

1. ラットの計数行動に関する研究

杉原 淳子（文学部人間学科 心理学コース 3年）

指導教員

谷内 通（人間社会環境研究科人間文化専攻 助教授）

1. 研究の目的

動物の計数行動についての研究は、これまで哺乳類や鳥類、霊長類など様々な動物でまた、様々な方法で行われてきた。

ラットの計数行動については、Davis & Bradford (1986) によって、空間的に移動可能なトンネルを6つ使用して、トンネルの位置が変更され幅が広くなったり狭くなったりした場合も、その位置に左右されずにラットが3番目や4番目といった特定の順番のトンネルに入ることを学習したということを示された。この結果を元に、Suzuki & Kobayashi (2000) では、ラットは約10番目のトンネルまでチャンスレベルを超える正確さで数えることが可能であることが示された。

しかし、これらの研究では、トンネルという1種類の刺激のみを計数対象としていた。そのため、ラットの反応は、抽象的な数概念に基づく計数ではなく、トンネルの大きさ等の量的な刺激次元に反応していた可能性が必ずしも排除できない。ヒトは車の台数にも鉛筆の本数にも同じ数の概念を適用することができる。ラットにおいても、獲得した計数行動を新奇な刺激にも適用できたならば、抽象的な数概念を有しているといえるだろう。

この問題について、竹田 (2005) は、ラットが物体を弁別可能な選択箱を開発し、物体数についてもラットがある程度反応可能であることを示した。しかし、刺激間の転移等による数概念の抽象性については明らかにされていない。これらのことを踏まえて、本研究では、特定の刺激について獲得した計数行動を多様な刺激に対して適用かどうか検討することを通じて、ラットにおける抽象的な数概念の成立について吟味することを目的とした。

2. 実験方法

被験体：実験開始時に70日齢のLong-Evans系オスラット3匹（A、B、C）を被験体として用いた。実験での報酬の他に飼育飼料を14g/日与えるという条件下で飼育した。

実験装置：手製の実験装置を用いた（図1）。スタートボックスの出口にはギロチン式のドア、各目標箱の入り口にはスイング式の一方方向ドアが設置されていた。各目標箱の末端には餌箱が設置されていた。目標箱はそれ以外の部分よりも床が8cm低くなっていた。刺激物体には、ドリンクのビン、半球のカプセル、花の模型、ワイングラスの金太郎の模

