

アレの背理における注目と注目の流れ

犬童 健良^a

要約

アレの背理は、期待効用理論では予測できない現実の人々のリスク選好の逆転を実験的に示す例題としてリスク下の選択の研究分野でよく知られる。これまで期待効用理論に代替する記述理論はさまざまなものが提案されたが、選択と認知との関連が必ずしも明確にされていなかった。本論文では、仮想的に選択したオプションと他方のオプションの可能な結果の対への注目値を追加的に質問した4つのギャンブル比較問題について実験を行い、選択結果を注目値と関連付けて解釈することを試みた。またこの実験データから注目差の含意関係を抽出し、集約的な注目の流れを可視化した。これにより個々の多様な注目に潜在する構造的な不変性が把握され、またその極性とリスク選択の傾向およびリスク選好の逆転との関連が明らかになった。

JEL 分類番号: D03, D81, C81

キーワード: リスク下の選択, アレの背理, 注目の流れ, 集約流

1. はじめに

アレの背理(Allais, 1953)は、リスク下の選択において期待効用理論の仮定に反する現実の人々の選択を示す例題として知られる(最近の追試として Huck and Müller (2012)がある)。これまでにさまざまな代替理論が提案されているが、いくつかの研究では認知的要因との関連が示唆されている。例えば結果の質的区分(損失か利益か)(Kahneman and Tversky, 1979)、結果の良し悪し(賞金のランク)(Quiggin, 1985)、比較される賞金の差(後悔や安堵)(Bell, 1982; Loomes and Sugden, 1982)、金額や確率の値の近さ(類似性)(Rubinstein, 1988)などが意思決定に影響する要因として考慮された。

しかしこれらの修正理論では、認知的要素を賞金や金額などの記述から推測しており、直接測定しているわけではない。そこで本論文ではアレの背理の類題を追試する実験を行い、可能な結果同士を対応させたペアについて、仮想的選択によって条件付けられた注目値を質問した。またこの実験データに基づいて、リスクのある選択を認知的要因と関連付けて解釈することを試みる。

^a所属先 関東学園大学経済学部経営学科 メールアドレス kindo@kanto-gakuen.ac.jp

具体的には4つのギャンブル比較問題 Q1～Q4(第2節および表1を参照)について実験を行い、仮想的に選択したオプションと他方のオプションの可能な結果の対(以下「セル」と呼ぶ)への注目値を追加的に質問した(第3節参照)。また、実験データに基づき、注目の流れ、つまりセル間の注目値の差のペアを調べて、全データ(あるいは殆どのデータ)が満たす含意関係を抽出する(第4節参照)。これによって集約的な注目の流れが可視化され、個々の多様な注目流に潜在する構造的な不変性が把握されたことになると考えられる。また集約的な流れと比べた個々の注目の流れが、リスク選択やリスク選好の逆転とどのように関連しているのかを調べる。

本論文の以降の部分では、第2節で実験の計画を記述し、その狙いを説明する。第3節で(共通結果効果の場合を含めた)実験データの概要と主な結果について述べる。第4節では注目の流れの集約的なパターンを示し、リスク選択の傾向およびリスク選好の逆転との関連を調べる。

2. 実験計画と狙い

後悔や安堵を考慮したリスク選択の説明の方法をアレの背理に応用したのは Bell や Loomes と Sugden の後悔理論がおそらく最初と思われる。彼らのアプローチは、比較されるギャンブルの同時事象に着目した評価枠組みを採用している。この点で von Neumann らの期待効用理論や Kahneman と Tversky のプロスペクト理論と異なる(プロスペクト理論では編集局面で仮想的な同時比較を考えるが、評価局面以降では価値関数と確率加重関数を用いて個別に評価される)。本論文では後悔理論にアイデアを借りつつ、以下のように若干修正して用いる。

本論文では、一つの「セル」を次のように定義する。2つのギャンブル(オプション)を比較して、いずれか一方を選んだとして、選ばなかった方のオプションとの可能な結果の対を仮想的に考えたものをセルと呼ぶ。つまりセルは2つのギャンブルの同時分布の事象を、仮想的な選択の立場で条件づけしたものである。例えば、セル $C(x, y; X)$ はオプション X を仮想的に選択したとき、 X の結果が x 円で他方の Y の結果が y 円である場合を表す。以下では煩雑さを避けて、各選択問題で各セルに番号を振り、 $C1, C2, \dots$ のように表すことにする。

