

Examination of Delayed Matching-to-Sample Task of Serially Presented Object Stimuli in Rats

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-03-18 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: TANAKA, Chiaki, TANIUCHI, Tohru メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/00061484

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



ラットにおける系列提示された物体刺激に対する 遅延見本合せの検討

金沢大学 人間社会研究域客員研究員

田中千晶

金沢大学人間社会研究域 人間科学系

谷内通

要旨

ラットの記憶研究に使用される装置に放射状迷路がある。放射状迷路課題はラットの生得的な採餌傾向であるwin-shift傾向に合致しており、習得が容易であるという利点がある一方で、1日に複数の試行を行うのに適さないため、多くの被験体や長期の実験が必要になってしまうという点が指摘されている。ハトやサルを用いた記憶研究では、自動化された装置により視覚刺激を提示することで、1日に多数の試行を行うことで、より少ない被験体数や訓練期間であっても、十分な結果を確保することができる。サルやハトに用いられる記憶能力の検討方法に、複数の視覚刺激を提示し、提示された項目についてテストする系列プローブ再認課題と呼ばれる方法がある。ハトやサルで用いられる系列プローブ再認課題を、ラットを対象としたものに改変することで、1日に複数の試行を行うことが可能なラット用の記憶課題と装置を構築することを目指し、本研究では、物体刺激を用いた遅延見本合せ課題をラットが習得できるかについて検討した。項目を提示するための領域と、提示された複数の項目からターゲットの刺激を選択するテストを行う領域に分かれた装置を用いた。ラットはテスト用の領域に設置された4種の物体刺激から、特定の物体を選択する同時弁別課題を習得した。しかし、ラットはテストに先行して提示された物体と一致する刺激の選択を求める遅延見本合せ課題を習得することはできなかった。同時弁別課題で正反応であった物体を選択し続ける傾向が、遅延見本合せ課題の遂行に干渉したと考えられる。この特定の物体を選択し続ける傾向は、使用する物体刺激を変更しても変わらず、成績はチャンスレベルを上回らなかった。また、ラットは見慣れた刺激と比較して、新奇な刺激への探索反応を多く行うという生得的な傾向がある。本研究で用いた見本合せ課題が、ラットの生得的な傾向と矛盾する課題であったため、習得が困難であった可能性がある。ラットを対象とした系列的に項目を提示する見本合せ課題の構築には、装置や手続きのさらなる改良が求められる。

キーワード

ラット, 遅延見本合せ, 物体再認

Examination of Delayed Matching-to-Sample Task of Serially Presented
Object Stimuli in Rats

Guest Researcher College of Human and Social Sciences, Kanazawa University

TANAKA Chiaki

Faculty of Human Science, Institute of Human and Social Sciences, Kanazawa University

TANIUCHI Tohru

Abstract

The present study examined a matching-to-sample task in which sample objects were presented serially. A straight runway was divided into four compartments by guillotine doors, and rats serially encountered one of the four sample objects in the compartments. The test area was connected to the last sample compartment, and the rats were rewarded by choosing an object identical to that presented in the trial mixed into three new objects. Although rats could learn the simultaneous discrimination task that did not require sample memory, they could not acquire the matching to sample task. A strong tendency to respond to a particular stimulus seemed to interfere with the delayed matching performance. The reasons that rats could not learn the matching to sample task in which sample objects were presented serially were discussed. Further improvement of apparatus and procedures is needed to examine the delayed matching-to-sample task of serially presented stimuli in rats.

Keyword

Rat, Delayed matching-to-sample task, Object recognition

ラットの記憶能力の検討に使用される装置に放射状迷路がある。放射状迷路とは、8角形の中央プラットホームから、8本のアームが放射状に伸びている実験装置である。アームの入り口には実験者の操作によって開閉されるドアがあり、先端には餌皿が設置されている。典型的な放射状迷路課題では、ラットはまず、中央プラットホームに入れられる。ラットはアーム先端の餌皿に設置された餌を回収するために、迷路内を探索する。1試行の途中で餌は補充されないため、最も効率的な課題方略は、アームへの再進入を行わないことである。既進入のアームへの再進入を誤反応としたとき、ラットは誤反応をほとんど行わずに課題を遂行できることが報告されている (Olton, 1978)。採餌の際に空間的な地図を利用して、一度餌を得た場所にはしばらく訪れない win-shift 方略をとると考えられている自然界におけるラットの傾向と、放射状迷路課題は合致することが示唆されている (岩崎, 1997)。空間認知や採餌に関するラットの生得的な傾向と合致することから、

放射状迷路はラットを対象とした様々な記憶研究に使用されてきた (e.g., DiMattia & Kesner, 1984; Roberts, MacDonald, Brown, & Macpherso, 2017)。

