

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：82401

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K20652

研究課題名（和文）心的イメージを操作する能力の進化過程 物理的因果理解の比較認知科学的検討

研究課題名（英文）Evolutionary processes of the ability to manipulate mental representations: a comparative cognitive study of physical causal understanding

研究代表者

永野 茜（Nagano, Akane）

国立研究開発法人理化学研究所・脳神経科学研究センター・訪問研究員

研究者番号：50823019

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究から、新世界ザルの1種であるコモンスザルは、齧歯類ラットとは異なり、道具使用場面において餌の背後に何も無いように見える選択肢を多く選択する傾向があるということが示された。本研究結果について、2022年に日本動物心理学会第82回大会にて発表した。リスザルを対象とした本研究の基となった、ラットの心的表象操作の研究結果について、合計4本の論文としてまとめ、発表した。更に、非ヒト動物の道具使用についてのレビューを行い、ラットの道具使用行動に関する研究代表者による研究をまとめた上で、国際的な比較心理学についてのハンドブックのうちの1章を執筆した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

リスザルを対象に道具使用行動について検証した研究は国内外でも稀であり、齧歯類と同様の課題を用いて齧歯類との直接的な比較を行ったのは本研究が初となる。今後は、他の霊長類や鳥類などといったより広範な種に対して同様の課題を実施することで、心的表象操作のより緻密な進化過程が解明されることが期待される。更に、本研究のような、動物の基本的な認知能力を検証する研究は、ヒトとヒト以外の動物が共生する社会の構築に貢献し得るといふ波及効果も期待される。

研究成果の概要（英文）：The present study showed that common squirrel monkeys, one species of New World monkey, unlike rodent rats, tend to select more options that appear to have nothing behind the food in a tool-use task. This finding was presented at the 82nd Annual Meeting of The Japanese Society for Animal Psychology. The results of studies on the manipulation of mental representations in rats were reported in a total of four papers. In addition, I reviewed tool use in nonhuman animals, and summarized my studies on tool use behavior in rats, and wrote a chapter in an international handbook on comparative psychology.

研究分野：比較認知科学

キーワード：心的表象操作 道具使用 霊長類 齧歯類 進化 物理的因果理解

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

ヒトは、目の前にある物体を実際に手で触れることなく、その物体をイメージ(表象)し、その物体のイメージを心的に操作することで、実際にその物体を動かした後の位置や状態などを予測することができる。この心的表象操作と呼ばれる高度な能力によって新奇な場面でも効率的な目標達成が可能となる。例えば、熊手で枯れ葉を集めることが求められる場面で、その経験がなくても、“熊手を、葉の手前ではなく背後に移動させてから手前に引き寄せることで、熊手の先が葉に接触し、葉に対して熊手の運動方向と同方向の力が加わることによって、葉が自分の方へ接近する”ということを理解する能力を有する。ヒトは、“熊手が葉の背後にある状態での熊手の引き寄せ”という事象の後に“葉の接近”という事象が生じるというような、複数の事象の順序性を理解すること(単純な連合学習)に加えて、心的表象操作によりこれらの事象間の物理的因果関係を理解することができる。

ヒトの高度な心的表象操作能力は、どのような進化を経てきたのであろうか。心的表象操作能力の進化過程を解明するために、これまで、複数の動物種を対象に様々な道具使用課題を実施し、各動物種の心的表象操作能力を比較検討する試みがなされてきた(van Schaik et al., 1999)。心的表象操作に関する従来の研究ではそれぞれ異なる課題が用いられており、個々の動物種がその能力を有するか否かということについての離散的な検討に留まっている。つまり、従来の研究では表象操作の発生過程を検討するには至っていない。

2. 研究の目的

物理的因果理解の発生過程を、広範な種比較により実証的に検討することを通して、心的表象操作と呼ばれる課題解決方略のメカニズムを明らかにすることを目的とした。そのため、研究代表者が過去に齧歯類・ラットを対象に行った道具使用課題(Nagano & Aoyama, 2017, *Animal Cognition*) (図1)を改変した上で、新世界ザルの1種であるコモンリスザルを対象に実施した。

3. 研究の方法

コモンリスザル(*Saimiri sciureus*) 5個体を対象に道具使用課題を実施した。道具使用課題は、手の届かない位置にある餌を、道具を用いて獲得させる課題である。これにより、リスザルは、道具の形状が訓練とテストで異なる場面や、道具の機能と見た目には矛盾がある場面で、道具を引き寄せることと餌の接近の物理的因果関係が理解できるか否かを検討した。