実験では表1に掲載した4問のギャンブル比較に続いて、各セルへの注目の強さを5段階で評価してもらい質問をする。例えば、以下に示す実験の設問 Q1 では4つのセルが想定される。

--- 実験に用いた設問の抜粋 (Q1) ---

Q1. 次の2つのオプションを比較してください。

A. 確率80%で400万円当たるくじ B. 確実に300万円もらえる

Q1-1. あなたの選択(丸でかこむ): Aがいい Bがいい どちらでもいい

Q1-2. 仮にあなたが上の選択問題で一方を選んだとします。選ばなかった方のオプションを別の人がとって同時に結果が分かったとして、以下のケースの重要性をそれぞれ5段階で評価してください。

1:大変気にかかる 2:やや気にかかる 3:どちらともいえない 4:あまり気にしない 5:ほとんど気にしない

- ケース 1. 仮にあなたが A を選んで 400 万円当たって、B を選んだ人は 300 万円もらう。
- ケース 2. 仮にあなたが A を選んで 0 円となるが、B を選んだ人が 300 万円もらう。
- ケース 3. 仮にあなたが B を選んで 300 万円もらい、A を選んだ人が 400 万円当たる。
- ケース 4. 仮にあなたが B を選んで 300 万円もらい、A を選んだ人が 0 円となる。

標準的なリスク下の選択の理論では、次の3つの条件が前提になる。①比較されるオプションは金額の確率分布である。②各オプションは確率的に独立な事象である。③意思決定者は自分の選択にコミットする。すなわち自分が選ばなかった方の案がどのような結果になろうとも、選んだ方の案の評価に影響しない。とくに②や③の覆る状況は、統計科学との境界で議論されてきたが、とくに③が覆される状況(反事実的条件命題)のデータは実証的応用では得られないことが多い。

実験の作業仮説としては、利得差が大きい事象ほど注目が強い、つまり注目値が低い(これを基本仮説1とする)、安全なオプション(確実性)を選択したグループは、リスクのあるオプションを選択したグループの方よりも平均的注意が強い(基本仮説2とする)と考える。またプロスペクト理論における非対称性のアナロジーとして、負の差の方が正の差よりも強く意識されると予想される(基本仮説3とする)。また個人ごとの注目データにおける最小値になるセルは、個人の注目の焦点と呼ぶことができるだろう。

また本論文では同一参加者や選択によって分割されたグループ内の認知的枠組みの不変性を捉えるため被験者内計画を採用し、同一参加者の対応のあるデータを得る。被験者間計画の下では不変性が得られにくく、また不適切な結論を導くおそれがある。一例として、この後の節で平均的注目の背理を指摘する。また一般的に、記述的理論がより強い説得力を持つためには、同一個人のリスク選好についての何らかの不変性を、データから客観的に抽出する必要があると筆者は考える。例えばプロスペクト理論では上記の4つの比較における典型的な選好逆転を説明するための確率加重関数の形状が一定しない。これに対し、本論文の提案する手法では不変性を注目流の含意関係として抽出し、リスク選好との関連を客観的に論じることができる(第4節参照)。

3. 実験データの要約

実験は昨年 2012 年 12 月と 2013 年 7 月に、某私立大学の学生(某科目の受講生)を対象として、ウェブ上の配布資料と入力フォームを用いて実施された(問題文の URL: <http://goo.gl/26YCBo>, 回答フォームの URL: <http://goo.gl/w8FReG>)。回答データ数は 96 件で、3つに区分される。2012 年の回答者 13 名、2013 年の新規回答者のみ 39 名、残りは 2013 年で重複回答者を含む 44 件(新規回答者は 28 名以下と推定)。参加者を区別できるデータ 52 件については、実験者のインストラクションの下で実施したが、重複回答を含むデータについては別の課題の空き時間や授業時間外の回答を許した。基本的に無記名回答だが、試験の得点を 5~10 点追加する誘因を与え、任意で記名させた。

表1 各設問の選択肢 単位:百万円 (カッコ内は確率)

choice	Q1	Q2	Q3	Q4
risky-option	A 400 (.80) 0 (.20)	C 400 (.20) 0 (.80)	E 500 (.10) 100 (.89) 0 (.01)	G 500 (.10) 0 (.90)
safe-option	B 300 (1)	D 300 (.25) 0 (.75)	F 100 (1)	H 100 (.11) 0 (.89)