動物の記憶に関する研究では、ラットのほかにサルやハトが用いられてきた。サルやハトを対象とした記憶研究の多くでは、自動化された装置により、視覚刺激を用いて1日に複数回の試行を行っている。視覚刺激を用いる記憶研究では、主に遅延見本合せ (delayed matching-to-sample) 課題と呼ばれる方法を用いる。典型的な遅延見本合せ課題では、見本刺激の提示後、一定の遅延時間の後に見本刺激と一致する刺激と一致しない刺激からなる比較刺激を提示する。見本刺激と一致する選択には報酬が与えられるが、一致しない選択には報酬は与えられない。ハトやサルを対象とした視覚刺激による遅延見本合せ課題では、刺激として実験箱の壁に設置された反応キーに提示される色刺激 (e.g., Roberts, 1972) や、モニタ上に表示される画像刺激 (e.g., Basile & Humpton, 2013) などが用いられる。

サルやハトにおいて行われる自動化装置を用いた記憶課題は、1日に多数の試行を行うことにより、少ない個体数であっても遂行成績の検討が可能となるほか、十分な試行数が確保されることにより、個体内でも遂行成績の検討が可能となる。以上の利点から、特に、系列提示された項目について、後のテストが信号された項目と後のテストの不在が信号された項目の記憶成績を比較する指示忘却手続きのような、動物の複雑な認知能力を検討する実験の多くは、視覚刺激を用いることができるハトやサルを中心に行われてきた (e.g., Kaiser, Roper, & Zentall, 1997; Tu & Hampton, 2014)。しかしながら、ラットの放射状迷路課題では、短い試行間隔の場合には前の試行の記憶がその後の試行の遂行成績を低下させる順向性干渉を引き起こしやすいため、1日に複数の試行を行うことに向いていないと考えられる (e.g., Cohen, Reid, & Chew, 1994; Roberts & Dale, 1981)。1日に1試行しか行うことができないことから、放射状迷路を用いた研究では、多くの被験体を用いて長期間にわたる試行を行う必要がある。

ラットを対象とした指示忘却研究において、1日に複数回の試行を行うことが可能な手続きを構築するためには、複数の項目を同一試行内で提示するとともに、1日に複数回の試行を行うことが可能な手続きによる放射状迷路以外の装置を用いた記憶の検討方法を構築する必要がある。系列的に提示される複数の項目に対する動物の記憶を調べる方法の1つに、遅延見本合せ課題の特殊な型である系列プローブ再認 (serial probe recognition) 課題がある。典型的な系列プローブ再認課題では、まず、複数の項目を系列的に提示する。その後、1つの項目を提示し、その項目が系列的に提示された中であつたか否かに対する記憶をテストする。この方法は、項目として使用する刺激の変更により、1日に複数回の試行を行うことが可能となる。この手続きによる検討は、オマキザルやアカゲザル、ヒト、そしてハトなどを対象に行われている (e.g., Wright, 1999; Wright, Santiago, Sands,

Kendrick, & Cook, 1985)。例えば、オマキザルを対象に系列プローブ再認課題を行った Wright (1999) は、720種の写真刺激を用意し、1試行で4種の写真刺激からなるリストを提示した。テストでは、提示されたテスト刺激がその試行のリストに含まれていたかどうかを反応させた。32試行を1ブロックとして、リスト提示とテストの間の遅延時間が異なる2ブロックを1日に行い、オマキザルがこれを学習可能であることを報告している。

本研究では、ハトやサルにおいて用いられている系列プローブ再認課題に相当する、複数の項目を同一試行内で提示するとともに、1日に複数回の試行を行うことが可能な課題をラットに適用可能な形式に改変することを目指した。ラットにおける放射状迷路を使用した記憶課題では、どの試行においても同一の装置を使用して、迷路のアームを記憶すべき項目とする。したがって、試行間隔が短い場合には、現在の試行と直前の試行の弁別が困難なことから順向性干渉が生じやすいことから、1日に複数回の試行を行うことに向いていない。それに対し、ハトやサルにおいて用いられる視覚刺激を用いた系列プローブ再認課題では、項目として使用する刺激を試行ごとに変更することにより、順向性干渉を低減させることで、1日に複数回の試行を行うことが可能である。しかし、非霊長類の哺乳類であるラットは視覚の優位性が低いことから (岩崎, 1997)、項目として視覚刺激を用いることに向いていないと考えられる。そこで、本研究では、直線走路上に物体刺激を設置し、視覚刺激だけでなく、嗅覚刺激や触覚刺激なども利用可能にした。装置として、直線走路を複数の区画に区切った刺激項目の提示用の領域と、テスト刺激を提示する領域を併せ持つ装置を開発し、ラットが物体刺激を用いた見本合せ課題を習得可能かについて検討を行った。項目提示領域の区画の一つに、見本刺激となる物体刺激と記銘手がかりとなる床材を同時提示した。物体刺激と記銘手がかりの設置された区画にラットを一定時間とどめた後、ラットをテスト領域へと進入

