

Experimental analysis on relational discrimination learning in rats

メタデータ	言語: eng 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/42245

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



学 位 論 文 要 旨

Dissertation Abstract

学位請求論文題名 Dissertation Title

Experimental analysis on relational discrimination learning in rats

(和訳または英訳) Japanese or English Translation

ラットにおける関係性弁別学習の実験的分析

人間社会環境学 専 攻 (Division)

氏 名 (Name) Md. Abu Bokor Siddik

主任指導教員氏名 (Primary Supervisor) 谷内 通

(注) 学位論文要旨の表紙

Note: This is the cover page of the dissertation abstract.

Experimental analysis on relational discrimination learning in rats

ラットにおける関係性弁別学習の実験的分析

Md. Abu Bokor Siddik

本研究は、物体刺激の弁別学習を通じて、ラットにおける抽象的な同異概念の学習可能性について検討した。第1章では、動物における同異概念研究について、見本合わせ課題、複数刺激の同異判断、および特異性弁別学習というアプローチ別に先行研究のレビューを行った。特に、ラットにおいては抽象的な同異関係に関する学習の証拠が得られていないことについて説明した。ラットの特異性弁別学習に関する先行研究では、必ずしも関係性の学習を促すための適切な実験条件が設定されていなかったことを明らかにするとともに、本研究の第3章の研究で採用した複数課題の併行訓練法の有効性について論じた。第2章では、物体刺激の同異関係に関するラットの学習可能性について、同時提示された2刺激の同異関係に応じた左右の通路の選択による条件性位置弁別学習を通じて検討した実験について報告した。ラットは少数の刺激例についてはこのような条件性弁別が可能であったが、刺激数の増加にしたがって成績が低下し、抽象的な水準での同異弁別は認められなかった。第3章では、複数の同一物体の中から1つの特異物体を選択する特異性弁別について検討した実験について報告した。4匹の内の2匹のラットについては、4種の刺激から構成される12種類の課題に対して併行して正しく遂行することが可能であった。さらに、新奇な2種類の刺激から構成されるテスト刺激にも偶然水準以上の遂行を示した。これらの2匹については、最終的に、6種の刺激から構成される30種類の課題を習得するとともに、新奇なテスト物体に対する有意な遂行成績の転移が認められた。引き続き、物体刺激から匂い刺激への特異性弁別学習の様相間転移を吟味した。その結果、同一の物体に2種の異なる匂い刺激のいずれかを塗布して提示した特異性弁別の様相間転移テストにおいても、ラットは有意な遂行を示した。これらの結果は、ラットにおける抽象的な水準での特異性概念の獲得を示した初めての証拠であることを論じた。第4章では、全体的な考察を行った。刺激般化等の非概念的学習による可能性を理論的に検討した結果、本研究における特異性弁別の成立と新奇刺激への転移は、ラットにおける抽象的な関係概念の学習を示すものであることを論じた。また、関係性弁別における学習方略が、刺激特異的な水準から抽象的な水準まで階層を成していること、および抽象的な関係概念の学習を促すためには、刺激特異的な学習の有効性を低下させるような手続きが必要であることを論じた。第5章では、本研究のまとめを行うとともに、今後を検討が必要な課題として、個体間一般性の確認、および知覚的特異性と概念的的特異性の識別の必要性等について論じた。

The introductory chapter reviewed the literature of abstract concept learning in nonhuman animals focusing mainly on relational concepts. Research on relational learning has been conducted through matching to sample tasks, conditional discrimination tasks of S/D relationships between two or more stimuli, and oddity discrimination tasks. So far, it has been shown that various species, such as baboons (e.g., Wasserman, Fagot, & Young, 2001), rhesus monkeys (e.g., Katz, Wright, & Bachevalier, 2002), capuchin monkeys (e.g., Wright, Rivera, Katz, & Bachevalier, 2003), parrots (Pepperberg, 1987), and pigeons (e.g., Katz, & Wright, 2006) can learn abstract S/D relationships. However, studies have failed

to show clear evidence of relational concept learning in rats, a representative experimental animal of nonprimate mammals.