型、空き缶、金属製の筒の7種類の刺激を被験体毎に6種類（各6個ずつ）選択して用いた（図2）。

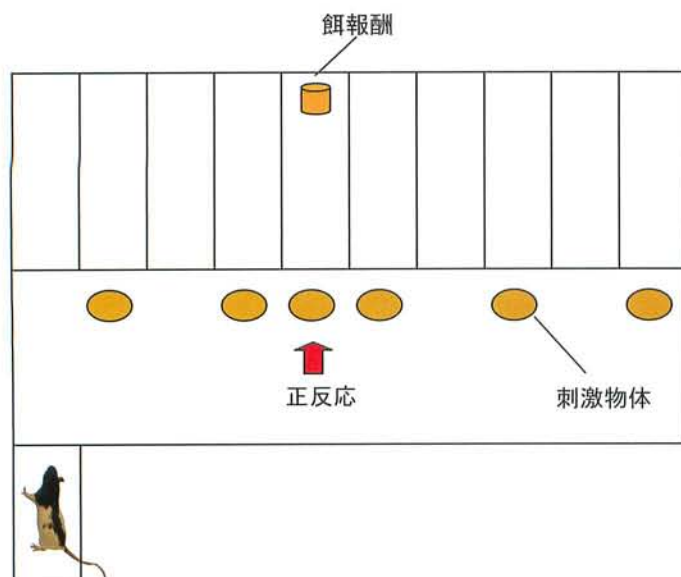


図1. 実験装置の概略図



図2. 使用した実験装置と刺激物体

手続き：

【習得訓練と転移テスト】

予備訓練として食餌制限、ハンドリング、装置探索を行わせた後に習得訓練を行った。習得訓練では、同じ種類の刺激を6個提示し、3番目の刺激が置かれた目標箱を選択することを正反応として、1日1セッション24試行訓練を行った。正反応には45mgの餌ペレットを2粒与え、誤反応場合はそのまま餌のない目標箱の中に20秒間閉じ込めた。正反応率が2日間連続で70%以上となることを学習基準とし、これを達成した後に新奇刺激を用いた転移テストを行った。転移テストは、習得訓練と同じ刺激を用いた訓練に加えて6試行ごとに新奇刺激を用いたテスト試行を1試行挿入した（1日4試行、4日間で計16試行）。テスト試行では、テスト段階における学習の可能性と嗅覚手がかりの利用の可能性を評価するために、部分的な全強化テスト法を用い、2～4番目の刺激を選択した場合に報酬を与えた。なお、テスト開始の前日には、自由探索による刺激への馴致を行った。

転移テストの終了後に、訓練刺激にテスト刺激を加えた刺激を用いて、次の段階の訓練を行い、学習基準を達成すると、新たな新奇刺激を用いてテストを行った。最終的に、計3種類の刺激を用いた場合に、セッション全体における正反応率が70%以上で、各刺激に対する正反応率も50%である状態が4セッション連続するという学習基準を設定して訓練を行い、学習基準を達成した後に最終転移テストを行った。

【特定刺激の計数課題と転移テスト】

特定刺激の計数課題では、同一種の刺激物体6個と異種の刺激物体1個の計5個で訓練を行った。正反応となるのは、同一種の刺激物体の中でスタートボックスから数えて3番

目の刺激が置かれた目標箱を選択することだった。すなわち、1つだけ存在する特異刺激は無視することが必要であった。この訓練も1日1セッション24試行訓練を行った。学習基準を達成した後に転移テストを行った。転移テストは、通常の試行8試行ごとに新奇刺激を用いたテスト試行を1試行挿入し、1日3試行×6日間の計18試行で行った。転移テストでは、2種類の新奇物体を使用した。テスト試行では、常に特異刺激を刺激物体全体の1から3番目に置き、特異刺激が混ざっている、スタートボックスから数えて3番目の刺激が置かれた目標箱を選択したとき（特異刺激を無視しなかった反応）と同一種のみで数えて3番目の刺激が置かれた目標箱を選択したとき（特異刺激を無視した反応）の両方に報酬を与える部分的な全強化テスト法を用いた。

3. 結果

【習得訓練と転移テスト】

すべてのラットが3番目の物体に反応する課題を習得した（図3）。また、図4に3種類の刺激での訓練後の転移テストの成績を示した。チャンスレベルは、2～4番目の刺激への全強化において3番目が偶然に選択される33.3%とした。転移テストにおける訓練刺激での成績は被験体Aでは85.41%、被験体Bでは80.21%、被験体Cでは89.58%で、その平均は85.07%であった。これに対して新奇のテスト刺激に対する成績は、被験体Aでは56.25%、被験体Bでは68.75%、被験体Cでは81.25%で、その平均は68.75%だった。これらの成績は、チャンスレベルよりも有意に優れるものであり、3種の刺激によって獲得された計数行動が新奇刺激にも転移したことが示された。全強化法を用いているため、テスト期間に3番目の新奇刺激へ反応することが学習された可能性や目標箱における餌のにおいが手がかりとなった可能性は排除される。