させた。テスト領域には、見本刺激と一致する刺激1つと、見本刺激と一致しない新たな刺激3つを提示した。見本刺激と一致する刺激に対する選択反応には報酬を与えた。以上の見本合せ課題をラットが習得できるかどうかについて検討した。

方法

被験体 実験経験のない約70日齢のLong-Evans系オスラット4匹を使用した。実験開始時の平均体重は279g(273-283)であった。実験餌以外の飼育飼料を16g/日とする食餌制限を行った。

装置 項目と指示手がかりの提示領域と、物体の再認選択テストを行う領域を持つ装置を使用した(図1)。提示領域は、全長220cm、幅12cmであり、高さ40cmの壁に囲まれていた。提示領域は8つに区切られ、項目の提示区画の長さは27cm、指示手がかりの提示区画の長さは20cmであった。項目の提示区画から指示手がかりの提示区画へは、実験者が操作して開閉するギロチンドア(高さ13cm、幅8cm)と、項目提示区画から指示手がかり提示区画方向へのみ進入可能なone-wayドア(高さ8cm、幅8cm)の二重のドアが設置された。指示手がかりの提示区画から次の項目の提示区画へは、ギロチンドアのみが設置された。最後の指示手がかり提示領域は、テスト領域と直結していた。提示領域とテスト領域は、ギロ

チンドアによって区切られていた。テスト領域は、長さ46cm、幅46cmであり、高さ40cmの壁に囲まれていた。入口の対面の壁側には、壁から8cmの位置に、直径8cmの埋め込み式の餌皿4つが設置された。餌皿は、側面の壁から1cm離れた位置に、それぞれの餌皿同士は4cmずつ離れた位置に設置された。餌皿は二重底になっていた。下段には報酬として使用するものと同じ餌を10粒入れた。上段には直径約1mmの穴が4つ開けられ、下段においては知覚できるものの、下段に入れた餌を摂取することはできなかった。

刺激 項目として形状や色、大きさの異なる8種類の物体刺激を使用した。項目として使用する物体は、直径8cmの灰色塩ビ板に接着されていた。記銘手がかりとして、20cm×8cmの質感の異なる2種類の床材(人工芝、ビニールクロス)を使用した。半数のラットには人工芝を、もう半数にはビニールクロスを記銘手がかりとして割り当てた。報酬として米爆ぜ菓子(1粒25mg)を使用した。

手続き (1) 予備訓練 実験1日から8日目までは、ハンドリングや実験で使用する米爆ぜ菓子への馴致を行った。9日から11日目は、1日15分間の装置の自由探索を3日間行った。自由探索の間、全てのドアが開放された。提示領域には指示手がかりとなる床材や、項目となる物体は設置しなかった。テスト領域には、すべての餌皿に米爆

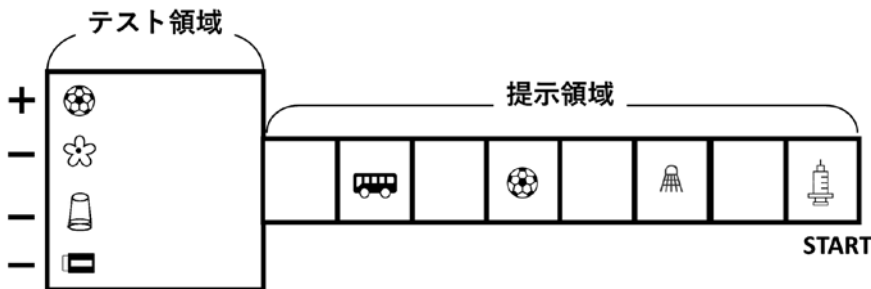


図1. 実験装置の概要.

物体刺激を系列提示するために開発した、項目を提示するための領域と再認テストを行うための領域を併せ持つ装置による物体刺激の系列提示の例。+は強化を、-は非強化をそれぞれ示す。ラットは提示領域の物体刺激を設置した区画に一定時間滞在させられたのち、次の区画へと進入させられる。すべての区画を通過すると、テスト領域において提示領域に設置された項目の1つと、その試行で提示されなかった新奇な3つの項目が提示される。その試行で提示された項目の選択には報酬が与えられる。

