

# モンティの閉じたドアの向こう側にある因果性： 「思考の図と地」に基づく検討

## Causality behind Monty's closed doors: A study based on the figure-and-ground in thinking

服部 雅史

Masaki Hattori

立命館大学

Ritsumeikan University

hat@lt.ritsumeikan.ac.jp

### 概要

確率的推論の課題として有名なモンティ・ホール問題の難しさには、さまざまな要因が関係している。本研究では、社会的要因や感情的要因以外の認知的要因として、課題の因果構造が明快でない点に注目した。「ハズレ」や「ドアを開ける（オプションの除去）」ではなく、「当たり」や「オプションの保持」に焦点を当てるように（図地反転）することにより、課題構造の理解が助けられ、正解率が高まることを示した。本研究の結果は、この問題の難しさの原因は（意識的な=タイプ2の）Bayes 推論自体の本質的難しさではなく材料の提示方法にあり、複数の要因の中に、従来認識されていなかった因果構造の不明快性があることを示す。

**キーワード：**モンティ・ホール問題 (Monty Hall problem), Bayes 推論 (Bayesian inference), 因果推論 (causal inference), 合流原理 (collider principle), 二重フレーム理論 (dual-frame theory)

### 1. はじめに

モンティ・ホール問題 (図 1) は、正解することが困難で有名な確率判断課題である (平均正答率は 1 割強; 清水・服部, 2022 参照)。この問題を難しくしている要因は単一ではない。これまでの研究で、課題構造に関する認知的要因以外にも、コミットメント (Gilovich et al., 1995) や後悔・現状維持バイアス (道家・村田, 2007; 生駒, 2013) などの感情的要因, ゲーム主催者に対する信頼 (清水・服部, 2022) などの社会的要因が指摘されている。

認知的要因としては、課題構造のわかりにくさがある。たとえば、図 1 の表現では、選択したドアも開けたドアも特定されていないため (これを不定ドア・シナリオとよぶ), 当たりの場所も選択するドアもそれぞれ 3 通りあり, 計 9 通りの組み合わせを考える必要があるが, ドアを A, B, C とし, 1 回目に参加者が選んだドアを A とすると (これを 1 ドア・シナリオとよぶ), 考えるべき組み合わせの数が減る。このよ

あなたはゲーム番組に出ていて、3つのドアのうち1つを選ぶとします。1つのドアの後ろには車があって、あとの2つのドアの後ろにはヤギがいます。あなたは1つのドアを選びました。すると、それぞれのドアの後ろに何があるかを知っている番組の司会者 (モンティ) は、残った2つのドアのうち1つを開けて、ヤギを見せて言います。「もう1つのドアに替えてもよいですが、どうしますか？」さて、ドアを替えた方がいいでしょうか。

(vos Savant, 1996 東方訳 2002, p. 6 を改変)

図 1 モンティ・ホール問題 (不定ドア・シナリオ)。選択したドアも開けたドアも特定されない表現。

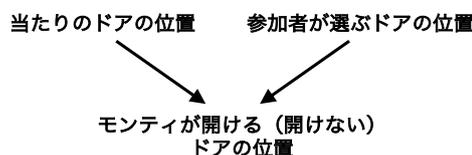


図 2 モンティ・ホール問題 (不定ドア・シナリオ) の因果構造 (合流原理 collider principle)。

うに課題文の表現を変える (Granberg & Brown, 1995; Krauss & Wang, 2003), 意思決定者と情報提供者の間の敵対ゲームの形で表現する (Tubau & Alonso, 2003), オプション間の競争の文脈で提示する (Burns & Wieth, 2004) などの操作によって, 最大 59% (Krauss & Wang, 2003, Exp. 1, GI-Ger) まで正答率が上昇したことが示されている。

Glymour (2001) は、モンティ・ホール問題の因果構造として、図 2 に示すように、「モンティが開けるドアの位置」という結果事象に対して「当たりのドアの位置」と「参加者が選ぶドアの位置」という二つの共通原因が存在する因果モデルが当てはまることを指摘した。いわゆる「合流原理 (collider principle)」により、本来は独立の「当たりのドアの位置」と「参加者が選ぶドアの位置」という二つの事象間に「モンティが開

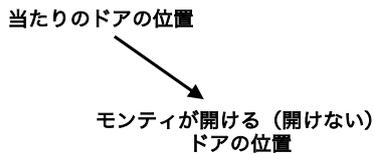


図3 モンティ・ホール問題（1ドア・シナリオ）の2回目の選択状況における因果構造。

けるドアの位置」の条件性従属が発生する（「モンティが開けるドアの位置」の情報が「当たりのドアの位置」についての情報をもたらす）。この指摘は、確率判断課題としてのモンティ・ホール問題を確率的因果推論と結びつける示唆的なもので、いくつかの新しい研究を生んだ（e.g., Burns & Wieth, 2004）。

