

令和元年6月19日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K18694

研究課題名(和文)ラットのメタ認知計測の飛躍的な効率化と神経機構の探索

研究課題名(英文)Efficient assessment of the rat meta-cognition and the related neural system

研究代表者

岡ノ谷 一夫 (Okanoya, Kazuo)

東京大学・大学院総合文化研究科・教授

研究者番号：30211121

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、これまでラットを対象に主にレバー押しやノーズポークによる自由オペラント場面で進められてきた動物メタ認知研究を、ラットにとってより自然である迷路を活用した触覚見本合わせ課題で実現させることを目指す。これにより、ラットの訓練期間の大幅な節約(6ヶ月から2ヶ月へ)と、脳神経細胞の記録との両立を可能にする。

結果、ラットは触覚見本合わせを学習できること、また、課題遂行中に見本を再確認するような行動が観察できた。このことから直ちにラットがメタ認知様行動を示したと結論できないが、適切な統制実験を追加することで、ラットのメタ認知を示すことができると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ラットを使ってメタ認知を示すことで、その神経機構まで踏み込んだ研究が可能である。私たちはすでに、位置記憶を使った研究でラットのメタ認知を世界で初めて示すことに成功しているが(Yuki and Okanoya, J. Exp Psychol.), 位置記憶課題では訓練に数ヶ月かかる、今回の萌芽研究によって触覚を手がかりとした迷路課題を開発し、訓練期間を2ヶ月に短縮できた。メタ認知の神経機構をヒトとラットとで比較することで、学習全般の理解を進めることができる。

研究成果の概要(英文)： We aimed to establish an efficient procedure to test metacognitive behavior in rats. Metacognitive behavior has been tested using lever pressing or nose poke procedures in rats, but we developed tactile cued H-shaped maze for this purpose. For rats, sense of touch is much more sensitive than visual cues and we hoped this might make the training quicker. Also, by using the H-shaped open maze, we hoped to enable electrophysiological recording while rats were engaged in the task.

We were able to train rats for tactile-cued direction discrimination by the H-maze. In probe trials in which rats were given the opportunity to confirm the sample tactile stimuli, some rats showed the confirmation behavior indicating they might be using metacognitive tactics. More control experiments are needed to reject other possibilities, we hope the procedures developed in this experiment would lead to an efficient study of metacognitive behavior and its neural substrates in rats.

研究分野：生物心理学

キーワード：ラット 迷路 メタ認知 情報希求行動 触覚 電気生理学

1. 研究開始当時の背景

ヒトは自身が何を知っていて何を知らないかを認識し、それに応じて行動を選択することができる。このような自身の認知状態についての認知をメタ認知といい、ヒト以外の動物でもこの能力を持つことが示されている。動物を対象とした研究では言語による報告が不可能なため、課題の回答に対する確信度を示す行動(Smith et al. 1995)や、確信を強めるための情報希求行動の有無(Call, 2010)を用いてメタ認知能力の検討が行われている。

2. 研究の目的

動物を対象としたメタ認知研究では、画面上の視覚刺激による見本合わせ課題を用いられるが、視覚能力が優位でないラットには生態学上不向きであると考えられている。これまでのラットを対象としたメタ認知研究では、主にレバー押しやノーズポークによる自由オペラント場面で検討されてきた。ラットは視覚能力においては他の動物よりも劣っているが、嗅覚または触覚能力はとても優れている。本研究では、ラットの行動により自然で生態学的に適した日の字型の走路と触覚刺激を用いて、触覚見本合わせ課題の実現を目指した。これまでのメタ認知研究より、さらに効率的かつ生態学的に妥当な方法で調べることで、訓練期間の大幅な節約と脳神経細胞の記録を両立することを目指した。

3. 研究の方法

(1) 実験 1

触覚刺激による見本合わせ課題の検討を行い、ラットでの見本合わせ課題手続きの確立を試みた。図 1 のような日の字型の走路型装置の床面に触覚刺激を提示することで、ラットが走路を通過することにより提示された触覚刺激を確認することが可能であった。中央の走路に見本刺激を提示し、左右走路に二つの比較刺激を提示した。ラットは図 1 の(1)の位置からスタートし、中央走路に提示された見本刺激を通過後、二つの比較刺激の内、見本刺激と同じ種類の触覚刺激が置かれた走路を選択するように訓練された。学習基準(正反応率 80%以上を連続した 3 セッション)に達した後に、見本合わせ課題が獲得されたことを確認するため、比較刺激の左右位置を変更したテスト試行を行った。

(2) 実験 2

実験 1 と同様の日の字型迷路と触覚刺激を用い、メタ認知に基づく自発的な情報希求行動について検討を行った。課題は迷路上に設置され

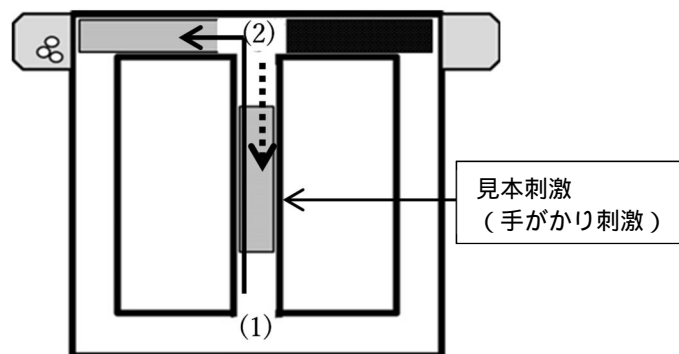


図 1. 日の字型迷路の概略図。通常の訓練試行では(1)からスタートし、最初に走路を通過して手がかりを確認することが可能であったが、実験 2 のプローブ試行では(2)からスタートするため、自発的な手がかり確認行動(点線矢印方向への移動反応)が求められた。