ぜ菓子を2粒ずつ設置した。12日から31日目は、実験装置の強制走行訓練を行った。強制走行訓練では、区画ごとに設置されたギロチンドアを実験者が順次に開放し、ラットが通過した区画のドアは順次閉鎖した。4か所の餌皿のうち、1か所のみ米爆ぜ菓子2粒を設置した。20日目からは、どの餌皿に報酬が設置されているのが視覚上はわからないようにするために、餌皿に黒いアルミ製の内蓋を設置した。27日目からは、餌皿の上に灰色円形の塩ビ板を設置した。ラットが安定して塩ビ板と内蓋をどかし、報酬を得られるようになったら予備訓練は終了した。

(2) 同時弁別課題 同時弁別課題では、特定の1物体の選択が常に正反応となった。まず、ラットを提示領域のテスト領域と接する区画に5秒間とどめた。提示領域には、項目となる物体や指示手がかりとなる床材は設置しなかった。5秒後、テスト領域へと続くギロチンドアを開放し、テスト領域へと進入させた。テスト領域には、正反応となる1物体と、不正解の3物体を設置した。したがって、餌報酬を得るためには、ラットは餌皿の上に置かれた物体をどかし、餌報酬の上にある内蓋をあける必要があった。正反応となる物体の下の餌皿には、米爆ぜ菓子2粒を設置した。それ以外の物体の下の餌皿には、何も設置しなかった。用意した8種類の物体を半数ずつに分け、それぞれ項目群A、項目群Bとした。項目群Aを2個体で、項目群Bを2個体で使用した。正反応となる物体は、個体ごとに相殺した。試行間隔5分で、1日に4試行を行った。同時弁別課題は16試行を1ブロックとした。同時弁別課題の訓練の初期には、報酬を得るまで最大4選択を認めたが、段階的に選択可能数を制限した。選択を許可した回数は、第1段階が4選択(第1ブロック)、第2段階が3選択(第2ブロック)、第3段階が2選択(第3-8ブロック)、第4段階が1選択(第9ブロック以降)であった。最初の1選択のみを認めた第4段階において、連続2ブロック(32試行)の正反応率が70%以上という基準に達したら、同時弁別課題は終了した。すべての個体が第10-14

ブロックで基準に達した。

(3) 2刺激が正反応となりうる見本合せ課題 提示領域に設置した物体の選択が正反応となる課題を行った。提示段階とテスト段階の2段階があった。提示段階では、ラットを提示領域のテスト領域と接する区画に20秒間とどめた。提示領域には、見本刺激となる物体を1つと、記銘手がかりとなる床材を設置した。記銘手がかりとなる床材は半数の個体には人工芝を、もう半数の個体にはビニールクロスを割り当て、相殺した。20秒後、テスト領域へと続くギロチンドアを開放し、テスト領域へと進入させた。テスト段階では、比較刺激となる4物体を設置し、見本刺激と一致する選択を正反応とした。見本刺激と一致する物体の下の餌皿には、米爆ぜ菓子2粒を設置した。それ以外の物体の下の餌皿には、何も設置しなかった。見本刺激となる物体は、2種類であり、同時弁別課題で正反応となった物体(正刺激1)と、同時弁別課題で使用した物体から新たに選択された1物体(正刺激2)であった。テスト段階で提示する比較刺激は、(2)の同時弁別課題で使用したものと同一項目群であった。試行間隔5分で、1日に8試行を行った。2刺激が正反応となる同時弁別課題は16試行を1ブロックとした。課題の序盤には、報酬を得るまで最大4選択を認めたが、段階的に選択可能数を制限した。選択を許可した回数は、第1段階が4選択(第1-4ブロック)、第2段階が2選択(第5-7ブロック)、第3段階が1選択(第8-10ブロック)であった。

(4) 見本合せ課題 テストで使用する4種の刺激すべてが正反応になりうる見本合せ課題を行った。テスト段階で提示する比較刺激は、(2)の同時弁別課題や(3)の2刺激が正反応となりうる見本合せ課題で使用したものと同一項目群であり、それらすべてが見本刺激となりえた。試行間隔5分で、1日に8試行を行った。見本合せ課題は16試行を1ブロックとして、8ブロック(128試行)を行った。すべてのブロックにおいて、第1選択のみを認めた。それ以外は(3)の2刺激が正反応となりうる見本合せ課題と同じであった。

(5) 新奇な項目を使用した見本合せ課題 新奇な刺激を用いた見本合せ課題を行った。使用する刺激は、それまでの課題で使用しなかった項目群であった (i.e., それまでの課題で項目群 A を使用した個体は項目群 B を使用した)。試行間間隔 5 分で、1 日に 4 試行を行った。見本合せ課題は 16 試行を 1 ブロックとして、4 ブロック (64 試行) を行った。すべてのブロックにおいて、第 1 選択のみを認めた。それ以外は (4) の見本合せ課題と同じであった。