しかし、この課題で実際に問題となるのは、参加者の2回目の選択である。つまり、参加者がドアを変えるか変えないかを定める状況において、参加者の1回目の選択で当たる確率が1/3であることを自明として、これを前提とするなら（実際、ほとんどの参加者が1/3であると認識する）、選択前の因果モデルはもはや無関係で、選択後の状況の因果モデルの方が問題となる。選択後の状況においては、「参加者が選ぶドア」はすでに決定しているので、「当たりのドア」と「モンティが開ける（開けない）ドア」という2事象間の単純な因果関係しかない（図3）。

モンティは当たりのドアを開けることができないため、「ドアが当たりであること」と「ドアを開けないこと」の間には強い因果関係がある。いま、ドアをA, B, Cとし、1回目に参加者が選んだドアをAとする。ここで問題になるのは、当たりがBまたはCの場合である。この状況では、開けるドアは一意に決定する。Bが当たりならばCを開け、Cが当たりならばBを開ける。しかし、この因果関係の表現は、「対象」が入れ替わっているのだからわかりにくい。対象を入れ替えないように表現するならば、「Bが当たりならばBを開けない」「Cが当たりならばCを開けない」となる。

ただ、「開けない」という表現には否定が含まれているので、因果関係をさらに明快にする余地が残されている。一般に、「開ける」というのは「行為」（図）であるが、「開けない」というのは「非行為」（地）である。行為と非行為は、論理的には真理値が入れ替わっただけの関係であるが、認知的にはそれ以上の違いがある。この違いについて、二重フレーム理論（dual-frame theory）を提唱した服部（2014; Hattori et al., 2016）は、「思考の図と地（figure-and-ground in thinking）」と呼んだ。たとえば、「Bを開けない」という表現を、「Bを守る」といったような肯定的な（「図」的な）表現に変

えることができれば、課題構造がわかりやすくなり、その結果、正解率が上昇するのではないだろうか。以上のような仮説に基づいて、実験を実施した。

## 2. 実験1

実験1では、オリジナルの課題に加えて、二つの変形課題を用意した。オリジナル課題での司会者による「ドアを開ける」行為は、「ハズレのオプションを除去する」行為であるが、この行為は、論理的に等価な「当たりの（可能性のある）オプションを保持する」という行為としてフレームすることが可能である。すなわち、2回目の選択時に、オプションが以前のまま存在し続けることを前提とすればオプション除去が「行為」となるが、オプションが除去されることを前提とすればオプション保持が「行為」となる。こうして作成した変形課題（以下、図地反転課題とよぶ）を用いて実験を行なった。

### 2.1 方法

**実験参加者** 立命館大学の学部生124人が実験に参加した。参加者は、MH1, SB, AD1のいずれかの条件（課題）に無作為に割り当てられた。

**課題** オリジナル課題（MH1）に加えて、砂団子課題（SB）と自動ドア課題（AD1）を用意した（付録参照）。砂団子課題は、オプション除去が自然な文脈となるように作成した図地反転課題である。この課題では、ストーリー展開の自然さを優先してオリジナルのドアのストーリーとは異なるものとしたが、そのことによって別の要因が入り込んでしまう可能性も考慮して、よりオリジナル課題に近いカバーストーリーの自動ドア課題（AD1）も作成した。いずれの課題でも、初回の選択によって発生するコミットメントの影響を最小限にするため、初回の選択は他人が行ったという設定とした。

**手続き** 大学の授業の単位の一部として、講義後に教室にて希望者のみに一斉に実施した。課題は、紙に印刷して配布した。制限時間は設けなかった。実験参加者は、最終的にどちらを選ぶかを回答した後、選択の理由を以下の6つの選択肢の中から選んだ[1. Aの方が当たる確率が高いと思うから、2. Bの方が当たる確率が高いと思うから、3. どちらも当たる確率は変わらないが、はずれたときに後悔したくないから、4. 司会者（または太郎）にひっつけられたくないから、5. どちらでもよいから、6. その他（自由記述）]。続いて