The prime aim of this thesis is to examine the ability of rats to learn relational concepts, especially though oddity discrimination learning and its transfer to novel stimuli. In oddity discrimination learning, animals are required to choose an odd stimulus from multiple identical stimuli. It has been shown that some primates (e.g., Thomas & Frost, 1983), pigeons (e.g., Lombardi, Fachinelli, & Delius, 1984), or sea lions (Hille, Dehnhardt, and Mauck, 2006) could learn oddity discrimination and transfer it to novel test stimuli, thus, suggesting they could learn abstract oddity concepts. Conversely, studies on oddity discrimination learning in rats have shown successful acquisition of the oddity discrimination learning but failed to provide any successful evidence of transfer of learning to novel stimuli (e.g., Thomas & Noble, 1988). Since rats were trained with just one task in a session in those studies, rats could solve those tasks by learning to respond to a specific stimulus. In the present study, rats were trained with multiple tasks concurrently to prevent the stimulus-specific learning and to enhance learning of relational oddity properties of stimuli.

In Experiment 1, two rats were trained in a conditional S/D discrimination task in which responses either to the left or right alley were reinforced depending on the S/D relationship of a presented pair of objects (AA/BB/CC vs. AB/AC/BA/BC/CA/CB). Although rats acquired this task to a certain extent, analysis on performance revealed that rats learned the task based on stimulus-specific cues such as configuration of the two objects.

In Experiment 2, four rats were concurrently trained with multiple oddity tasks consisting of object stimuli. In the first phase, an AAAB task was given. The position of an odd stimulus was changed trial by trial to prevent a spatial position from serving as an effective discriminative cue. After attainment of the first task, tasks were gradually increased to 12 oddity tasks consisting of four different stimuli (e.g., A, B, C, and D). Two out of four rats acquired the concurrent training of 12 training tasks. Following acquisition, transfer of learning to novel test tasks (EEEE and FFFE) was examined and both rats showed significant transfer of learning to the novel test stimuli in spite of nondifferential reinforcement on the test trials. These two rats also learned 30 oddity tasks consisting of six different objects (A, B, C, D, E, and F) and also showed significant transfer of learning to novel stimuli (G and H) at a higher level than the former test. This is the first evidence of abstract oddity discrimination learning in rats.

In Experiment 3, a cross-modal transfer test was examined with novel odor tasks consisting of four different odors using one rat from Experiment 2. Different odor stimuli were applied to identical objects (erasers) and presented as test stimuli. The rat showed significant oddity performance not only to object training stimuli but also to odor test stimuli despite receiving no oddity training with odor stimuli before. Stimulus generalization between training stimuli and test ones cannot explain this kind of cross-modal transfer of oddity discrimination because any physical similarity is hard to find between these stimuli. By contrast, relational learning of oddity in a stimulus set easily explains such cross-modal transfer as well as successful acquisition of various stimulus sets (For similar cross-modal tests on oddity concept learning in children, see Tyrrell, 1974). It is known that rats are inherently sensitive to olfactory cues and using olfactory stimuli leads to successful demonstration of higher cognitive abilities such as a

learning set (e.g., Slotnick & Katz, 1974). Having used a salient stimuli for rats might contribute to the positive result of cross-modal transfer of oddity discrimination in the present study.

In Experiment 4, cross-modal transfer tests using novel sound stimuli were given to the same rat from Experiment 3. Two different sounds or no sound stimuli were presented by playing IC recorders in identical opaque containers. However, the rat could not maintain a sufficient baseline performance possibly because of aging; the subject received extended training of 375 experimental sessions in total. For this reason, effective data could not be gotten about cross-modal transfer of oddity discrimination learning between object stimuli and sound stimuli.

The present study succeeded in providing the first evidence of abstract oddity discrimination learning in rats. However, further examination is needed for several reasons. First, inter-subject generality of abstract oddity discrimination and determinants of individual differences should be examined. Significant intra-modal transfer of oddity discrimination of object stimuli was confirmed in two out of four rats. The other two rats could not acquire concurrent training of two oddity tasks (AAAB and BBBA) in which positive and negative stimulus were exchanged between the tasks. Second, influence of possible artifacts should be examined. That is, different objects used in object oddity discrimination tasks might have different odors. In that case, cross-modal transfer between object and odor stimuli might partly be odor-odor intra-modal transfer. Using pictorial stimuli in an LCD monitor might be effective to eliminate this possibility because such pictorial stimuli presented at different spatial position in an LCD trial by trial cannot have its own odor. Third, perceptual oddity should be distinguished from conceptual oddity. It was reported that rats explored a novel odd stimulus longer than two identical stimuli in a stimulus set consisting of one odd and two identical stimuli (Forwood, Bartko, Saksida, & Bussey, 2007). Not only relational oddity but also sense of oddity might be an effective cue for solving the oddity discrimination task and be applicable to novel stimuli.

This study expands our understanding of the phylogenetic origin of concept learning. However, to prove a true relational concept ability in rats, further studies should be carried on with a larger number of subjects and sophisticated experimental settings along the lines mentioned above.