結果

同時弁別課題における、個体ごとの第 1 選択での正反応率を図 2 に示した。破線はチャンスレベルを、実線は習得段階の区切りをそれぞれ示す。テストにおける物体の選択可能数は、第 1 段階 (第 1 ブロック) が 4 回、第 2 段階 (第 2 ブロック) が 3 回、第 3 段階 (第 3-8 ブロック) が 2 回、第 4 段階 (第 9 ブロック以降) が 1 回であったが、第 1 選択で報酬を獲得した場のみ正反応とした。14 ブロックまでにすべての個体が連続 2 ブロック (32 試行) の正反応率が 70% 以上という学習基準

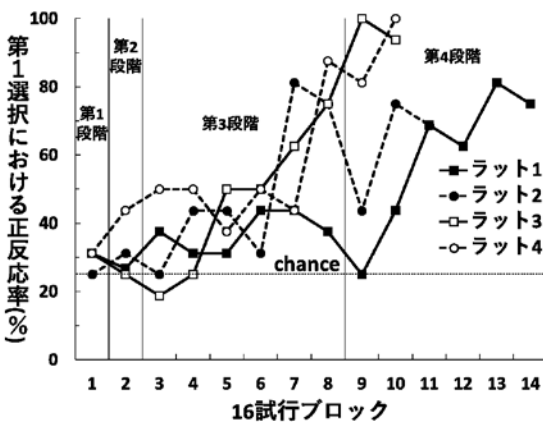


図 2. 同時弁別課題における個体ごとの正反応率 (%). 実線は課題の習得段階の区切りを示す。第 1 段階 (第 1 ブロック) は 4 回、第 2 段階 (第 2 ブロック) は 3 回、第 3 段階 (第 3-8 ブロック) は 2 回、第 4 段階 (第 9 ブロック以降) は 1 回の物体刺激の選択をそれぞれ認めた。破線はチャンスレベルの 25% を示す。

に達したため、同時弁別課題を終了し、次の段階に移行した。

2 刺激が正反応となりうる見本合せ課題における個体ごとの第 1 選択での正反応率を図 3 に示した。破線はチャンスレベルを、実線は習得段階の区切りをそれぞれ示す。テストにおける物体の選択可能数は、第 1 段階 (第 1-4 ブロック) が 4 回、第 2 段階 (第 5-7 ブロック) が 2 回、第 3 段階 (第 8-10 ブロック) が 1 回であった。ほぼすべての個体において正反応率は 50% 前後で推移した。

2 刺激が正反応となりうる見本合せ課題における、最終 3 ブロックでの第 1 選択目でラットが選択した物体について、図 4 に示した。すべての個体において、同時弁別課題で正反応であった物体を選択する傾向が認められた。項目 (正刺激 1・正刺激 2・その他) における 1 要因分散分析を行ったところ、主効果が認められた ($F(2, 6) = 64.39, p = .00, \eta p^2 = .96$)。項目の主効果に対する Bonferroni 法による多重比較を行ったところ、正刺激 1 と正刺激 2 の間と、正刺激 1 とその他の項目の間に有意な差が認められた (それぞれ

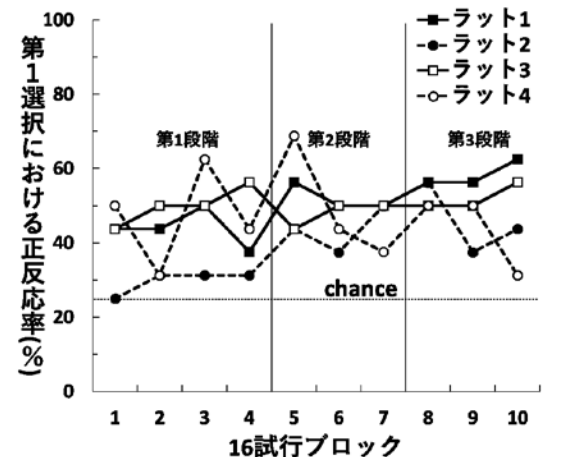


図 3. 2 刺激が正刺激となりうる見本合せ課題における個体ごとの正反応率 (%). 実線は課題の習得段階の区切りを示す。第 1 段階 (第 1-4 ブロック) は 4 回、第 2 段階 (第 5-7 ブロック) は 2 回、第 3 段階 (第 8-10 ブロック) は 1 回の物体刺激の選択をそれぞれ認めた。破線はチャンスレベルの 25% を示す。

