 では残り 2 つのドアに選択を変えることができるなどを伝えた後、BDM 法 (Becker et al., 1964) によって WTA を誘出した。いずれの手法も金銭的な利得を通じて正直な回答を引き出す誘因両立性という性質を持っている。二値スコアリングルールの場合には最大 300 円、BDM 法の場合には最大 1000 円の報酬が発生する。T1 から T4 までの各条件について、主観確率も WTA も測定しない場合と、それらのうちいずれかを測定する場合の合計 3 通りを検討した。実験は被験者内計画で実施され、被験者への条件割り当ては、順序効果に配慮して表 1 の通りに実施した。

表 1 実験条件の割り当て

セッション (人数)	1 回目	2 回目	3 回目
1 (13 名)	T2	T3+主観確率	T4+WTA
2 (15 名)	T4+主観確率	T1	T3+WTA
3 (15 名)	T4	T2+WTA	T1+主観確率
4 (15 名)	T1+WTA	T2+主観確率	T3

被験者への報酬は、3 回の意思決定での得点の合計の 2/3 倍の値にアンケート謝礼 600 円を加えた額を支払った。小数点以下は切り上げとし当日現金で支払った。実験時間は謝金支払いまで含めて 90 分で、平均報酬額はアンケート謝礼を含めて約 2046 円であった。

2.2 仮説

実験では以下の仮説を検証する。

仮説 1 (ベイズの定理: T1 vs T2, T3 vs T4). 最初にドアを選んだ後、残り 2 つのドアを選択できる場合 (T2, T4) の方が、ハズレのドアが 1 つ開かれた後に残ったもう 1 つのドアを選択できる場合 (T1, T3) よりも、ベイズの定理を使用しないでよいため正解がわかりやすく、ドアを変更する割合が高くなる。

仮説 2a (コントロールの幻想: T1 vs T3, T2 vs T4). コントロールの幻想があるために、最初にドアを自分で選択する場合 (T1, T2) の方よりも、実験者が選択する場合 (T3, T4) の方が、ドアを変更する割合が高くなる。

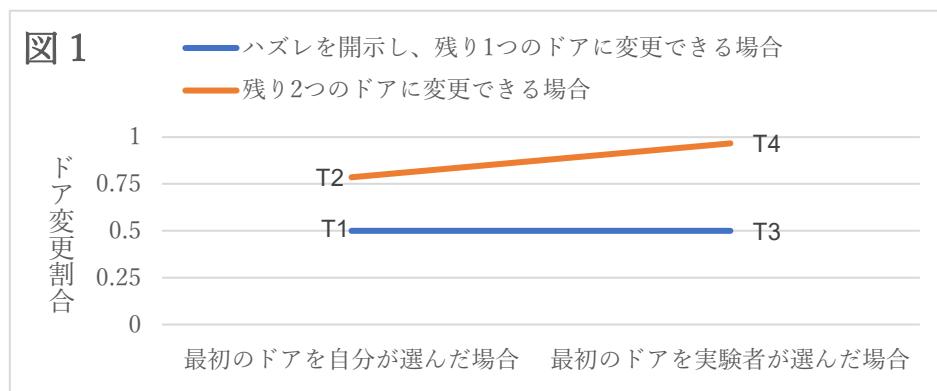
仮説 2b (コントロールの幻想: T1 vs T3, T2 vs T4). コントロールの幻想があるために、最初にドアを自分で選択する場合 (T1, T2) の方が、実験者が選択する場合 (T3, T4) より

も、「最初のドアが当たりである」ことに関する主観確率の値が高くなる。

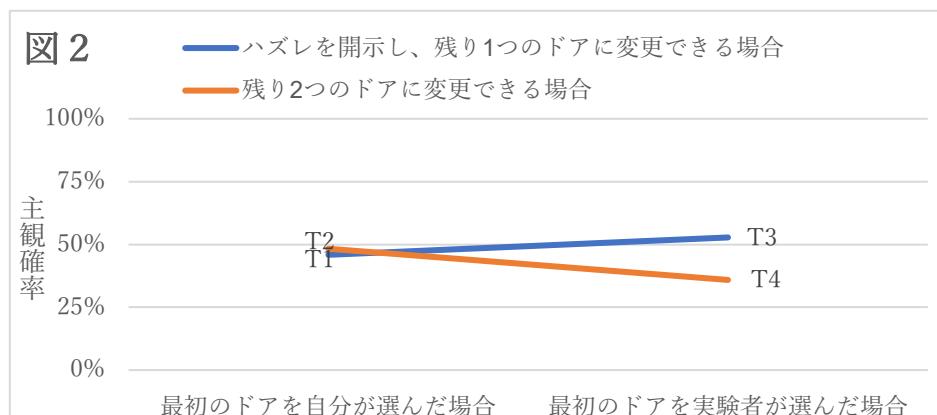
仮説3(現状維持バイアス/保有効果). どの条件でも現状維持バイアス/保有効果があるが、T4においてはそれ以外の効果は排除されていると考えられるために、WTAの値はT4において最も小さい。

