

# 参照情報を与えた場合の人の意思決定方法

## Decision-making mechanism when given reference-information

川口 りほ<sup>†</sup>, 柳澤 大地<sup>†</sup>, 西成 活裕<sup>†</sup>  
Riho Kawaguchi, Daichi Yanagisawa, Katsuhiro Nishinari

<sup>†</sup> 東京大学

The University of Tokyo  
riho-k@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

### 概要

周囲の行動を予測する際、他人の選好に関する情報を得ようとする。集団の中で意思決定する場合、周囲の人の平均的な嗜好を表す情報を参考にすると考えられる。本研究では、このような曖昧で不確実な情報をもとに意思決定をする状況を再現するために新たなゲームを構築した。実際の参加者による実験を行い、その実験結果を合理的な意思決定モデルによる選択結果と比較することで、人の意思決定方法を分析し、好みの似通った集団の選択の特徴を明らかにした。

キーワード: 意思決定, ゲーム理論, マルチプレイヤーゲーム, 行動実験

### 1. 研究背景と目的

受験における志望校の選択, 恋愛におけるパートナーの選択, 運転時の経路の選択など日々の様々な意思決定の場面においては、自らの意思決定に周囲の人の行動が大きな影響を及ぼす。しかし、現実世界では、他人の選好や行動の情報が完全には与えられず、それらを予測しなければならない場合が多い。例えば、受験における偏差値の情報, 恋愛における人気に関する噂, 運転時における混雑情報など集団を相手にする場合、他の人の平均的な嗜好を表す情報を参考にすることが多い。本研究では、「全プレイヤーの選好順序の平均の情報を与えるゲーム」を構築し、集団の中で意思決定する場合に、参照情報がどのように影響を及ぼすかを明らかにすることを目標とする。

### 2. 方法

#### 2.1. ゲームの導入

「全プレイヤーの選好順序の平均の情報を与えるゲーム」として、One-sided Preference Game with Reference-Information (OSPG-R) というゲームを新しく構築した。OSPG-RではN人のプレイヤーがN個の選択対象の中から、各々ひとつ選択をする。

具体的には、5人の男性の実験参加者が5人の女性(写真で提示される)の中からデートに誘う相手を一人選ぶという状況を用いて説明する(図1)。ゲームの条件として、(1)各男性参加者には優先順位が与えられ、同じ女性が複数人の男性から選ばれた場合、優先順位が最も高い男性のみがデート可能となる。(2)各男性は女性に対して好み(選好順序)を持っているが、男性間でお互いの好みは共有していない。(3)ただし、男性全員の好みを平均した情報として女性の人気度の情報が与えられる。この情報は、全男性が知っている共有情報である。(3)の全体の好みの平均の情報の有無により参加者の意思決定は大きく変わり得る。

例えば、図1の男性wがどのような情報を用いて意思決定するか見てみよう。まず、wは男性陣の中では自分は2番目に優先順位が高いことがわかっている。そして、自分の一番の好みはAさんなのだが、自分よりも優先順位が高い男性もAさんを選んだ場合、勝ち目がないと推測し、その結果、より可能性が高そうなCさんを選ぶことがあり得る。

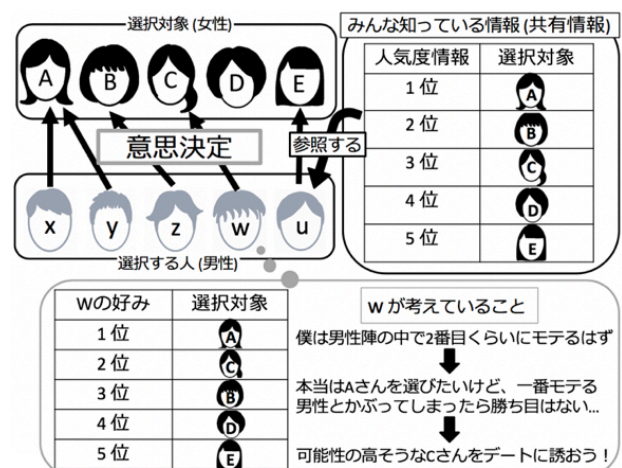


図1 ゲームの流れ

## 2.2. 実験

2.1. で述べた意思決定を探求するために、東京大学の男子学生 30 名を被験者として実験を行った。選択対象として、特徴のない箱の図、顔写真、車の写真の 3 種類を用意した。参加者には選択対象ごとに選好順序を提出させた。全参加者の選好順序を回収し、ボルダ得点 [1] が高い順に選択対象を並べたものを人気度とした。