図3.習得訓練における遂行の様子

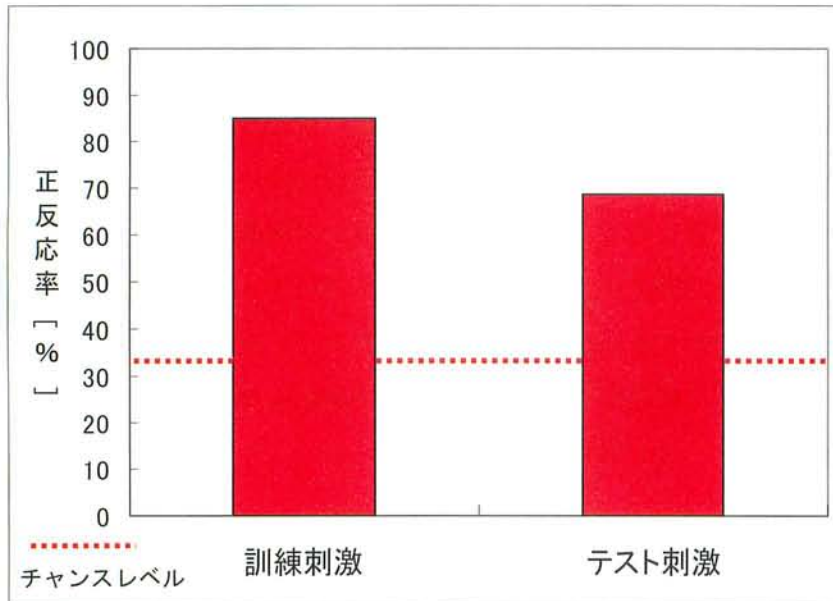


図 4.テスト段階における訓練刺激とテスト刺激に対する平均正反応率

【特定刺激の計数課題】

すべてのラットが特定刺激の計数課題を学習した（図 5）。テスト結果の分析では、ラットの反応を、特異刺激を無視して特定刺激の 3 番目に反応した「無視できた反応」と、特異刺激を含めて 3 番目に反応した「無視できなかった反応」に分類し、割合を図 6 に示した。全被験体の平均値では、訓練刺激には 93.84% という高い正反応率が示された。また、新奇なテスト刺激に対しても 73.67% というチャンスレベルを有意に超える成績が示された。このことから、ラットは複数の刺激の中から特定の刺激を選び出して数えることが可能であるとともに、そのような行動が新奇な刺激にも適用可能であることが示された。



