

選択肢の数がマカクザルの価値判断行動に与える影響

齋藤滯奈^a 朶舟茂^b 松本正幸^c 山田洋^d

要約

ヒトは選択肢が持つ要素を複合的に判断して価値を評価する。古典的なミクロ経済学からは、効用を最大化する最適な選択を行うと考えられるが、実際には、選択肢の数が増えると最適な選択を行わない事が増えることが知られている。しかしながら、どのような脳の仕組みによって選択肢数が選択行動に影響するかは不明である。ヒト価値判断の特徴を備えた動物モデルを確立するために、マカクザルに液体報酬を得るギャンブル課題を行わせることで、選択肢の数と最適な選択との関係を調べた。その結果、2つの選択肢から一つを選ぶ際には、提示された報酬量とその報酬が得られる確率を表す刺激から求まる期待値に従って、サルは期待値の高い選択肢を頻繁に選んだ。一方、選択肢が3つ以上ある際には、期待値の高い選択肢を選ばないことが増えた。今後、価値判断を実施中のサルの神経細胞活動を測定することで、脳の仕組みを明らかとすることが期待される。

JEL 分類番号 : D81, D87

キーワード : 価値判断, 選択肢過多効果

a 筑波大学大学院 人間総合科学学術院 ニューロサイエンス学位プログラム

s2321367@u.tsukuba.ac.jp

b 筑波大学大学院 グローバル教育院 ヒューマニクス学位プログラム

s2030542@u.tsukuba.ac.jp

c 筑波大学 医学医療系 生命医科学域 mmatsumoto@md.tsukuba.ac.jp

d 筑波大学 医学医療系 生命医科学域 h-yamada@md.tsukuba.ac.jp

1. イントロダクション

人は選択を行う際に、選択肢を比較し、それぞれの商品が持つ様々な要素を複合的に判断して選択肢の価値を評価する。例えば、人が電化製品を購入する場合には、品質や価格、耐久性などの商品の好ましさに関わる要素を検討し、一つの商品を選ぶ。古典的なマイクロ経済学では、人は自分にとって価値が高い選択肢を選ぶことで、効用が最大になるように行動すると考えられている (Valian, 2005 佐藤訳 2007)。しかし実際には、選択肢の数が増えると迷いが生じて、自分にとって一番好ましいはずの選択ができなくなる心理学的な効果があることがいくつか知られている。例えば、無難な中間の価格帯の商品を買う妥協効果が挙げられる(都築・松井・菊池, 2012)。他にも、おとり効果として知られる心理学的な効果では、他の選択肢よりも少しだけ魅力の乏しい選択肢を加えると、それよりも少し良い選択肢が選ばれやすくなることが知られている。この効果は人間の他にも多くの動物で観察されている (Dumbalska, 2020)。従って、多くの選択肢の中から一つを選ぶ価値判断を行う際には、人を含む様々な動物種に共通する脳の仕組みが存在する可能性が考えられる。

そこで本研究では、ヒトにもっとも近い侵襲可能な実験動物のマカクザルを用いて、複数の選択肢の中から一つを選ぶ選択課題を行わせる。このことにより、選択肢の数が増えると価値に基づく選択行動が最適に行われない理由を行動学的に検証する。このサルを対象とした行動の検証が成功すれば、将来、複数の選択肢から一つを選ぶ価値判断を行うサルの脳を調べる事で、この価値判断を生み出す脳の仕組みの解明に繋がる。

2. 方法

実験では、サルをコンピューター画面の前に座らせた後に、液体報酬を得るためのギャンブル課題を行うように訓練した。ギャンブル課題では、報酬の量と確率をパイの数で示した図形を用意し、画面上に提示する図形の数を変える事で選択肢の数が変化する選択課題を行わせた。

2.1. 被験体

被験体には2匹のマカクザルを用いた。実験では、報酬として液体報酬を用いたため、実験遂行期間中は給水量の調節を行った。この実験は実験倫理申請書を提出し、筑波大学動物実験委員会の倫理審査の承認を受けて実験計画書及び動物実験倫理を遵守して実行した。

2.2. ギャンブル課題

サルは次の行動課題を行った(図1)。サルの眼前に設置されたモニターの中央に注視点を提示し、約1秒以上サルがその点を注視すると、くじとして報酬の量と確率を意味するパイ

チャートが提示された(図1 A). その際, くじの個数とその表示する位置座標は決められた箇所からランダムに選んで表示された(図1 B). パイチャートは上半分が液体報酬の量(緑色), 下半分がその報酬が得られる確率(青色)を表し, それぞれパイの数が増えるほど量と確率が増える(図2). 実験ではアイトラッキング装置を用いてサル視線を計測した. パイチャートが現れた直後にそれぞれのチャートの外側に白い点を提示し, サルはその点を注視することで提示された選択肢のうち一つを選んだ. 各実験日においては, サルが選択をやめるまでギャンブル課題を続けた.