好みの近さを、各参加者の選好順序を人気度の順序を隣接互換するために必要な最小数である Kemeny distance [2] とした。Kemeny distance が小さいことは好みに近いことを表す。本研究では、好みの近い集団を対象としているため、Kemeny distance が 2 以下になるように 30 名の参加者を 5 人 1 組のグループに分けた。

選択対象は、図 1 と同じように 5 つ (A, B, C, D, E) あり、参加者はその 5 つの選択対象の中から一つを選択する。参加者は、各々のグループごとに提示された人気度情報と試行ごとに与えられた優先順位をもとに自分にとって最適な選択をするように指示した。グループごとに参加者の選択結果を集計した。

## 2.3. 合理的な意思決定モデル

実験によって得られた参加者の意思決定方法を分析するために比較となる意思決定モデルを構築した。

以下の 2 つの仮定を満たす意思決定による選択方法 Rational decision making of players who blindly accept reference information (RDMAR) を考える。

仮定 1: プレイヤーは合理的である。

仮定 2: プレイヤーは他のプレイヤーの選好順序が人気度の順序と同じであると思込んでいる。

優先順位が  $i$  番目のプレイヤーが人気度  $j$  位の選択対象に対する選好順位を  $p_{ij}$  とし、効用関数を  $u_{ij} = n + 1 - p_{ij}$  と設定する。

上記の仮定より、RDMAR による選択は  $\operatorname{argmax} u_{ij}, j \in 1, 2, \dots, i - 1$  となる。このモデルは従来の効用最大化を目標とする合理的な意思決定モデルを基本にしているが、他の人の選好順序が人気度と同じであると思込んでいるという仮定を導入した。この仮定によって、選好が人気度と等しい

( $N - 1$ )人と対戦しているとみなすことができ、人間の認知能力の限界を加味した合理的な戦略を求めることができる。この意思決定モデルを使って選択シミュレーションを行った。

## 3. 結果

### 3.1. 実験結果と RDMAR による選択結果の比較

実験におけるすべてのグループの選択結果と RDMAR による選択結果を集計したものが図 2 である。図 2A と図 2B より、参加者が選択行動をした実験結果及び意思決定モデルが選択行動をしたシミュレーションの両方に共通して、一番人気の選択対象 (人気度が最も高い選択対象) が最も選択されるわけではないことがわかった。票が集中しそうな人気の高い対象を避けて、自分の能力 (与えられた優先順位) を踏まえた妥協した選択を行うことがこの現象の原因であると考えられる。

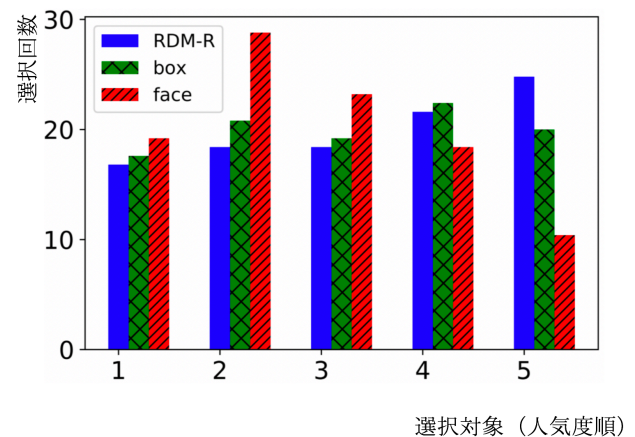


図 2A 選択対象が選択された回数 (青: 意思決定モデル RDMAR による選択シミュレーション結果, 緑: 選択対象が箱の場合の実験結果, 赤: 選択対象が顔写真の場合の実験結果)

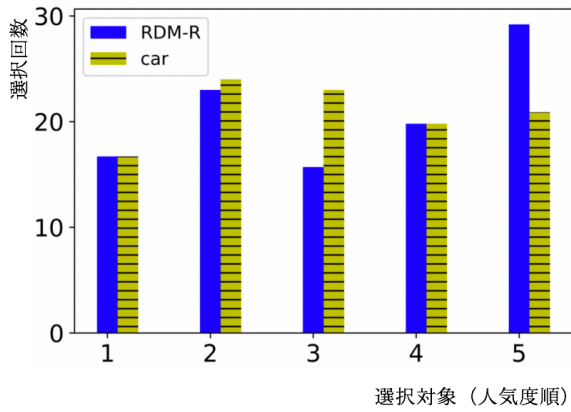


図2B 選択対象が選択された回数 (青: 意思決定モデル RDMAR による選択シミュレーション結果, 黄: 選択対象が箱の場合の実験結果)