図 5. 特定刺激計数課題における遂行の様子

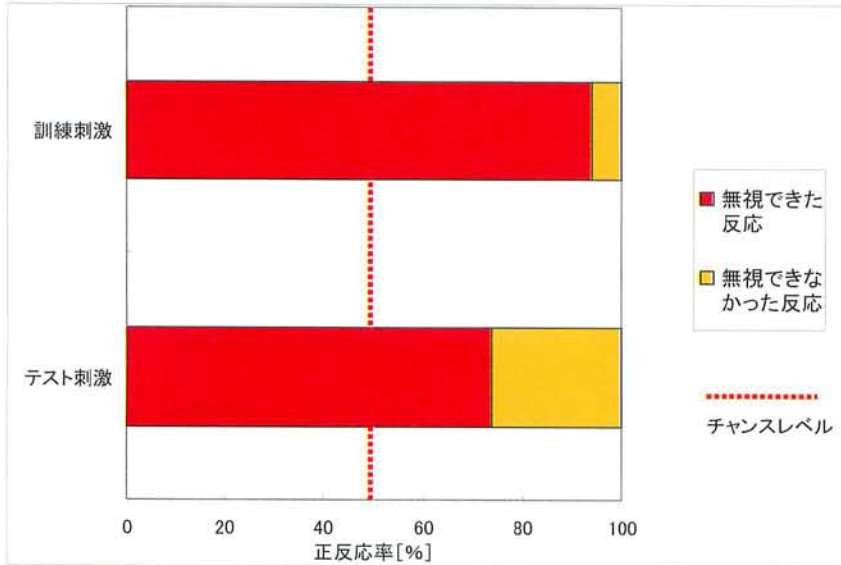


図 6. 特定刺激計数課題における全被験体の平均反応率

4. 考察

本研究は、ラットが抽象的な数概念に基づく計数能力を有しているのかどうかを調べることを目的とした。第1に、3種の刺激を用いた習得訓練の基準達成時の平均正反応率は85.07%という高い水準に達した。また、転移テストにおける新奇なテスト刺激に対する正反応率はチャンスレベルを大きく上回るものであった。このことから、ラットは高い精度で物体の個数を弁別可能であること、また新奇刺激に対してもそれまでに獲得した行動を適用可能であることから、物体数の弁別行動が抽象的な数概念に基づくものであることが示唆された。このとき、各試行で正反応となる目標箱の位置はランダムに変更されたので、ラットが目標の空間位置を手がかりとして反応した可能性は排除される。また、大きさや各種の次元において異なる刺激の種類によらずに同じルールを適用できたことから、刺激の大きさなどの量的な手がかりが利用された可能性も低いと考えられる。

しかしながら、このような新奇刺激への転移だけでは、ラットが抽象的な数概念を獲得したのではなく、単に各種の物体を識別していなかったという可能性を完全には排除できない。すなわち、訓練刺激とテスト刺激を異なる物体であると認識できなかったために、同様の行動ルールを適用した可能性がある。これについて、ヒトは鉛筆と自動車をまったく異なる刺激として認識した上で、同じ数概念を適用しているのである。

そこで、ラットが刺激間の差異を区別した上で計数行動を行っているのかどうかを調べるために、特定刺激に対しての計数行動についての実験を行った。この課題では、1つだけ含まれる特異刺激を他の刺激から区別して無視することが求められる。ラットはこのような課題を習得可能であるとともに、新奇な刺激同士の組み合わせに対しても転移を示し

た。このことから、ラットは刺激間の差異を認識した上で、3番目に反応するというルールを新奇な刺激に適用可能であったと考えられる。したがって、この実験で得られた結果は、ラットが様々な対象にも適用することができる抽象的な数概念を持つことを強く示唆するものであると考えられる。

なお、本報告書では割愛したが、総物体数を4～6個に変更した場合にも弁別成績にはまったく影響が認められなかったことから、ラットは数え上げ方式を使っていたと考えられる。また、6種類の刺激を一個ずつ混在させた試行と、同一の刺激6個用いた試行を交互に行う訓練では、被験体A、Cは2セッション、被験体Bは3セッションという短期間で学習基準を達成することが可能であった。すなわち、ラットは、特定刺激の計数課題で示されたように、Xを無視してYを数えるということが可能なだけでなく、課題要請によっては、XとYを合せて数えるということも可能であることが示唆された。

本研究によってラットは抽象的な数概念に基づいた計数行動を獲得可能であることが示された。今後、象徴見本合せを用いた数の命名課題等へ展開することにより、非霊長類における数概念の獲得と使用、さらには数概念の起源の解明につながると考えられる。

5. 結論

1. ラットは物体の数に基づく弁別行動が可能である。
2. 物体数の弁別学習は新奇刺激にも転移することから、刺激の具体的性質からは独立な抽象的手がかりに基づくことが示された。
3. ラットは複数の刺激の中から特定の刺激を数えることが可能であり、その行動は新奇刺激にも転移することが明らかとなった。
4. ラットは、課題要請に応じて、異なる刺激の中から特定の刺激だけを数えるだけでなく、異なる刺激を合せて数えることも可能である。
5. 以上から、非霊長類であるラットにおいても、抽象的な数の概念に基づく計数行動が可能であることが強く示唆された。

参考文献

- Davis, H., & Bradford, S. A. 1986 Counting behavior by rats in a simulated natural environment. *Ethology*, **73**, 265-280.
- Suzuki, K. & Kobayashi, T. 2000 Numerical competence in rats (*Rattus norvegicus*): Davis and Bradford (1986) extended. *Journal of Comparative Psychology*, **114**, 73-85.
- 竹田麻莉子 2005 ラットの計数能力に関する検討 金沢大学文学部卒業論文(未公開)