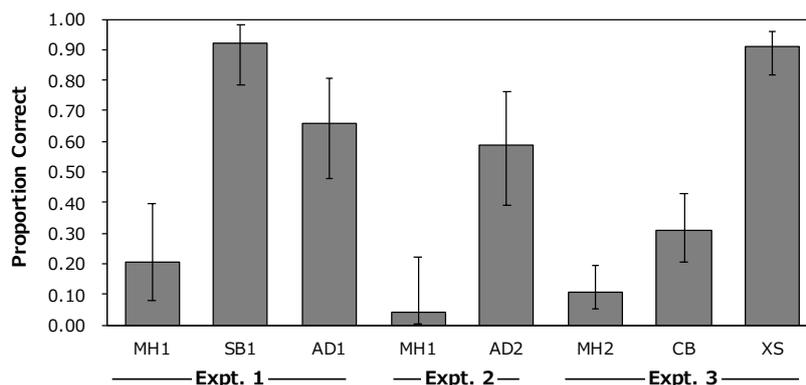


図4 実験 1, 2, 3 における正答率 (選択変更率)。エラーバーは 95%信頼区間を表す。

参加者は、課題の既知性について回答した。「当該の問題 (または同じ形式の問題) を知っていましたか」という問いに対して、以下の 4 つの選択肢の中から回答を選択した [1. 知っていた, 2. (たぶん) 知っていたが, 答えは憶えていない, 3. よくわからない (知っていたような気がする), 4. 知らなかった]。

## 2.2 結果

課題の既知性について「4. 知らなかった」以外の回答をした 15 人を除外し、残りの 109 人を分析対象とした。選択を変えると回答した者の割合 (選択変更率) を図 4 に示す。オリジナル課題では 21% (6/29)、砂団子課題では 92% (35/38)、自動ドア課題では 66% (23/35) であった。Holm の方法による多重比較の結果、いずれの 2 課題間にも 1%水準で有意差が認められた、MH1 < SB:  $\chi^2(1, N = 67) = 35.3$ ,  $\phi = .726$ ; MH1 < AD1:  $\chi^2(1, N = 64) = 13.0$ ,  $\phi = .450$ ; AD1 < SB:  $\chi^2(1, N = 73) = 7.77$ ,  $\phi = .326$ 。

変更の理由については、オリジナル課題と砂団子課題では 2 が最も多かった (それぞれ, 33% = 4/6, 54% = 19/35) が、自動ドア課題では 5 が最も多かった (30% = 7/23)。ただし、理由の分布に条件間の有意差は認められなかった,  $p = .062$  (Fisher の正確確率検定),  $V = .318$ 。なお、砂団子課題では、変更の理由に「その他」が 6 件あり、いずれも太郎が B の砂団子を守ることと B が当たりであることを結びつけたものであった (例: 太郎が無意識に 500 円玉を波から守ってしまったと考えたから、太郎は考えるひまなくあわてて取り上げたと思うから、など)。また、自動ドア課題では、変更の理由に 5 件の「その他」があり、いずれも最初に選択した花子と自分の関係に言及するものであった (例: 自分か花子の一方が当たるようにしたいから、花子が当たって自分はハズレという悲しい展開を避けた

いから、など)。

## 2.3 考察

砂団子課題と自動ドア課題の正答率が高くなったことから、この課題の難しさの原因の一つとして、課題の因果構造、特に、参加者が 1 回目の選択を終えた後の因果構造の不明確さがあることが示唆された。砂団子課題の変更率は 90% 超、自動ドア課題は 2/3 であり、いずれもこれまでの実験データにはない高い変更率が得られた。

ただ、砂団子課題では、オプションの除去があらかじめ前提とされていたわけではなく、偶発的事故 (波が来たこと) によって発生した設定となっていた時点でオリジナル課題と異なっていた。この差異は、課題の論理構造の違いにはならないため問題ない実験の実施前には考えていたが、偶発的事故におけるゲーム主催者の咄嗟の反応ということの含意が、参加者への要求特性としてはたらいだ可能性は否定できない。参加者の「太郎が無意識に 500 円玉を波から守った」という感想は、このことを示唆している。よって、この課題は以降の実験では取り扱わないこととする。

自動ドア課題にはそのような問題点はなかったが、やや気がかりな別の問題がある。この課題は、最初の選択は花子、2 回目の選択は自分が行うという共同ゲームの事態になっていたため、「結果」のセクションで例示したように、花子の選択と自分の選択の関係、あるいは花子と自分のゲーム後の関係を気にする参加者がいた。こうした点が選択にどう影響するかは明らかではないが、何の影響もないと断言はできない。そこで、次の実験では、こうした懸念点を改善しても同様の結果が得られるかどうか確認する。