2.3 結果

最初に、各実験条件において最初に選択したドアから変更した割合を示したのが図1である。実験者がハズレのドアを開示した後に残り1つのドアに変更できる場合、最初のドアを自分で選んだ場合(T1)と実験者が選んだ場合(T3)のどちらも、ドア変更の割合は50.0%であった。一方、残った2つのドア両方を選べる選択がある場合には、最初のドアを自分で選んだ場合(T2)よりも、実験者が選んだ場合(T4)の方がドア変更の割合が高かった。



また、最初のドアを自分で選んだ場合にせよ、実験者が選んだ場合にせよ、残った2つのドア両方を選べる選択がある場合の方がドア変更の割合が高かった。この場合、被験者はベイズの定理を用いなくてもドア変更が最適戦略であることは理解しやすいという仮説1と整合的な結果である。最初のドアを自分で選んだ場合の方がドア変更の割合が低いのはコントロールの幻想(仮説2a)を反映しているものと考えられる。



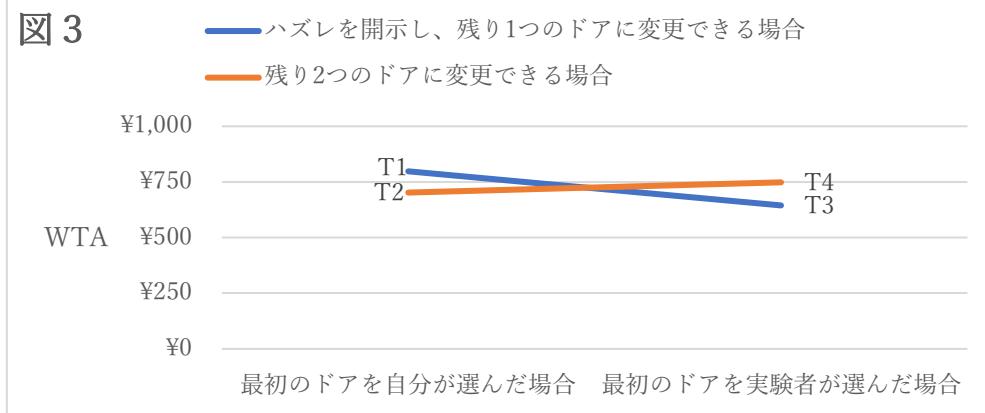
各実験条件における「最初のドアが当たりである」ことに関する主観確率の平均値を示したのが図2である。実験者がハズレのドアを開示した後に残り1つのドアに変更できる場合、最初のドアを自分で選んだ場合(T1)よりも、実験者が選んだ場合(T3)の方が主観確率

の値が高い一方、残った 2 つのドア両方を選べる選択がある場合には、最初のドアを自分で選んだ場合(T2)の方が、実験者が選んだ場合(T4)よりも主観確率の値が高かった。

また、最初のドアを自分で選ぶ場合、残りの選択肢がどちらの場合でも、最初に選んだドアが当たりであることに関する主観確率の値はほぼ同じで、事前確率よりも高いため、コントロールの幻想の傾向がうかがえる（仮説 2b）。また、最初のドアを実験者が選ぶ場合、残り 2 つのドア両方を選べる場合は事前確率に近い値である一方、ハズレのドアを知ったうえで残り 1 つのドアを選べる場合、事前確率はもちろん、最初のドアを自分で選んだ場合よりも高い値になっている。これは、コントロールの幻想とは逆に、実験者が選んだドアが当たりではないかと被験者が疑っていた可能性（実験者効果）を示唆している。