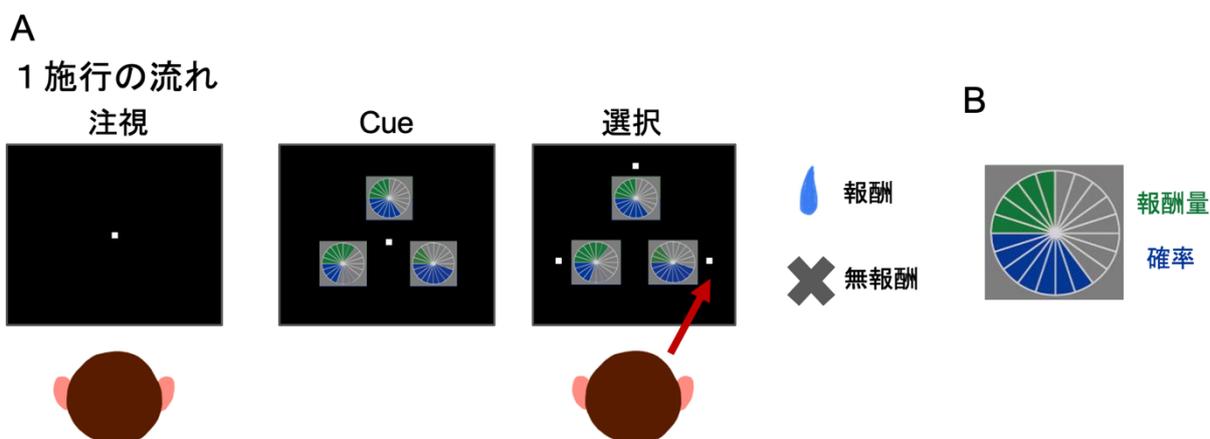


図1 A 選択肢が二つの場合のギャンブル課題の流れ. B くじ (パイチャート). パイの数は1個から10個まで変化し, 緑色は報酬量 (0.1ml-1.0ml, 10段階), 青色はその確率 (10%-100%, 10段階) を意味する.