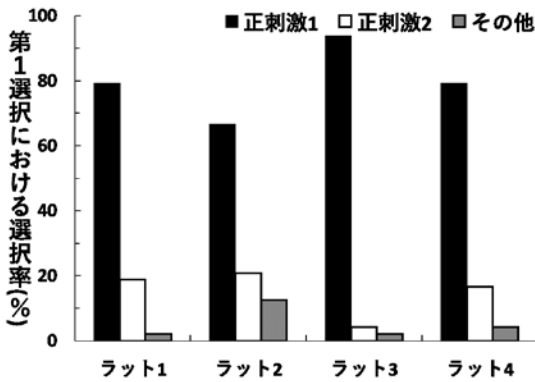


図4. 2刺激が正刺激となりうる見本合せ課題における、個体ごとの第1選択で選択した物体刺激の選択率。

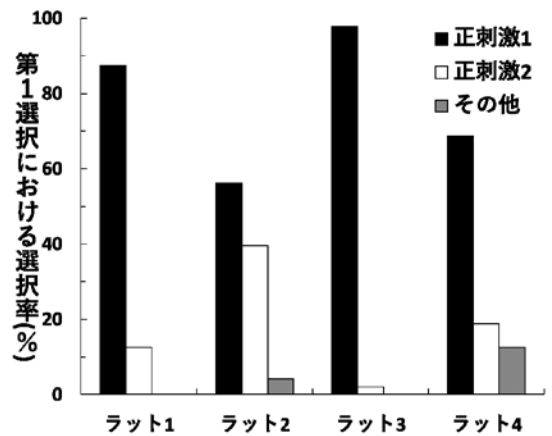


図6. 4刺激が正刺激となりうる見本合せ課題における、個体ごとの第1選択で選択した物体刺激の選択率。

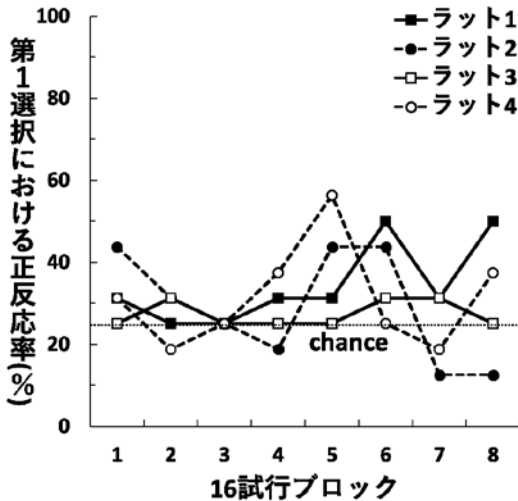


図5. 4刺激が正刺激となりうる見本合せ課題における個体ごとの正反応率 (%). 破線はチャンスレベルの25%を示す。

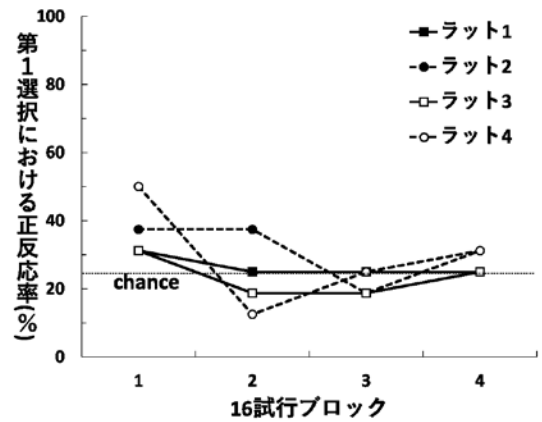


図7. 新奇的な物体刺激を使用した見本合せ課題における個体ごとの正反応率 (%). 破線はチャンスレベルの25%を示す。

$p=.01$; $p=.01$). 正刺激2とその他の項目の間に有意な差は認められなかった ($p=.15$).

2刺激が正反応となりうる見本合せ課題において認められた、同時弁別課題での正刺激に反応し続ける傾向を低減させるため、使用する4刺激すべてが正反応となりうる見本合せ課題を行った。個体ごとの第1選択での正反応率を図5に示した。破線はチャンスレベルを示す。ほぼすべての個体において、正反応率はチャンスレベルの25%付近で推移した。

4刺激すべてが正反応となりうる見本合せ課題において、第1選択目でラットが選択した物体について、図6に示した。ラット2のみが正刺激2を比較的高頻度で選択するようになった。それ以外の個体は、同時弁別課題で正反応となった刺激を選択し続けた。項目(正刺激1・正刺激2・その他)における1要因分散分析を行ったところ、主効果が認められた ($F(2, 6)=19.20$, $p=.00$, $\eta^2=.87$)。項目の主効果に対するBonferroni法による多重比較を行ったところ、正刺激1とその他