た触覚刺激の種類による弁別課題であり、弁別手がかりが不確かな状態において情報希求行動が生じるか実験を行った。実験 1 で触覚手がかりによる弁別学習を習得したラットを対象に、プローブ試行を行った。ラットを (2) の位置からスタートさせ、a) 正反応時のみ報酬を与える場合 (テスト 1)、b) どちらに反応しても報酬を与える場合 (テスト 2) でテストを行った。餌報酬を獲得するために手がかりが必要なテスト 1 において、自発的に点線矢印方向への移動する行動(「手がかり確認行動 = 情報希求行動」)が確認可能か、またその行動が正反応率の上昇に寄与するかテストを行った。

4. 研究成果

(1) 実験 1

6 匹中 5 匹が触覚刺激による課題の学習基準(正反応率 80%を連続した 3 セッション)を達成した。これにより、ラットは生態的に適した走路型装置や触覚刺激を用いることで、高い水準での弁別課題を遂行可能であることが示された。しかし、比較刺激の左右位置を入れ替えたプローブテストの結果から、ラットは見本合わせではなく、見本刺激を手がかり

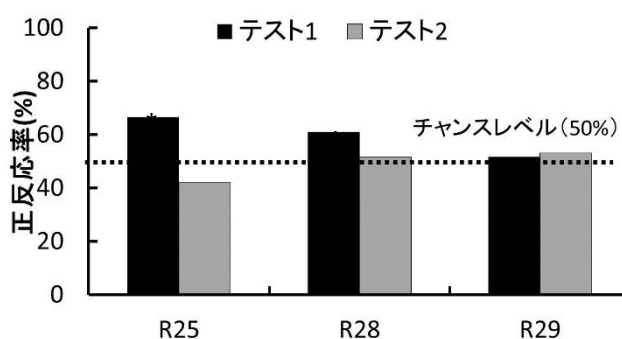


図 2. テスト 1・2 における正反応率

りとした走路の左右位置弁別を行っていたことが明らかとなった。これは装置の仕様上、比較刺激が固定された状態となり(例えば、刺激 A は訓練中常に左走路、B は常に右走路に提示)、ラットは見本合わせよりも簡単に学習可能な位置弁別を習得してしまったためである。この結果を受けて、現在走路装置の改良を行い、見本合わせ手続きの確立を継続中である。

(2) 実験 2

実験 1 で訓練を行った 6 匹のラットの内 3 匹が実験 2 を開始するための学習基準(正反応率 90%を連続した 3 セッション)を達成した。この 3 匹で弁別手がかりが不確かな状態であるプローブテストを行ったところ、すべての個体で情報希求行動が生じ、その際の正反応率の上昇が見られた。3 匹中 2 匹のラットで餌報酬

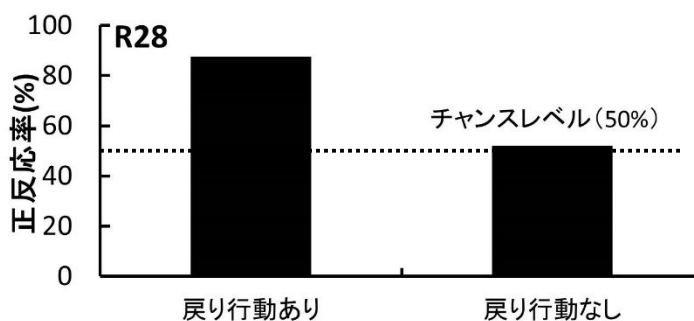


図 3. 戻り行動の有無による正反応率

獲得に手がかりが必要な際、積極的に手がかりの情報を求め、弁別を行っていることが示された

(図2) また、1個体で情報希求行動の発現と正反応率の関係に有意差 ($p < 0.05$, 二乗) が確認された(図3)。したがって、ラットでも手がかりの重要性に応じて情報希求行動を制御するというメタ認知的な行動が可能であることが示唆された。

(3) 考察

本研究では、ラットが手がかりの重要性に応じた情報希求行動を制御するというメタ認知行動を示すことに成功した。これは見本合わせを用いた課題よりも行動の形成期間が節約可能であるため、課題習得後の神経活動の記録を両立することが可能となる。また、現在装置の改良と共に、触覚刺激の見本合わせ課題についても訓練を続けている。今後は見本合わせ課題の確立と、情報希求行動下での神経活動の記録により、メタ認知機能の詳細なメカニズムを明らかにしていく。

<引用文献>

Call, J. (2010). Do apes know that they could be wrong? *Animal Cognition*, **13**, 689-700.

Smith, J. D., Schull, J., Strote, J., McGee, K., Egnor, R., & Erb, L. (1995). The uncertain response in the bottlenosed dolphin (*Tursiops truncatus*). *Journal of Experimental Psychology: General*, **124**, 391-408.

5. 主な発表論文等

[学会発表](計 2件)

Kamijo¹, M., Tillet¹, C., Yuki, S., Katsu, N. & Okanoya, K. (2018). A preliminary study for matching-to-sample task with tactile stimulus in rats. 日本動物心理学会第78回大会, 8月28-30日, 広島

Tasaka K., Yuki S., & Okanoya K. (2018). Efficient control of tool-use behavior according to the environment in rodents. 日本動物心理学会第78回大会, 8月28-30日, 広島

6. 研究組織

(1)研究分担者 なし

(2)研究協力者 なし

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、研究者個人に帰属されます。