図 3 には、各実験条件において最初に選んだドアを放棄することの代償として受け取りたい金額 (WTA) の値の平均値を表している。実験者がハズレのドアを開示した後に残り 1 つのドアに変更できる場合、最初のドアを自分で選んだ場合(T1)の方が、実験者が選んだ場合(T3)よりも WTA の値が高い一方、残った 2 つのドア両方を選べる選択がある場合には、最初のドアを自分で選んだ場合(T2)よりも、実験者が選んだ場合(T4)の方が WTA の値が高かった。後者は、T4 においては現状維持バイアス/保有効果以外の効果が排除されているために WTA が最小になるという仮説 3 と矛盾する結果である。

図 3



また、最初のドアを自分で選ぶ場合、残った 2 つのドア両方を選べる選択がある場合の方が WTA は低く、これはベイズの定理を用いなくてもドア変更が最適戦略であることは理解しやすいため最初のドアを放棄しやすいという意味で仮説 1 とも整合的な結果である。一方、最初のドアを実験者が選ぶ場合はそれとは逆になっている。

最後に、第 2 節で述べた仮説に関して、回帰分析を行った結果について述べる。従属変数は、それぞれドアの変更割合、主観確率および WTA である。独立変数は、いずれのモデルについても、「最初のドアの選択」、「ドア変更後の選択肢」およびそれら交差項となっている。「最初のドアの選択」は、自分でドアを選ぶ場合を 1、実験者が選ぶ場合を 0 とするダミー変数であり、「ドア変更後の選択肢」は、実験者がハズレのドアを開示した後に残り 1 つのドアを選べる場合を 1、残り 2 つのドア両方を選べる場合を 0 とするダミー変数である。ドア変更割合に関してはプロビット回帰、主観確率と WTA に関しては線形回帰 (OLS)

を行った。サンプルサイズは、OLS については 58（それぞれ該当するケースの 58 名分）であるのに対して、プロビット回帰では主観確率と WTA のどちらも聞かない場合と主観確率を聞く場合の合計 116（58 名×2）である。推定結果は以下の表2の通りである。

まず、ドア変更の割合に関するモデル 1 の推定結果では、「ドア変更後の選択肢」の係数はマイナスの値で有意であるため、残り 2 つのドア両方を選べる場合の方がベイズの定理を用いないでも最初のドアから変更するという最適戦略が理解しやすいため、ドア変更の選択割合が高くなるという仮説 1 を支持する結果となった。また、「最初のドアの選択」の係数もマイナスの値で有意であるため、最初に自分でドアを選ぶ場合の方が、コントロールの幻想のためにドア変更の割合が低くなるという仮説 2a を支持する結果となった。

表2 推定結果

	モデル 1 (N=116)	モデル 2 (N=58)	モデル 3 (N=58)
従属変数	ドアの変更割合	主観確率	WTA
切片	1.834***	0.359***	735.070***
最初のドアの選択(x_1)	-1.042*	0.124*	-32.870
ドア変更後の選択肢(x_2)	-1.834***	0.169**	-91.530
交差項 ($x_1 \times x_2$)	1.042	-0.193*	186.990

注) *** 0.1%有意、 ** 1%有意、 * 5%有意

次に、主観確率に関するモデル 2 の推定結果では「最初のドアの選択」の係数はプラスの値で有意であるため、最初に自分でドアを選ぶ場合の方がコントロールの幻想のために最初に選んだドアが当たりである可能性が高いと考える傾向があることになり、仮説 2b を支持する結果となった。最後に、WTA に関するモデル 3 の推定結果では「最初のドアの選択」の係数はマイナスの値であるが有意ではなく、現状維持バイアス/保有効果以外の効果は排除されている T4 において WTA の値が最も低くなるという仮説 3 は支持されなかった。

3. 考察と展望

モローネら(Morone et al., 2021)の実験では、モンティ・ホール問題における最適戦略からの逸脱は現状維持バイアス/保有効果のためであるとされていたが、本研究の結果からはそのような仮説（仮説 4）は支持されなかった。一方、ドアの変更割合と主観確率の測定、双方の結果からコントロールの幻想については、それを支持する結果を得た。特に実験者が最初に選んだドアが当たりではないかと疑う実験者効果の可能性があることもわかった。

参考文献

- Becker, G. M., DeGroot, M. H., Marschak, J. (1964) “Measuring utility by a single-response sequential method.” *Behavioral Sciences*, 9, 226-232.
- Hossain, T., Okui, R. (2013) “The binarized scoring rule.” *Review of Economic Studies*, 80, 984-1001.
- Morone, A., et al. (2021) “Three doors anomaly, “should I stay, or should I go”: an artefactual field experiment” *Theory and Decision*, 91, 357-376.