学位論文審査報告書

平成27年 2月 2日

1 論文提出者

金沢大学大学院人間社会環境研究科

専攻 人間社会環境学

氏名 エムディ アブ ボコル シッディク (Md. Abu Bokor Siddik)

2 学位論文題目 (外国語の場合は、和訳を付記すること。)

Experimental analysis on relational discrimination learning in rats

(和訳：ラットにおける関係性弁別学習の実験的分析)

3 審査結果

判定 (いずれかに○印) 合格・不合格

授与学位 (いずれかに○印) 博士 (社会環境学・文学・法学・経済学・学術)

4 学位論文審査委員

委員長	谷内 通	⑩
委員	松川 順子	
委員	小島 治幸	
委員	吉川 一義	
委員	入江 浩司	
委員		

(学位論文審査委員全員の審査により判定した。)

5 論文審査の結果の要旨

本論文は、ラットにおける対象間の同異関係の学習可能性について検討した実験研究である。対象間の抽象的關係性には、同異関係や相対的な大きさなどが含まれる。このような関係性自体は環境内に実体を持って存在しないことから、抽象度の高い概念の学習に関わると考えられている。ヒト以外の動物における関係概念の検討は、Köler (1917) のチンパンジーにおける移調の研究など古くまで遡るが、特に 1970 年代の比較認知研究の興隆とともに盛んに研究されるようになった。ハト等について示された初期の研究成果については、Premack (1983) による分析を通じて、必ずしも同異概念の証拠とはならないことが示された。その後、方法論上の様々な改良を通じて、霊長類や鳥類では同異概念の獲得を支持する成果が得られてきている。これに対し、代表的な実験動物であるラットの関係学習については、否定的な成果しか得られていない。本論文は、ラットについて行われてきた従来の研究に共通する方法論上の問題点を指摘し、その解決を図ったものとして位置づけることができる。

第 1 章は、関係概念の定義について述べるとともに、ヒト以外の動物における関係概念について行われてきた比較研究について、見本合わせ課題、多数の構成要素からなる刺激セット内の同異判断、2 刺激間の同異判断、特異性弁別という学習課題ごとにレビューを行っている。その結果、見本合わせ課題の学習と新奇刺激への転移は、試行内での短期的な親近感による反応方略が有効であること、多数の構成要素からなる刺激セット内の同異判断では、質的な同異関係というよりも刺激の多様性の知覚に基づく量的な弁別学習がなされることから、同異概念学習の証拠とは言えないことを説明している。これに対し、2 刺激間の同異判断と特異性弁別については、多数の訓練刺激を用いた学習実験を行うことにより、サルやハトで抽象的な水準での関係学習が示されていることを述べている。また、ラットでは 2 刺激間の同異判断実験は行われていないこと、特異性弁別では学習の成立は認められるものの、新奇刺激への学習の転移が確認できないことから、否定的な証拠しか示されていないことを説明することで、本研究の目的を導き出している。

第 2 章では、ラットにおける物体刺激を用いた 2 刺激間の弁別学習について検討している。左右の 2 つの階段状の走路の前に 1 つずつの物体を提示し、両者の同異関係に応じて左右の走路への進入に報酬を与える条件性位置弁別課題でラットを長期にわたって訓練している。ラットは、このような弁別学習を学習可能であったが、訓練刺激の種類が増加すると、遂行成績が低下した。この結果は、ラットは 2 刺激間の抽象的な同異関係を学習したのではなく、刺激

の具体的な配列を形態手がかりとして学習したことを示唆するものである。

第3章では、3つの同一の物体の中から1つだけ異なる特異物体を選択することを訓練する特異性弁別学習の実験について報告している。ラットは最初に、物体Aの中から物体Bを選択するというAAAB課題の訓練を受けた。4個体のすべてが速やかにこの課題を習得した。次に、BBBA課題を追加したところ、2匹のラットは5-6ヶ月にわたる訓練にもかかわらず、この併行学習を獲得することができなかったが、他の2匹はこの併行学習を獲得した。併行訓練の初期においては、AAAB課題では比較的高い遂行成績が維持されたが、BBBA課題に対する遂行は偶然水準を下回った。この結果は、ラットは最初のAAAB訓練を通じてAを避けてBに反応するという特定の刺激に対する反応を学習したことを示すものであり、単一課題の継時的訓練を用いた先行研究の問題点をデータの上で示すことに成功している。2課題の併行学習後に順次刺激を追加して訓練を継続した結果、4種類の物体（A, B, C, D）から構成される12課題を併行して正しく遂行可能になった。テストとして新奇な物体のみから構成されるEEEE, FFFE課題を与えたところ、すべての反応に対して無差別的に報酬を与えたにも関わらず、統計学的に有意な水準で正しく特異刺激に反応することが示された。引き続き行われた訓練では、6種類の物体から構成される30課題の併行学習が可能であることを示した。さらに、新奇なテスト刺激に対する遂行も偶然水準を有意に超え、訓練刺激に匹敵する高い水準に達した。これらの結果は、課題間で刺激の正負が交替するような複数課題の併行学習を行うことによって、ラットにおいても特異性概念の獲得が可能であることを初めて示した成果である。