### 3.2. 実験結果と RDMAR による選択結果の乖離の定義

図2からわかるように、参加者による実験結果は意思決定モデル RDMAR による選択結果から乖離している部分が存在する。ここでは、RDMAR からの乖離を定義することで、実験結果と RDMAR による選択結果の詳細な比較を行う。

以下のように、参加者の選択を3つの言葉で定義する。

- (1) RDMAR
- (2) Risk
- (3) Safe

(1) の RDMAR とは、参加者の選択が意思決定モデル RDMAR による選択と同じであることを表す。

(2) の Risk とは、参加者の選択が意思決定モデル RDMAR による選択よりも被験者にとって選好順序の高い選択であることを表す。

(3) の Safe とは、参加者の選択が意思決定モデル RDMAR による選択よりも被験者にとって選好順序の低い選択であることを表す。

図1の男性 w の例を用いて具体的に説明する。男性 w の選好順序は表1の通りだった。意思決定モデル RDMAR に男性 w の選好順序を与え、OSPG-R をプレイさせる選択シミュレーションを行ったところ、選択結果が C であった場合を考える。男性 w が 2.2. の実験に参加して、C を選択した場合、意思決定モデル RDMAR と同じ選択をしているので、男性 w の選択は、RDMAR

であったと言える。男性 w が A を選択した場合、意思決定モデル RDMAR が選択した C よりも、自分にとって選好順序が高い選択対象に挑戦しているため、男性 w の選択は、Risk であったと言える。

表1 男性 w の選好順序

選好順序	選択対象
1位	A
2位	C
3位	B
4位	D
5位	E

### 3.3. 実験結果と RDMAR による選択結果の乖離

図3は選択対象ごとに被験者が RDMAR、Risk、Safe の選択をする割合を表している。選択対象が箱と車の場合には80%以上の選択が RDMAR であるが、選択対象が女性の場合には RDMAR から大きく乖離して、Risk を取る割合が高い。これは、選択対象が顔の場合には選択対象間の効用の差が均等ではないこと、つまり、順位と効用が線形の関係ではないことに加え、選択対象の効用がマイナスとなるものを含む可能性があることが予想される。選択対象間の効用の差に一部開きがあることで、獲得できる可能性が高く、選好順序の低い選択対象を獲得するより、リスクをとってでも効用の高い選択対象を獲得しようとする心理が働き、リスクを取りやすくなると考えられる。

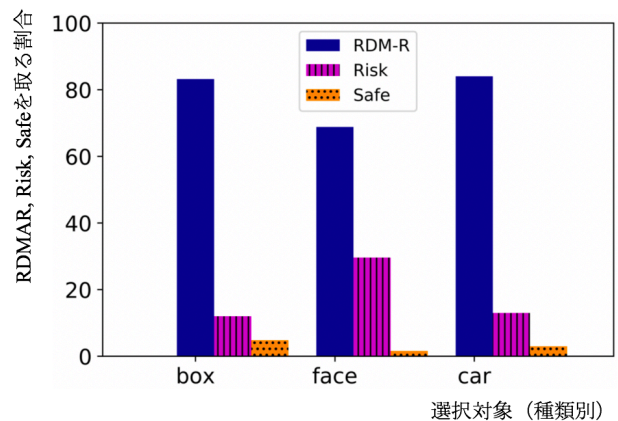


図3 選択対象に RDMAR, Risk, Safe を取る割合



図4は、優先順位ごとの参加者がRiskを取る割合を表している。図4はいずれの選択対象においても、優先順位の低い参加者ほどRiskを取りやすいことを示している。優先順位が高い被験者は、人気度情報に関係なくほとんどすべての選択対象を獲得でき、参加者は自身の効用最大化のみを考えればよかった一方、優先順位が低い場合は獲得できる選択対象が効用の低いものに限られてしまい、リスクを取りやすくなると考えられる。