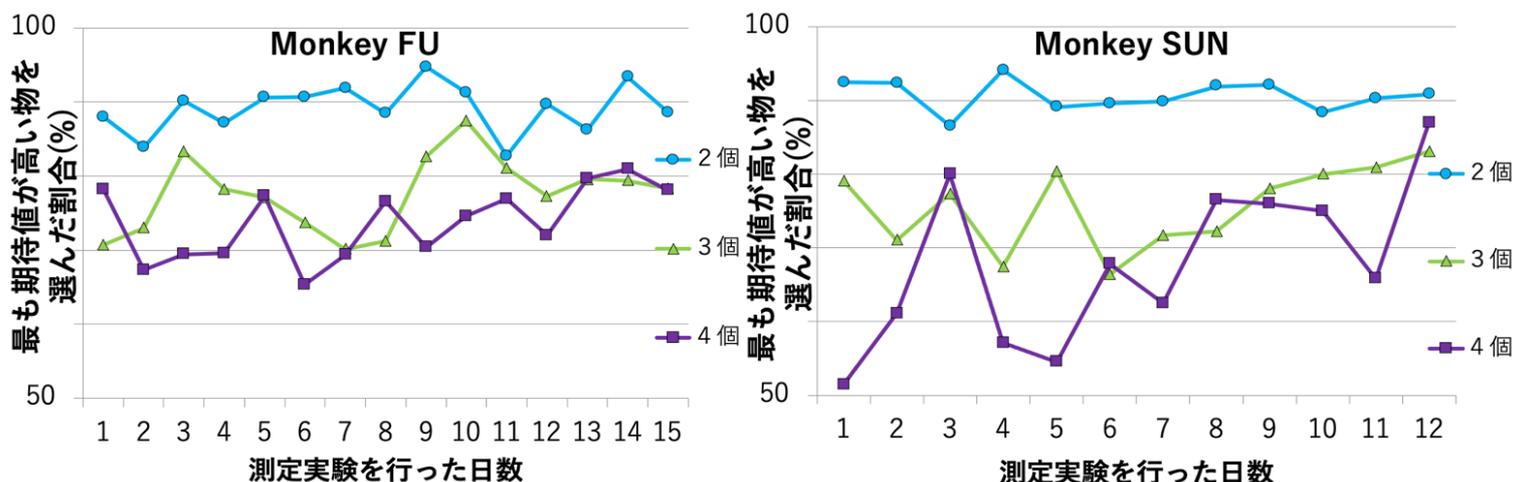
2.3. 選択行動の記録と解析

実験では, 選択課題の各試行ごとに, パイチャートの報酬量と確率, それらの刺激を提示した位置, サルの選択行動の結果をデータに保存した. これらのデータを解析することで, サルがどの選択肢を選んだのかを定量的に評価した. 特に, それぞれの選択肢の期待値と提示されたくじの個数に応じて, サルが選択をどのように変えたかを解析した.

3. 結果

まず初めに, ヒトで観察されるような選択肢の数が増えると最も期待値の高い選択肢を選ばないことが増えるかどうかを, 2頭のサルそれぞれで検証した. この検証にあたって, 行動データを測定した日毎にデータを分けることで, 記録期間中にサルがどの程度安定した選択行動を行ったかを確認した. 図2では, 選択肢が2個・3個・4個の条件において, 期

期待値が一番高い選択肢を選んだ割合を実験日ごとに表している。それぞれの選択肢数の条件で、選択の割合が測定日毎に変化するかどうかを見てみると、どの条件でも日によって多少の増減はあるが、選択肢の数が増えるに従って期待値が一番高い選択肢を選んだ割合が



下がるのが概ね観察された。

図2 測定日で分けた、選択肢の数と最も高い期待値を選択した最適選択の割合

2匹のサルともに、どの測定日であっても、期待値が一番高い選択肢を選んだ割合は選択肢の数が2個の場合に最も高かった。しかし、選択肢の数が3個と4個の条件での割合を比べると、日によって上下の変動を繰り返した。個体間で結果を比べると、フウ(FU)はどの選択肢数においても日によって期待値が最も高い選択肢を選んだ割合が上下していた。サン(SUN)はフウと比べて選択肢が2個の条件での選択率は計測日が変わっても安定していたが4個の条件での選択率の上下が大きかった。これらの観察から、選択肢の数の違いが、最も期待値が高い選択肢を選んだ割合に影響を与えることがわかった。

ここまでの解析ではデータを日毎に集計して扱っていたが、以降の解析ではすべての日のデータを集め、表示した選択肢の数ごとに解析を行った。まず、図2で観察された3個目の選択肢の有無が価値の差に応じた選択に与える影響を知るため、選択肢が3個の条件の結果を解析した。その結果、期待値が2番目のものを選ぶ割合は約16%であった。期待値が最も低い選択肢を選んだ割合は約8%であった。更に、各選択肢の期待値がどのように選択に影響を与えたかを知るために、期待値が1番目と2番目に大きい選択肢を選択した割合を、その期待値の差に応じて解析を行った(図3)。まず、前述した通り、選択肢が2個の条件と3個の条件を比べると、選択肢が3個の時は2個の時よりも、期待値が最も高い選択肢を選ぶ割合が下がっていた。また、選択肢の数がどちらの場合にも、最も期待値が高い選択肢を選ぶ割合が、期待値の差が大きくなるに従って増えた。これより、選択肢が3個に増えることで、本来選ぶべき期待値が最も高い選択肢の選択率が下がり、2番目に期待値