表2. 選択結果 全データ

Question	Q1	Q2	Q3	Q4
risky-option	25	36	45	58
safety-option	71	43	45	30
tie	0	17	6	8
total	96	96	96	96
Ratio(%)				
risky-option	26%	38%	47%	60%
safety-option	74%	45%	47%	31%
tie	0%	18%	6%	8%
Total	100%	100%	100%	100%

表3a. Q1とQ2のクロス集計(データ3を除く)

Q2				
Q1	C	D	tie	total
A	5	6	1	12
B	15	16	9	40
tie	0	0	0	0
total	20	22	10	52

表3c. Q3とQ4のクロス集計(データ3を除く)

Q4				
Q3	G	H	tie	total
E	21	2	0	23
F	15	10	2	27
tie	0	0	2	2
total	36	12	4	52

表3b. Q1とQ2のクロス集計(全データ)

Q2				
Q1	C	D	tie	total
A	11	12	2	25
B	25	31	15	71
tie	0	0	0	0
total	36	43	17	96

表3d. Q3とQ4のクロス集計(全データ)

Q4				
Q3	G	H	tie	total
E	35	9	1	45
F	22	21	2	45
tie	1	0	5	6
total	58	30	8	96



各問の最下行は平均注目値の差であり、負の値はリスクオプション選択者の方がより注意深い傾向があることを示す。

図1 注目値のデータ。Q1~Q4における各セルの注目値を重複のあるデータ3を除いて集計し、全体および選択でグループ化した平均値を示した。回答値が低いほど強い注目を表している。

表 1 に各問において選択可能なオプションの種類, 可能な結果, およびその確率を記述した. 選択結果についての実験データは表 2 と表 3 にまとめた. 表 2 は Q1~Q4 の各問におけるこれらの選択の件数と比率を示している. Q1 では全体の約 3/4 が確実なオプションを選び, 無差別はいない.

表 3 に注目値のデータを示す. Q1 では C2, 次いで C3, Q3 では C3, 次いで C4, Q2 と Q4 では C2, C7, C3 の順に注目が強い(詳細は省くが差の統計的検定では例えば Q1 の C2 は他の 3 セルとの間に有意差が認められる). これらは個人の焦点に倣って, 平均で見た注目の焦点と呼べるだろう. つまり傾向として差が負の場合(リグレット)と差が正の場合(リジョイス)とでは負の場合がより強い注目になっていて, 基本仮説3が支持される. また差がゼロであるセル間では注目差も有意ではない. よって基本仮説1が支持される.

ところが基本仮説2については, 一見すると覆されていて, とくに Q1 において顕著である(データ3を合併すると C2 以外でこの傾向はさらに強まる). 個人内の相対的な注目の強さを考えることによってこのパズルは解消する. つまり Q1 において, リスク選択者は安全選択者と比べると平均的に注目が強く, その点では意外性が保持されるが, 一方, C2 についてはリスク選択者において他の3セルと比べた注目の強まり方が若干弱く, そのため相対的にリグレットに対して鈍感になる. 言い換えれば, 安全オプション選択者は, 相対的に C2 の注目差が深くなるのがリスク回避(および選好逆転)の要因となっている可能性がある. これについては次節の注目流の分析によってより明確に捉えられる.

4. 注目の流れを集約する

本節では2つのセルの間の注目値の差をとることによって, 注目の流れを考える. つまり注目値の大きい方から小さい方に注目が流れると考える. 注目の焦点には他のセルからの流れが入ってくる. 集約された注目流(集約流と略す)とは, すべての回答者が矛盾しない注目差の含意関係の集合である. ただし全会一致が少ない場合は, k 人までの違反を許すように緩和する.

定義. 2組のセル番号の対 (X, Y) , (Z, W) を選び, 各セルの注目値を $v(\cdot)$ と書く. k -集約流は違反するデータが k 件以下である含意関係 $v(X) > v(Y) \Rightarrow v(Z) \leq v(W)$ の集まりである. 集約流は, $k=0$ の場合, 準集約流は $k=1$ の場合である. また $v(X) > v(Y) \& v(Z) > v(W)$ となるデータがちょうど k 個あるセルの4つ組 (X, Y, Z, W) を, k -矛盾対と呼び, 便宜的に $XY.ZW$ と略す.