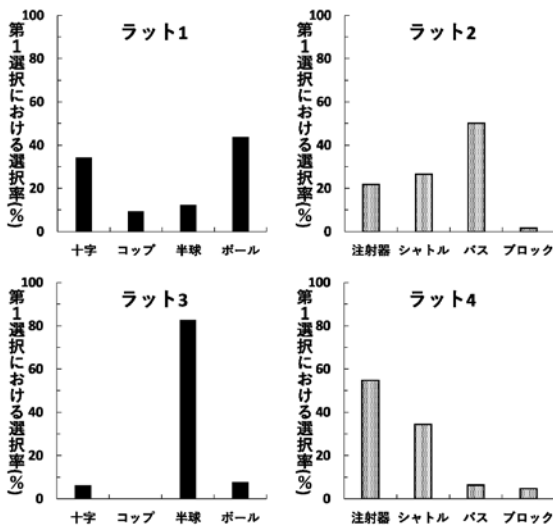


図8. 新奇な物体刺激を使用した見本合せ課題における、個体ごとの第1選択で選択した物体刺激の選択率。

の項目の間に有意な差が認められた ($p=.02$)。正刺激1と正刺激2の間、および正刺激2とその他の項目の間に有意な差は認められなかった (それぞれ $p=.12$; $p=.47$)。

同時弁別課題で正反応となった刺激を選択し続ける傾向を排除した場面での見本合せ課題の学習可能性について検討するため、新奇な項目のみを使用した見本合せ課題を行った。個体ごとの第1選択での正反応率を図7に示した。破線はチャンスレベルを示す。ほぼすべての個体において、正反応率はチャンスレベルの25%付近で推移した。新奇な項目を使用した見本合せ課題において、第1選択目でラットが選択した物体について、図8に示した。すべての個体が特定の1物体ないし2物体をよく選択した。

考察

本研究は、物体刺激の系列提示法によるラットの指示忘却手続きを開発するために、その前提となる系列提示された刺激に対する見本合せ課題をラットが遂行できるかについて検討した。ハトやサルにおいて用いられている系列プローブ再認課

題をラット用に改変した。すなわち、非霊長類の哺乳類であるラットは視覚の優位性が低い (岩崎, 1997)、ハトやサルで行われるような画像刺激を用いた検討には向いていないと考えられる。そこで、本研究では、直線道路上に物体刺激を設置し、視覚刺激だけでなく、嗅覚刺激や触覚刺激といった3次元的な情報を利用可能にすることで、ハトやサルにおける視覚刺激を用いた系列プローブ再認課題に相当する、複数の項目を同一試行内で提示するとともに、1日に複数回の試行を行うことが可能な系列的な刺激提示による記憶課題を、ラットを対象としたものへと改変することを目指して、物体刺激を用いた遅延見本合せ課題をラットが習得できるかについて検討した。

その結果、特定の刺激への選択を求める同時弁別課題においては、徐々に成績が向上し、連続2ブロックにおいて70%以上の正反応率という基準にすべての個体が達したことから、物体刺激を用いた同時弁別課題をラットは習得可能であった (図2)。一方で、提示領域に設置した物体と同じ刺激の選択を求める見本合せ課題においては遂行成績の向上が認められなかった。

ラットが同時弁別課題を習得した後、本研究では物体刺激を用いた見本合せ課題の習得を目指し、3つの段階を行った。まず、同時弁別課題で正反応であった物体刺激に加え、もう1種の物体が正反応となりうる2刺激が正反応となりうる見本合せ課題を行った。この段階では、正反応率がチャンスレベルの25%を上回り、50%程度で推移する個体が多くいた (図3)。しかしながら、この遂行成績はラットが見本合せ課題を学習していることを意味しない。なぜなら、この課題においては、正反応となりうる刺激は同時弁別課題で正反応であった正刺激1と、この課題から新たに正反応となる正刺激2の2種類のみであった。したがって、同時弁別課題と同じように正刺激1を選択し続ければ、50%の確率で報酬を獲得することが可能であった。実際、この課題において、ラットは正刺激1を最も多く選択していた (図4)。以上から、2刺激が正反応となりうる見本合せ課

題においては、これに先立つ同時弁別課題で獲得された特定の物体を選択する傾向が見本合せ課題の遂行に干渉していたと考えられる。

この特定の物体を選択する傾向からの干渉を低減するために、これまで使用していた項目群に含まれる4種の刺激すべてが正反応となりうる見本合せ課題を行った。しかし、正反応率はチャンスレベルの25%程度で推移したことから、見本合せ課題を学習したとは言い難い(図5)。この課題においても、正刺激1を選択し続ける個体が多かったことから、同時弁別課題で獲得された“特定の1物体を選択する”という傾向が、見本合せ課題の遂行に干渉していた可能性が高い(図6)。一方で、この課題においては、他の個体と比較して、ラット2が正刺激2を多く選択するようになった。しかし、正反応率が50%をこえることはなかったため、見本合せ課題を学習したのではなく、正刺激1と同じように、50%の確率で報酬が得られる刺激として、正刺激1と正刺激2をランダムに選択していた可能性が考えられる。