表1 モンティ・ホール問題の正解を促進すると考えられる候補要因

| 課題<br>実験         | MH1/2<br>1,2/3 | SB<br>1 | AD1/2<br>1/2 | CB<br>3 | XS<br>3 |
|------------------|----------------|---------|--------------|---------|---------|
| 1. 因果関係の明快性      |                | ✓       | ✓            | ✓       | ✓       |
| 2. 第3者の視点        |                | ✓       | ✓            | ✓       | ✓       |
| 3. データ事象と仮説事象の分離 |                |         |              |         | ✓       |
| 4. 事象の2値性        |                |         |              |         | ✓       |

### 3. 実験2

実験1では、当たりの位置とオプション除去の間の因果関係を、思考の図と地の観点からわかりやすくすることによって、正答率が大きく上昇することが明らかになった。しかし、実験1で使用された課題には、いくつかの懸念点もあった。自動ドア課題は、二人の参加者の共同ゲームという設定になっていたため、相手の参加者に対する配慮や相手の参加者との関係が選択行動に影響した可能性がある。そこで、実験2では、このような不適切な設定を改善しても同様の結果が得られるかどうかを確認した。

#### 3.1 方法

**実験参加者** ノートルダム女子大学の学部生40名と京都大学の学部生23名、計63名（女性：52名、男性：11名、年齢： $M = 21.1$ ,  $SD = 5.4$ ）が実験に参加した。参加者は、MH1, AD2のいずれかの条件（課題）に無作為に割り当てられた。

**課題および手続き** 以下の点以外は実験1と同じであった。自動ドア課題（AD2）は、実験1での二人の共同ゲームという設定を変更し、最初の選択をした花子が棄権して太郎が途中で交代するとすることとした（付録参照）。

#### 3.2 結果と考察

課題の既知性について「4. 知らなかった」以外の回答をした11人を除く52人を分析対象とした。結果は図4に示す通り、オリジナル課題の変更率は4%（1/23）、自動ドア課題の変更率は59%（17/29）であり、条件間に有意差が認められた、 $\chi^2(1, N = 52) = 16.7$ ,  $p < .001$ ,  $\phi = .567$ 。変更の理由については、オリジナル課題では2が最も多く（80% = 4/5）、自動ドア課題では5が最も多かったが（39% = 7/18）、条件間の分布の違いは有意ではなかった、 $p = .279$ （Fisherの正確確率検定）、 $V = .427$ 。

自動ドア課題の結果は、実験1と2でまったく同じ傾向であり、実験1の考察で触れたような共同ゲーム

事態による影響は大きくなかったことが示された。したがって、課題の因果構造を明確にすることが課題の成績を高めることに寄与すること、しかも、それは行為と非行為を入れ替えた図地反転課題によって実現できることが明らかになった。

なお、実験1と2の結果を比較すると、実験2でオリジナル課題の変更率が低下したが、両実験間に有意差はなかった、 $p = .117$ （Fisherの正確確率検定）、 $\phi = .238$ 。また、自動ドア課題の正解者の中で、変更理由として、課題の確率構造の正しい理解を反映した2番を選択した者の割合は、実験1での18%（4/23）に対して実験2では35%（6/17）とやや高くなったが、これも両者の間に有意差はなかった、 $p = .274$ （Fisherの正確確率検定）、 $\phi = .204$ 。

### 4. 実験3

実験1と2の結果から、モンティ・ホール問題の難しさの主な要因として、「当たりのドア」と「モンティが守るドア」の間の因果関係の不明確さがあることが示唆された。実験3では、同じ論理構造の別の課題を用いて、一般の（大学生に限定しない）母集団の参加者によっても同様の結果が再現されるかどうかを確認した。

本稿の冒頭で、モンティ・ホール問題の難しさには、複数の要因が関係していることに触れた。もし、そうした要因をすべて取り除いても、まだこの問題に正解することが難しいとすれば、それは、Bayes推論自体の難しさによるものと考えられる。しかし、Bayes推論自体は、知覚・運動意思決定などの自動的な脳の計算過程や無意識的認知過程の中に組み込まれているという見方もある通り（e.g., Clark, 2013）、決して特異な推論ではない。そこで、因果関係以外にも考えられるこの課題の解決阻害要因をすべて排除したいわば「クリーン版」を作成し、課題の成績がどこまで上昇するかを確かめた。そのことにより、意識的な推論と無意識的推論の乖離、あるいは意識的推論の可能性と限界が明らかになるかもしれないと考えた。ここで考慮したのは、表1に示す4つの要因である。2, 3, 4の要因については、総合考察で説明する。

## 4.1 方法

**実験参加者** CrowdWorks での募集に応じた 300 人 (女性: 160 人, 男性: 135 人, 未回答: 5 人, 年齢:  $M = 42.4$ ,  $SD = 10.0$ ) が実験に参加した。参加への謝礼として 100 円が支払われた。参加者は, MH2, CB, XS のいずれかの条件に無作為に 100 名ずつ割り当てられた。