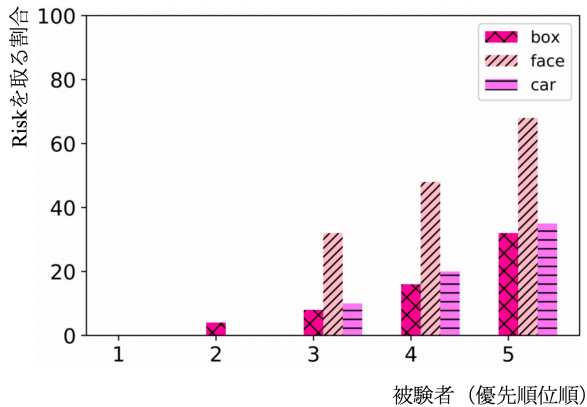


図4 優先順位ごとにRiskを取る割合

図5は、優先順位ごとの参加者がSafeを取る割合を表している。Safeの場合は図4と同じ傾向は見られない。

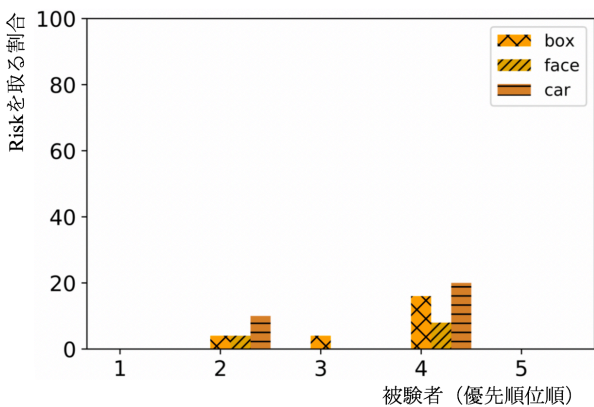


図5 優先順位ごとにSafeを取る割合

以上の結果をまとめると、参加者の優先順位が高い場合は参加者の選択結果は意思決定モデルによる選択結果と制度良く一致するが、優先順位が低くなればなるほど、意思決定モデルからの乖離が大きくなり、Riskを取りやすくなることがわかった。さらに、選択対象が箱や車の場合と比較すると、選択結果が顔の場合の

方が意思決定モデルの選択結果から乖離しやすく、Riskを取る参加者が増加することがわかった。

### 3.4. 獲得率と満足度

3.3節までは被験者の意思決定方法に注目したが、この節ではゲームの結果、つまり、参加者が獲得した選択対象に焦点を当てる。図6及び図7は、選択した選択対象を獲得できた参加者の割合（獲得率）を表している。図6からわかるように、意思決定モデルRDMARによる選択の場合は、参加者の優先順位が低い場合も高い獲得率が実現される。一方で、参加者が選択した実験結果を見ると、優先順位が低いほど、獲得率は大きく減少している。また、箱や車の場合と比べると、選択対象が顔の場合には優先順位が低いほど獲得率が著しく下がることが分かる。これは、顔の場合にはRiskを取るような選択が多いためであると考えられる。

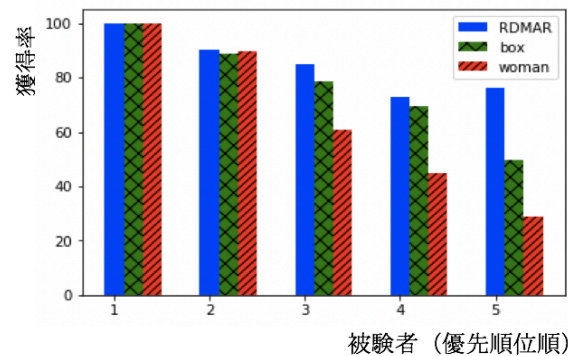


図6 優先順位ごとの獲得率 (青：意思決定モデルRDMARによる選択シミュレーション結果, 緑：選択対象が箱の場合の実験結果, 赤：選択対象が顔写真の場合の実験結果)

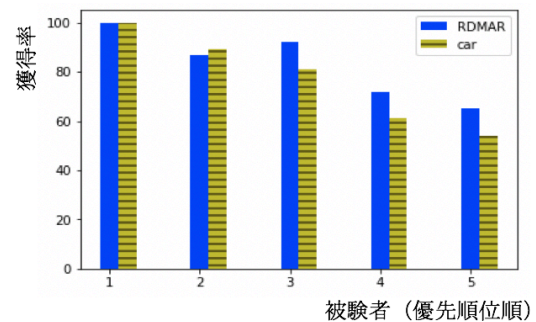


図7 優先順位ごとの獲得率 (青：意思決定モデルRDMARによる選択シミュレーション結果, 黄：選択対象が箱の場合の実験結果)