命題. k -矛盾対は k -集約流と $(k-1)$ -集約流の差分と同値である. (証明は省く)

実際にプログラムを(Prolog 言語を用いて)作成し, 96 件の全実験データに対して k を 5 以下の自然数として準集約流を抽出すると, Q1 以外は全セルを連結する集約流が得られた. Q1 については 0-矛盾対は 14.21 のみであり, 1-矛盾対は 13.21, 23.34, 24.41 である. 例えば, $13 \Rightarrow 21 \Rightarrow 41 \Rightarrow 42$ と, その反転 $24 \Rightarrow 14 \Rightarrow 12 \Rightarrow 31$ のように伝搬される. さらに $k=2$ で全セル間の向きが定まる. ちなみに, k -集約流が「流れ」とみなせるのは, 等号なしで含意が続く限り, k 個を超える数の逆流が阻止されるためである.

最後に注目流とリスク選択との間に見出される関係について要約する(ただしデータ3は除く).

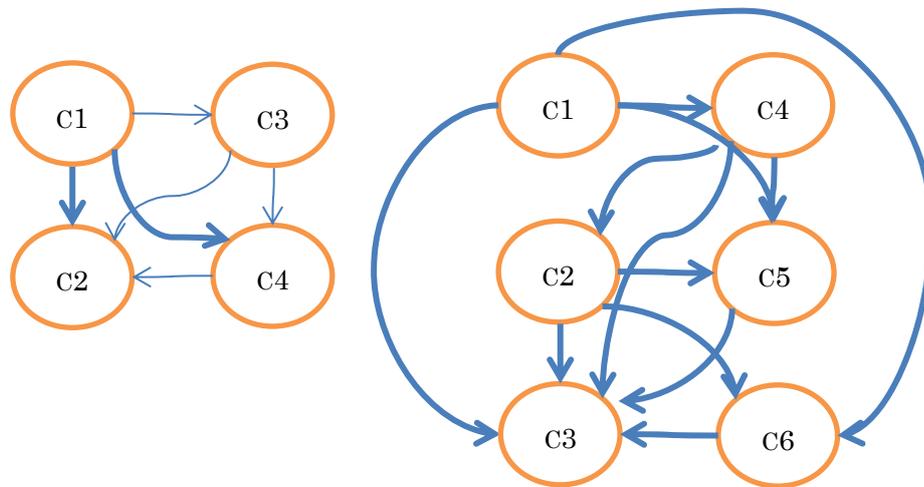


図2 集約された注目流:注目値データ96件の注目差の含意関係をつなぐと, Q1の2-集約流(図左側), Q3の0-集約流(図右側)が得られる. 連結した集約流は全体として極性を持ち, 図の向きまたはその逆の向きである.

Q1はB選択が多く, 図2左側のようにC2に流れ込む注目パターンがやや多い. Q2はQ1との組合せでBCのとき, C1~C3の部分とC4からC2への流れが図2左側と類似する. この傾向はBDのとき不明瞭になる(C4からC2へは共通する). Q3は, 図2右のようなC1からの流出傾向が, Q4でGのときに明確であり, Hの場合はむしろC1へ流入する. Q4側から見ると, Q3でGのとき図2左に似て, C4からC2への流出がより明確でC1とC4の間は消えるが, HのときはC4とC2の間の流れが止まり, C4からC1へ流入する. 尚, 両方共選択者がいるケースは, Q1を除き, 注目値が全て3又は5で目が揃う.

参考文献

- Allais, M. 1953. Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'école Américaine, *Econometrica*, 21, 503 - 546.
- Bell, D. E. 1982. Regret in decision making under uncertainty. *Operations Research*, 30 (5), 961-981.
- Huck, S., and Müller, W. 2012. Allais for all: Revisiting the paradox in a large representative sample. *Journal of Risk and Uncertainty*, 44(3), 261-293.
- Kahneman, D., and Tversky, A. 1979. Prospect theory: an analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47, 263-291.
- Loomes, G., and Sugden, R. 1982. Regret theory: An alternative theory of rational choice under uncertainty, *The Economic Journal*, 92 (368), 805-824.
- Quiggin, J. 1985. Subjective utility, anticipated utility, and the Allais paradox. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 35(1), 94-101.
- Rubinstein, A. 1988. Similarity and decision-making under risk (Is there a utility theory resolution to the Allais paradox?). *Journal of Economic Theory*, 46(1), 145-153.