**課題** オリジナル課題 (箱版 MH2) に加えて, 蓋つき箱課題 (CB) と X 症候群課題 (XS) を用意した (付録参照)。オリジナル課題は, 蓋つき箱課題に合わせて, ドアの代わりに箱を材料とした問題とした。蓋つき箱課題は, 自動ドア課題と同様の図地反転課題で, 「箱に蓋をする」という行為がオプションを「守る」行為となるように意図された図地反転課題である。両課題は, 実験 1, 2 と同様, コミットメントの影響を最小限にするために初回の選択は他人が行ったという設定とした。X 症候群課題は, 表 2 に示す 4 つすべての促進候補要因を含めた課題である。

**手続き** 実験は, Qualtrics<sup>SM</sup> のアンケート作成ツールで準備したフォームを使って, オンラインで実施された。実験参加者は, 自身のパーソナルコンピュータやスマートフォンなどのデバイスを使って回答した。制限時間は設定されなかった。実験参加者は, 最終的にどちらを選ぶかを回答した後, 選択の理由を以下の 6 つの選択肢の中から選んだ [1. A の方が当たる (XS では「AB 型にかかっている」) 確率が高いと思うから, 2. C の方が当たる (XS では「A 型にかかっている」) 確率が高いと思うから, 3. どちらも当たる (XS では「どちらも」) 確率は変わらないが, はずれたとき (XS では「間違えたとき」) に後悔したくないから, 4. 太郎にひっかけられたくない (XS では「検査結果にまどわされたくない」) から, 5. どちらでもよいから, 6. その他 (自由記述)]。次に, 参加者は, 1 回目の選択の後に除去されたオプションが三つの中のどれであったのかを回答した。この質問は, 参加者が課題を正しく理解していることを確かめるもので, データの質を担保するための指示的操作チェック (instructional manipulation check) の役割を果たすことを期待して用意された。

最後に, 参加者は課題の既知性について回答した。「当該の問題 (または同じ形式の問題) を知っていましたか」という問いに対して, 以下の 3 つの選択肢の中から回答を選択した [1. いいえ, 知りませんでした, 2. 知っていたかもしれませんが, 答えは覚えていませ

んでした, 3. はい, 知っていました]。

## 4.2 結果

300 人のうち, 課題の既知性について「1. いいえ, 知りませんでした」以外の回答をした 16 人, 除去されたオプションを正しく回答しなかった (課題内容を正しく理解していないと推定される) 38 人, 回答時間が 30 秒未満の 3 人, 回答時間が 300 秒を超えた 13 人を除外し, 分析対象者は 230 人となった。オリジナル課題の変更率は 11% (9/83), 蓋つき箱課題の変更率は 31% (22/71), X 症候群課題の変更率は 91% (69/76) であり (図 4), Holm の方法による多重比較の結果, いずれの課題間にも 1%水準で有意差が認められた, MH2 < CB:  $\chi^2(1, N = 154) = 9.66$ ,  $\phi = .250$ ; MH2 < XS:  $\chi^2(1, N = 159) = 101.5$ ,  $\phi = .799$ ; CB < XS:  $\chi^2(1, N = 147) = 55.7$ ,  $\phi = .615$ 。

変更の理由については, いずれの課題でも 2 が最も多かったが (オリジナル課題, 蓋つき箱課題, X 症候群課題の順に, 78% [7/9], 41% [9/22], 81% [56/69]), 条件間に分布の有意差が認められた,  $p = .016$  (Fisher の正確確率検定),  $V = .352$ 。残差分析の結果, オリジナル課題の 4 が多い ( $z = 2.05$ ,  $p < .05$ ) こと, 蓋つき箱課題の 2 が少なく ( $z = -3.68$ ,  $p < .01$ ), 3 が多い ( $z = 3.85$ ,  $p < .01$ ) こと, X 症候群課題の 2 が多く ( $z = 3.04$ ,  $p < .01$ ), 3 が少ない ( $z = -3.24$ ,  $p < .01$ ) ことが明らかになった。

## 4.3 考察

実験 3 では, 因果関係を明瞭化した蓋つき箱課題と X 症候群課題において, 正解率 (選択変更率) の有意な上昇が認められた。すなわち, 実験 1, 2 とは異なる材料と異なる母集団で, 当たりの場所とオプション保持の間の因果関係の明瞭化がモンティ・ホール問題を容易にすることが再現された。この結果は, この課題の構造の理解しにくさの要因として, 「当たりのドアの位置」と「モンティが開けないドアの位置」の間の因果関係がわかりにくいことがあるという仮説を支持する。