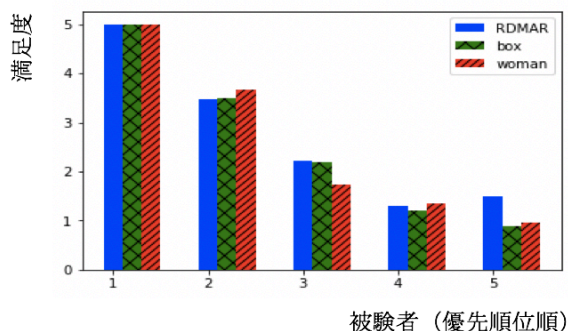


図8 優先順位ごとの満足度 (青：意思決定モデル RDMAR による選択シミュレーション結果, 緑：選択対象が箱の場合の実験結果, 赤：選択対象が顔写真の場合の実験結果)

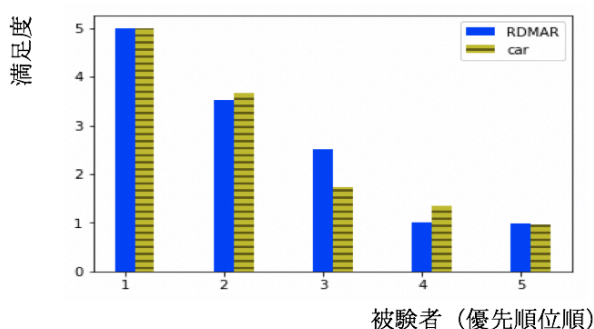


図9 優先順位ごとの満足度 (青：意思決定モデル RDMAR による選択シミュレーション結果, 黄：選択対象が箱の場合の実験結果)

図8及び図9は、選択した選択対象を獲得できた場合に得られる効用を参加者全員で平均したもの（満足度）を表している。効用については、2.3. の仮定2で仮定した効用関数を使用した。図8及び図9より、優先順位が低い場合も参加者による実験結果は、意思決定モデル RDMAR による選択結果から大きくは乖離しないことがわかる。特に、優先順位が4位と5位の場合に注目すると、RDMAR による選択結果と実験結果の乖離は、獲得率に比べ、満足度の方が小さいことがわかる。これは、優先順位が低い場合 Risk を取る頻度が増えることで、獲得できる可能性が低下する一方で、獲得に成功した場合は、選好順序が参加者にとって高いものであるため、効用を平均すると満足度が高くなるためであると考えられる。

## 4. 結論

本研究では、ある程度好みの傾向はあるものの個人によって好み異なる集団において、人気度という他の選択者の好みの傾向が既知の状況下で行われる意思決定過程を実験及び意思決定モデルの比較によって検討した。

このような集団において、最も人気である選択対象が最も多く選択されるわけではないことがわかった。最も魅力的な選択対象は競争率が高そうだからと諦めて、ある程度魅力的なものを選択しようとする予想される。

実験では選択対象として、特徴のない箱、好みが大きく関わる異性の顔、車を用いた。

対象が顔の場合は、実験結果と RDMAR の結果が大きく乖離した。これは、モデルは線形な効用関数を仮定している一方で、実験では参加者の選択対象間の効用の差が均等ではないことが原因であると考えられる。

また、優先順位が低い場合は Risk を取りやすいことがわかった。これは、優先順位が低いほど、獲得出来る対象が効用の低いものに限られてしまうため、獲得できる可能性が低くても効用が高い対象を選択するからであると考えられる。

ゲームの結果に注目すると、Risk を取るような選択をする場合である優先順位が低い場合及び選択対象が顔写真の場合は、獲得率は RDMAR の結果から大きく乖離して低下するが、満足度はあまり乖離しないとわかった。

## 付録

本研究は、JST 未来社会創造事業 JPMJMI17D4 の支援、及び JSPS 科研費 JP15K17583 の助成を受けたものです。

本研究の実験は、東京大学の研究倫理委員会によって承認されたものです。(審査番号 No. 17-158)

## 参考文献

- [1] de Borda J. C., (1781) "Mémoire sur les élections au scrutin."
- [2] Kemeny, J. G., & Snell, L. J., (1962) "Preference ranking: an axiomatic approach", *Mathematical models in the social sciences*, pp. 9-23.