が高い選択肢の選択率が上がったことがわかった。

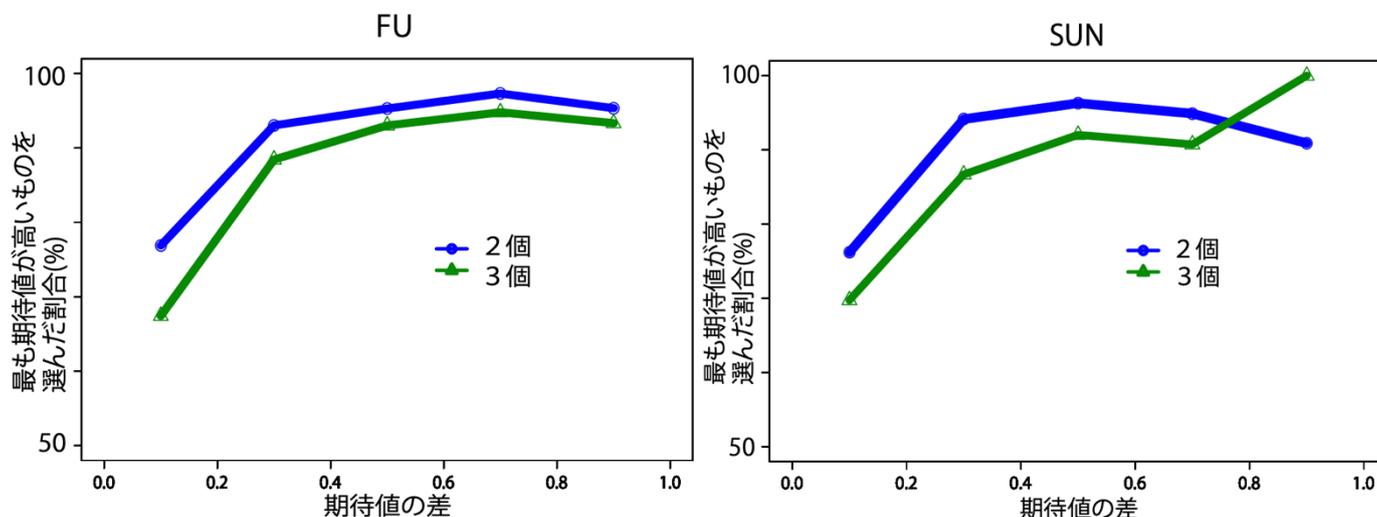


図3 選択肢が2個の条件と3個の条件の際に観察された、期待値が最も高い選択肢を選んだ割合。横軸は、期待値が1番目と2番目に高い選択肢の期待値の差を表す。

4.考察

この研究から、以下のことがわかった。第一に、選択肢が増えると、期待値が最も高い選択肢を選ぶ割合が下がった。第二に、選択肢が2個の条件で、期待値の差が大きい時、期待値が高い方の選択肢を選んだが、期待値の差が小さくなるとその割合が下がった。第三に、選択肢が3個の条件においても、2個の条件と同じように期待値の差に応じて期待値が高い選択肢を選んだが、最も期待値が高い選択肢を選ぶ割合が下がった。従って、このサルを用いた行動測定実験から、サルがそれぞれの選択肢の期待値を計算し、期待値と提示されたくじの個数に応じて、最適な選択が十分に行えなくなることがわかった。

選択肢の数の増加が価値判断に与える影響として以下のことが考えられる。選択肢が2個から3個に増えると、期待値が高い選択肢を選ぶ割合が下がった(図2)。これについて考察すると、選択肢が2個から3個に増えると、それぞれの選択肢の期待値を見比べる力が下がっていた可能性がある。実験中のサルの行動を観察から、次に上げるいくつかの理由が考えられる。まず第一に、提示する選択肢の数が3個や4個に増えた時、パイチャートをしっかり見比べることもあったが、そうではないこともあった。具体的には、パイチャートが提示されてすぐに、複数の刺激を見比べることなくひとつを選ぶことが時々観察された。期待値が最も高い選択肢を選ぶ最適な選択を行うこともあったが、2番目に期待値が高い選択を行うこともあった。また、全てのパイチャートを見比べた場合であっても、期待値が高い選択肢を選ばないこともあった。また、ごく稀ではあるが、複数のパイチャートが提

示されてすぐに、特定の方向に極めて素早く視線を動かして選択を行うことがあった。

これらの観察から、他の選択肢の期待値やその空間的な位置などの複数の要素が、最適でない選択行動を生み出したと考えられる。今後、これらの定量的に解析していない要素や動物の選択にかかる時間を解析することで、ヒト価値判断行動の動物モデルを確立できると考えられる。将来、この動物を用いて脳の活動を記録することで、最適な行動が行いにくくなる脳の仕組みを明らかとすることが期待される。

引用文献

Dumbalska, T. V. Li, K. Tsetsos, and C. Summerfield, 2020. A map of decoy influence in human multialternative choice. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117.40, 25169-25178.

Louie, K., M. W. Khaw, and P. W. Glimcher, 2013. Normalization is a general neural mechanism for context-dependent decision making. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110.15, 6139-6144.

都築誉史, 松井博史, 菊池学, 2012. 多属性意思決定における類似性効果, 魅力効果, 妥協効果に関する多測度分析. *心理学研究* 83. 5, 398-408.

Varian, H. 2005. *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach*. W W Norton & Co Inc (佐藤隆三(訳) 2007. ハルヴァリアン 入門ミクロ経済学 第7版. 勁草書房.)