しかし, 蓋つき箱課題の正解率 (変更率) は 30% にとどまった。これは, 実験 2 の自動ドア課題の半分程度である。両課題間にこのような違いが出た理由は明らかではないが, 可能性としては二つのことを考えることができる。第 1 は, 母集団の違いである。大学生は, 抽象的な問題を考えることや確率的な思考に比較的慣れていると思われるが, 一般人にとっては, そのようなことを考える機会が少ないため, 課題をどう考

えてよいかすぐにわからなかったのかもしれない。第2は、蓋つき箱課題のカバーストーリーが不自然で理解しにくかった可能性である。最初に蓋のない3個の箱から一つを選ばせてから、うち2個だけに蓋を被せるという設定が、恣意的で理解しにくかったのかもしれない。これらの点については、今後の検討が必要である。

## 5. 総合考察

モンティ・ホール問題での参加者の行動には、複数の要因が関係している。特に、この問題は、ゲーム主催者(司会者)とのやり取りの形式になっているため、社会的・感情的要因が入り込む余地がある。その一つに、1回目に行った自分自身の選択に対する執着の問題がある(Gilovich et al., 1995)。本研究では、この要因が入り込むことを避けるために、変形課題における1回目の選択は自分以外の他者が行ったこととして、2回目の選択において「第三者的視点」(表1-2)を取ることができるようにした。

認知的要因として本研究がもっとも注目したのは、当たりの位置とオプション除去という二つの事象の因果関係である(表1-1)。両者の関係を明快にすることによって、課題の正解率が大きく改善されることが明らかになった。しかし、この課題の正解を促進する認知的要因はほかにもある。モンティ・ホール問題と同型とされる3囚人問題において指摘されたのは、データが仮説の生起に関する言明であることが問題の理解を困難にしているという点である(井原, 1988; 市川, 1998)。すなわち、「Cを除外した」というデータが「Cが当たりである」という仮説を除外するという構造になっている点である。これがなぜ問題を難しくするかについて、市川(1998)は、「B, Cのうちハズレのオプションを除外する」という条件付きの行動であることが無視されて、「A, B, Cのうちハズレのオプションを除外する」という条件のもとでの行動と誤って理解されやすいためという旨の説明をしている(p. 70)。しかし、「B, Cのうち」という制約がなぜ無視されるのかについては、十分説得的に説明されたわけではない。この点について、本研究はデータの表現方法の問題と捉え、「Bを守った」というデータ(事実)が「Bが当たりである」という仮説の確からしさを高めることを示した。

しかし、これとは別の意味で、データが仮説の生起に関する言明であることが問題の理解を困難にしているのではないかと考えられる。データも仮説も、いずれも同一領域の事象(すなわちドア)に関する言明で

あるため、データと仮説を混同しやすくなるという可能性である(表1-3)。市川(1998, p. 63)が紹介している橋田浩一氏による夕食問題が「易しくなる」のは、データと仮説の事象の領域を分離しているため、混同が回避されやすいためであると考えられる。

さらに、最初のオプション(ドア)は3つあるが、仮説は「Aが当たりである」か「Aがハズレである=Bが当たりである」の2値であり、データも「Cを除外する(Bを守る)」か「Cを除外しない(Bを除外する)」かの2値である。仮説もデータも2値であることがわかりにくくなっていることが、課題の理解を妨げている可能性がある(表1-4)。

本研究が考案したX症候群課題は、「因果関係の明快性」に加え、「データ事象と仮説事象の分離」および「事象の2値性」という3つの促進候補要因を考慮した課題であり、結果として非常に高い正答率が得られた。このことから、ベイズ推論課題で人が誤りやすいのは、ベイズ推論自体が意識的(タイプ2での)実行が困難であるからではなく、さまざまな阻害要因があるためであり、阻害要因の一つとして、これまで認識されていなかった「因果関係の不明快性」もあると考えられる。

なお、本研究では、表1の要因1と2を分離するような課題を使用しなかったため、実験1のAD1課題や実験2のAD2課題、実験3のCB課題でみられた促進効果が、課題の因果関係の明快性だけの効果なのか、第三者的視点の効果も含まれているのかについては明らかにされない。この点については、引き続き検討を進める必要がある。

## 謝辞

実験2と3の実施にあたっては、立命館大学の服部郁子氏と西田勇樹氏の助言・援助を受けた。本研究は、JSPS 科研費 21K18567 の助成を受けて実施された。以上、この場を借りて謝意を表す。