第3章では、さらに、物体の特異性弁別課題を獲得した1匹の個体について、学習の様相間転移（cross-modal transfer）を検討している。すなわち、4個の同一の物体について、3物体には同一の匂い刺激、1物体には異なる匂い刺激を塗布し、ラットの反応を吟味した。匂い刺激への選好の効果を排除するため、匂い刺激を変更しながらテストを反復したが、ラットは偶然による選択よりも統計学的に有意に高い確率で特異刺激を選択した。この結果は、これまではヒト児童において示されていた特異性弁別学習の様相間転移をラットにおいて初めて示した重要な結果である。引き続き、同一の容器状の物体の中から音刺激を提示する方法により、特異な音刺激への様相間転移も検討しているが、ラットの加齢により基本的な遂行自体が維持できず、意味のある証拠は得られなかったことを報告している。

第4章では、本研究の結果をまとめるとともに、個体差、特異性弁別における同一刺激数の効果、訓練課題の多様性と刺激般化の可能性、特異性概念の領域特異性、テスト課題における

強化方法の効果, ラットの弁別学習における知覚様相の効果, 霊長類や鳥類の関係概念研究との比較, 特に刺激の多様性と記憶負荷および記憶容量の関係性, などの視点について論じている。最後に, 知覚的特異性と概念的的特異性の違いについて言及し, ラットにおける関係概念を証明するためには今後どのような検討が必要であるかについて考察している。

本研究の意義については, 特に以下の3点を高く評価できる。第1に, 関係概念の証明に成功してきた霊長類および鳥類を用いた研究と, ラットにおいて否定的な結果を得てきた研究の実験条件を詳細に分析し, 刺激特異的な学習を抑制し, 刺激間関係性に関する学習を促す要因として, 複数課題の併行学習の重要性を指摘したことである。第2に, 実際にラットで複数の特異性弁別課題の併行学習に初めて成功し, 結果として新奇刺激への転移を示したことである。これは, 2匹のラットを1年以上にわたって訓練する実験をさらに2回反復するという, 粘り強い実験によって得られた成果である。第3に, 物体刺激による特異性弁別学習が匂い刺激にも転移するという, 様相間転移現象を発見したことである。これは, ラットが特定の知覚様相によらない抽象的な水準で特異性概念を獲得した可能性を示唆しており, 霊長類でもほとんど例のない報告である。これらは少数個体に基づく知見であることから, 著者自身がさらなる統制による再検証の必要性を指摘しているが, これまでに国際的な学会を含む発表においても評価を受けてきており, 近い将来に公刊されることが見込まれる。

一方で, 本論文にはいくつかの要望も挙げられた。第1に, 課題の性質に関する考察の不足である。すなわち, 著者が最初に取り組んだ2刺激間の同異弁別ではラットは抽象的な水準での学習が不可能であったが, 特異性弁別学習ではこれが可能であった。同じ関係概念を扱いながら, なぜこのような違いが生じたのかに関する考察が十分ではない。第2に, 個体差, 特異性弁別における同一刺激数の効果, あるいは物体弁別学習において利用された知覚特性などに関する考察は, 思索の域を出ない。特異性弁別学習自体が非常に手間のかかる実験であるために, 研究期間内の成果としては致し方ないことは理解できるが, 今後, 実証的な水準での検討が望まれる。第3に, 本研究の実験装置や手続きの多くは独特のものであるため, 読者にその詳細を理解可能にするためには, もう少し丁寧な記述と工夫が望まれる。

以上のように, いくつかの要望も指摘されたが, 先例のない長期にわたる訓練を通じて, ラットにおける特異性弁別の併行学習の成立と新奇刺激への転移, および様相間転移という重要な知見を得たことは高く評価できるものである。以上から, 審査者全員一致で本論文を合格と判定した。