まず、引き寄せるだけで餌を獲得できる正解フック型道具と、引き寄せても餌がフックの外側にあるために餌を獲得できない不正解フック型道具のうち、正解フックを選択できるようになるまで訓練を行った(図2)。その後、4つのテストを1日間ずつ実施した(図3)。このテストで用いた道具は、前の訓練で用いた道具と色や形状、材質が異なっていた。テスト1とテスト2では、引き寄せるだけで餌が獲得できる熊手(機能的熊手)と、熊手の板と水平面間に隙間があるために、熊手を引き寄せても餌が熊手の板を通り抜けてしまい、餌を獲得できない熊手(非機能的熊手)のうち一方を選択させた。テスト3では、餌を獲得できそうに見えるが、熊手の板の下方部は軟らかい糸でできているため、実際には引き寄せても餌を獲得できない熊手(非機能的熊手)と、餌を獲得できないように見えるが、熊手の板の下方部は硬い透明アクリル板でできているため、実際には引き寄せるだけで餌を獲得できる熊手(機能的熊手)のうち一方を選択させた。最後のテスト4では、テスト3に反して、熊手の機能と見た目には矛盾がない場面での検証を行った。このテストでは、熊手の板の下に不透明のアクリル板があるために餌が獲得できる熊手(機能的熊手)と、熊手の板の下には透明の軟らかいビニールしかないため餌が獲得できない熊手(非機能的熊手)のうち一方を選択させた。なお、テスト1からテスト3まではラットに対しても行ったテストであるが(Nagano & Aoyama, 2017)、テスト4については、本研究を通して新たに考案した課題であった。

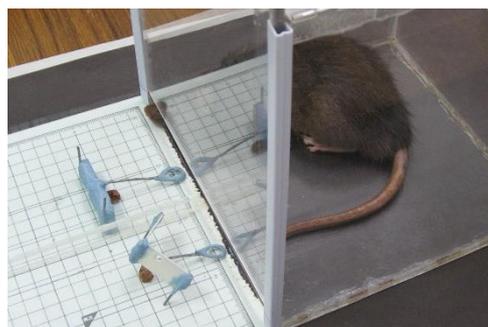


図1 ラット対象の道具使用課題

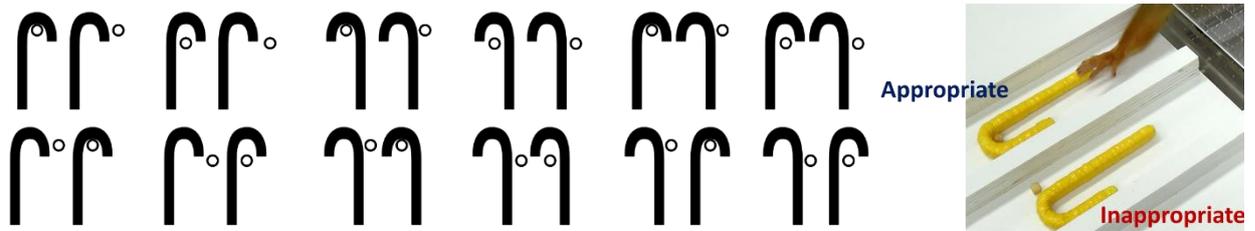
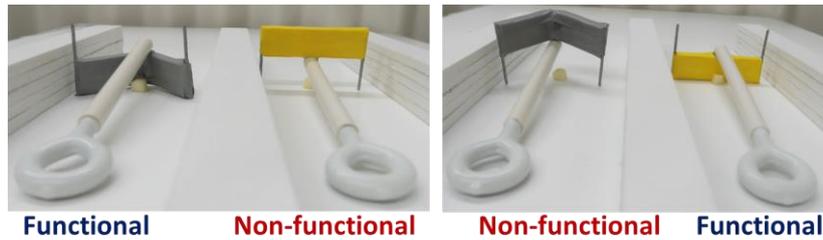
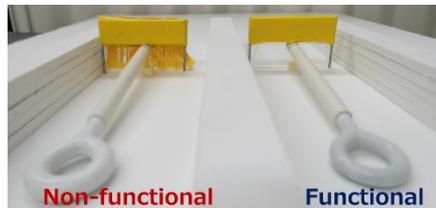