## 文献

- Burns, B. D., & Wieth, M. (2004). The collider principle in causal reasoning: Why the Monty Hall dilemma is so hard. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(3), 434-449. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.3.434>
- Clark, A. (2013). Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 36(3), 181-204. <https://doi.org/10.1017/S0140525X12000477>
- 道家 瑠見子・村田 光二 (2007). 意思決定における後悔: 現状維持が後悔を生むとき. *社会心理学研究*, 23(1), 104-110. <https://doi.org/10.14966/jssp.KJ00004663344>
- Gilovich, T., Medvec, V. H., & Chen, S. (1995). Commission, omission, and dissonance reduction: Coping with regret in the "Monty Hall"

- problem. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 21(2), 182–190. <https://doi.org/10.1177/0146167295212008>
- Glymour, C. (2001). *The mind's arrows: Bayes nets and graphical causal models in psychology*. MIT Press.
- Granberg, D., & Brown, T. A. (1995). The Monty Hall dilemma. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 21(7), 711–723. <https://doi.org/10.1177/0146167295217006>
- 服部 雅史 (2014). 思考の図と地：フレーミングによる肯定・否定の非対称性 立命館文学, 636, 131–147. <https://doi.org/10.34382/00006478>
- Hattori, M., Over, D., Hattori, I., Takahashi, T., & Baratgin, J. (2016). Dual frames in causal reasoning and other types of thinking. In N. Galbraith, E. Lucas, & D. Over (Eds.), *The thinking mind: A festschrift for Ken Manktelow* (pp. 98–114). Routledge.
- 市川 伸一 (1998). 確率の理解を探る：3 囚人問題とその周辺 共立出版
- 井原 二郎 (1988). 3 囚人問題の理論的探究 日本認知科学会 (編) 認知科学の発展 第 1 巻 (pp. 33–71) 講談社
- 生駒 忍 (2013). もうひとつの偽 MHD：確率的判断課題における強力な現状維持バイアス 日本認知心理学会第 11 回大会発表論文集, 70. [https://doi.org/10.14875/cogpsy.2013.0\\_70](https://doi.org/10.14875/cogpsy.2013.0_70)
- Krauss, S., & Wang, X. T. (2003). The psychology of the Monty Hall problem: Discovering psychological mechanisms for solving a tenacious brain teaser. *Journal of Experimental Psychology*, 132(1), 3–22. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.132.1.3>
- 清水 千加・服部 雅史 (2022). モンティ・ホール問題における信頼の影響 認知科学, 29(1), 125–130. <https://doi.org/10.11225/cs.2021.075>
- Tubau, E., & Alonso, D. (2003). Overcoming illusory inferences in a probabilistic counterintuitive problem: The role of explicit representations. *Memory & Cognition*, 31, 596–607. <https://doi.org/10.3758/BF03196100>
- vos Savant, M. (1996). The power of logical thinking: Easy lessons in the art of reasoning... and hard facts about its absence in our lives. St. Martin's Press. (サヴァント, M. 東方 雅美 (訳) (2002). 気がつかない数字の罠：論理思考力トレーニング法 中央経済社)

## 付 録

実験で使用した課題を以下に示す。

**実験 1, 2: MH1 (オリジナル課題：ドア版)** あなたはゲーム番組に出ていて、3 つのドアのうち 1 つを選ぶとします。番組の司会者は、3 つのドアのうち 1 つのドアのうしろに新車 (当たり) を置き、残りの 2 つのドアの後ろにヤギ (ハズレ) を置きました。司会者は言います。「まず、ドアを 1 つ選んでください。続いて、私が残りの 2 つのドアのうち、ヤギがいるドアを開けます。私がヤギがいるドアを開けたあと、あなたは最後の選択をしてください。そこで選んだドアのうしろにあるものが、あなたものになります。」あなたは最初に A のドアを選びました。その後、司会者は、ヤギがいる C のドアを開けました。さて、あなたは最終的にどのドアを選びますか。

**実験 1: SB (砂団子課題)** 太郎と花子が海辺で砂遊びをしています。太郎は砂だんごを 3 つ (A, B, C) 作って、そのうちの 1 つに 500 円玉を入れました。花子が当てようとして A を手にした次の瞬間、大きな波が来ました。太郎は B を取り上げたので B は無事でしたが、C は波に流されてしまい A と B の 2 つが残りました。さて、花子が事情によりゲームを降りたので、あなたが代わりに砂だんごを選ぶことになりました。どちらを選びますか。なお、太郎は、波が来たら必ず 1 つの砂だんごを取り上げるものとします。また、うっかり 500 円玉入りの砂だんごを流してしまうことはありません。