図2 フック型道具と餌の配置と、実際の訓練の様子。黒色の曲線はフック型道具を、白丸は餌の位置を示している。



テスト1・2



テスト3



テスト4

図3 各熊手選択テストで用いた道具

4. 研究成果

上記のテストを行った結果、いずれの個体も安定して機能的熊手を選択するということができなかった(図4)。この結果から、リスザルは1個体(個体名: Noa)を除いて、餌の背後に何も無いように見える選択肢を多く選択する傾向があるということが示された。本研究結果について、2022年10月に日本動物心理学会第82回大会にて、ポスター発表を行った。

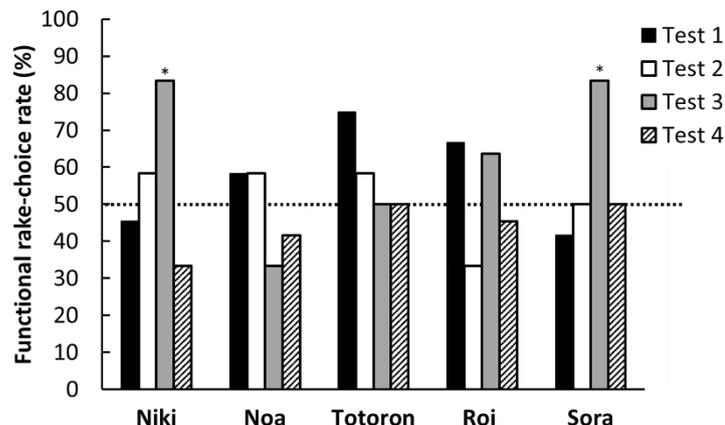


図4 熊手選択テストにおける機能的熊手選択率の個体別データ

リスザルを対象に道具使用行動について検証した研究は国内外でも稀であり、齧歯類と同様の課題を用いて齧歯類との直接的な比較を行ったのは本研究が初となる。今後は、他の霊長類や鳥類などといったより広範な種に対して同様の課題を実施することで、心的表象操作のより緻密な進化過程が解明されることが期待される。

リスザルを対象とした本研究の基となった、ラットの心的表象操作の研究結果について、合計4本の論文としてまとめ、発表した(Nagano, 2019, *MethodsX*, Nagano, 2019, *PLoS ONE*, Nagano,

2022, *Frontiers in Psychology*, Nagano, 2022, *Current Psychology*)。更に、非ヒト動物の道具使用についてのレビューを行い、ラットの道具使用行動に関する研究代表者による研究をまとめた上で、『*The Routledge International Handbook of Comparative Psychology*』のうちの第19章を執筆した(Nagano, 2022)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Nagano Akane	4. 巻 -
2. 論文標題 Behavioral task to assess physical causal understanding in rats (<i>Rattus norvegicus</i>)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Current Psychology	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s12144-020-01315-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nagano Akane	4. 巻 6
2. 論文標題 Development of a control task for clarifying the neural mechanisms underlying tool-use behavior in rats (<i>Rattus norvegicus</i>)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 MethodsX	6. 最初と最後の頁 2845 ~ 2854
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.mex.2019.11.022	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Nagano Akane	4. 巻 14
2. 論文標題 Rats' (<i>Rattus norvegicus</i>) tool manipulation ability exceeds simple patterned behavior	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 0226569 ~ 0226569
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0226569	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 永野 茜・別役 透・上北 朋子・黒島 妃香
2. 発表標題 デグーにおける加齢が空間認知に与える影響
3. 学会等名 関西心理学会第132回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永野 茜・別役 透・黒島 妃香
2. 発表標題 Longitudinal study of spatial working memory in degus.
3. 学会等名 日本動物心理学会第81回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永野 茜・別役 透・上北 朋子・黒島 妃香
2. 発表標題 Does temperament during infancy predict cognitive abilities during the juvenile period in degus?
3. 学会等名 日本動物心理学会第80回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永野 茜
2. 発表標題 Tool manipulation by rats according to food position without tool-use training
3. 学会等名 日本動物心理学会第79回大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Nagano, A. 他	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Routledge	5. 総ページ数 416
3. 書名 The Routledge International Handbook of Comparative Psychology	

〔産業財産権〕

〔その他〕

Researchmap
<https://researchmap.jp/50823019>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------