**実験 1: AD1 (自動ドア課題：共同版)** あなたは花子とゲーム番組に出ていて、3 つのドアのうち 1 つを選ぶとします。番組の司会者は、3 つのドアのうち 1 つのドアのうしろに新車 (当たり) を置き、残りの 2 つのドアの後ろにヤギ (ハズレ) を置きました。司会者は言います。「まず、花子さんにドアを 1 つ選んでもらいます。続いて、私がボタンを押すとドアが自動で開きますが、あなたに最

後のチャンスを与えるために、すべてのドアを開けないことにします。」司会者は続けます。「まず、花子さんが選んだドアには鍵をかけて開かないようにします。さらに、新車のドアにも鍵をかけます。ただし、花子さんが新車のドアを選んでいた場合は、どちらかの一方のヤギのドアに鍵をかけることにします。その後、私がボタンを押してドアが開いたあと、あなたに選択してもらいます。そこで選んだドアのうしろにあるものが、あなたものになります。」花子は A のドアを選びました。司会者は B のドアに鍵をかけました。司会者がボタンを押すと、C のドアが開いてヤギが現れました。さて、あなたはどのドアを選びますか。

**実験 2: AD2 (自動ドア課題：交代版)** 太郎はゲーム番組に出ていて、3 つのドアのうち 1 つを選ぶとします。番組の司会者は、3 つのドアのうち 1 つのドアのうしろに新車 (当たり) を置き、残りの 2 つのドアの後ろにヤギ (ハズレ) を置きました。司会者は言います。「まず、太郎君にドアを 1 つ選んでもらいます。続いて、私がボタンを押すとドアが自動で開きますが、太郎君に最後のチャンスを与えるために、すべてのドアを開けないことにします。」司会者は続けます。「まず、太郎君が選んだドアには鍵をかけて開かないようにします。さらに、新車のドアにも鍵をかけます。ただし、太郎君が新車のドアを選んでいた場合は、どちらか一方のヤギのドアに鍵をかけることにします。その後、私がボタンを押してドアが開いたあとに最後の選択をしてもらいます。そこで選んだドアのうしろにあるものが、太郎君のものになります。」太郎は A のドアを選んだので、A に鍵がかけられました。さらに、司会者は B のドアに鍵をかけました。その結果、司会者がボタンを押すと C のドアが開いてヤギが現れました。さて、ここで太郎が事情によりゲームを棄権したので、あなたが代わりにドアを選ぶことになりました。あなたはどのドアを選びますか。なお、太郎がゲームの結果を知ることとはしないものとします。

**実験 3: MH2 (オリジナル課題：箱版)** あなたは太郎とゲームをしています。太郎は、三つの箱のうちの一つに 500 円玉を入れて言いました。「一つ選んで、当たったら 500 円をあげる。最初に決めた後で、ハズレの箱の一つ開けるから、そのときに変えたかったら変えてもいいよ。」あなたは A の箱を選びました。その後、太郎は、B の箱の蓋を開けました。見ると、B の箱は空っぽでした。さて、あなたは最終的にどの箱を選びますか。太郎は 500 円玉の入った箱を覚えており、うっかり当たりの箱の蓋を開けることとはしないものとします。

**実験 3: CB (蓋つき箱課題)** 太郎と花子がゲームをしています。花子から少し離れて、太郎は三つの箱のうちの一つに 500 円玉を入れて言いました。「一つ選んで、当たったら 500 円をあげる。まずはそこから見て決めて。後で、もう 1 回チャンスをあげる。この二つの蓋で中身を隠して近くで見せるから、変えたかったら変えてもいいよ。」花子は A の箱を指差しました。太郎は、二つの蓋を、一つは花子を選んだ A の箱に、もう一つは C の箱に被せて、三つの箱を花子の近くに持って行きました。見ると、B の箱は空っぽでした。このとき、花子がお母さんに呼ばれてどこかへ行ってしまうました。代わりにあなたが箱を選んでください。あなたならどの箱を選びますか。太郎は、500 円玉の入った箱を覚えており、うっかり当たりの箱の中身を見せることとはしないものとします。

**実験 3: XS (X 症候群課題)** ある患者が、X 症候群という感染症にかかっていることが判明しました。X 症候群には、A 型、B 型、AB 型という 3 つの型があり、どの型もかかりやすさは変わりません。A 型と B 型は検査でほぼ 100% 確実に型を判定できますが、AB 型は検査で判定することができず、半々の確率で A 型または B 型と判定されます。X 症候群には型に応じた 3 つの治療薬があり、正しい治療薬を服用すると完治しますが、治療薬を間違えると効果がありません (副作用はありません)。治療薬は、一度に 1 つのものしか服用できません。患者の検査結果は A 型と出ました。さて、患者は A 型用か AB 型用か、どちらの治療薬を試すべきでしょうか。