これらの“特定の刺激を選択し続ける”傾向を統制するために、第3段階として新奇な刺激を使用した見本合せ課題を行った。これまでの課題で全く使用しなかった刺激を用いたものの、ラットはこの課題においても特定の1刺激あるいは2刺激を多く選択していた(図8)。したがって、ラットは新奇な刺激を用いた見本合せ課題に対しても、これまでと同じ“特定の刺激に反応し続ける”という方略を採用していた可能性が高い。

本研究の手続きでは、ラットが物体刺激を用いた見本合せ課題を習得することができなかった。これは、ラットが物体刺激の記憶を保持することができないことを示すのだろうか。ラットにおける物体刺激の再認識課題の習得は、いくつかの研究において報告されている(e.g., Aggleton, 1985; Mumby, Pinel, & Wood, 1990; Rothblat & Hayes, 1987)。例えばMumby et al. (1990)は、ラットが物体刺激を用いた遅延非見本合せ課題を習得することが可能であると報告した。Mumby et al. (1990)は、両端にゴールボックスがある直線走

路型の装置を用いた。ラットを装置の中央に入れた後、一方のゴールボックスへと続くドアを開放した。ゴールボックスには見本刺激となる物体があり、物体を移動させると餌ペレットを入手できた。遅延時間の後、反対側のゴールボックスのドアが開放された。反対側のゴールボックスには、見本刺激と一致する刺激と新奇な刺激が提示され、新奇な刺激の選択には報酬が与えられた。Mumby et al. (1990)において、ラットは課題の最終盤には、遅延時間が60秒以下のとき、80%以上の正反応率で課題を遂行した。

Mumby et al. (1990)では、見本刺激と一致しない刺激の選択を正反応とする、非見本合せ課題が用いられた。見慣れた物体刺激と新奇な物体刺激を提示したとき、ラットは、見慣れた刺激よりも新奇な刺激へと接近する時間が長い傾向にあることが示されている(e.g., Ennaceur & Delacour, 1988)。したがって、非見本合せ課題はラットの生得的な傾向と合致する課題であると考えられる。一方で、本研究では見本刺激と一致する選択を求める見本合せ課題を行った。ラットの生得的な傾向と矛盾する課題であったために、習得が困難であった可能性がある。また、Mumby et al. (1990)では、見本刺激を移動させると餌ペレットを入手することができた。すなわち、Mumby et al. (1990)では、見本刺激を移動させると餌ペレットを入手することができたため、ラットは見本刺激に注意を向ける機会が確保された。これに対し、本研究では、ラットが見本刺激に対して注意を向ける動機がなかったため、見本刺激に注意を向けていなかった可能性がある。このような、見本刺激を知覚させるための工夫の欠如が、本研究における見本刺激の記憶に基づく遂行成績の低さに影響した可能性がある。以上のように、新奇な物体への探索傾向と一致しない課題設定や、見本刺激へ注意を向けさせる構造になっていなかったことが、本研究の手続きにおいて見本合せ課題をラットが習得できなかった原因である可能性が考えられる。

Cole, Simundic, Mossa, & Mumby (2019)は、階

層上の装置を用いることにより、複数の物体刺激の提示による非見本合せ課題をラットが習得したことを報告している。Cole et al. (2019) は、Mumby et al. (1990) で用いられたように、ラットの新奇な刺激への探索傾向に合致する非見本合せ課題が用いられていた。また、見本刺激付近に餌を設置することで、見本刺激へと注意を向けるよう促す工夫もなされていた。複数の物体刺激の提示による非見本合せ課題をラットが習得できたというCole et al. (2019) の結果は、見本刺激となる物体への注意の確保や、新奇的刺激の探索というラットの傾向との一致性などの、本研究で認められた問題点を解消することにより、ラットを対象とした1日に複数回の試行を行うことが可能であることを示唆するものであると考えられる。物体刺激を系列的に提示する方法による記憶課題では、物体セットを入れ替えることにより、ラットを対象とした指示忘却研究において、1日に複数回の試行を行うことが可能な手続きを構築することができると考えられる。ラットにおける記憶過程の能動的な制御の可能性について検討するためにも、課題構造等の見直しによる再検討が必要である。

引用文献

- Aggleton, J. P. (1985). One-trial object recognition by rats. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37, 279–294.
- Basile, B. M. & Hampton, R. R. (2013). Dissociation of active working memory and passive recognition in rhesus monkeys. *Cognition*, 126, 391–396.
- Cole, E., Simundic, A., Mossa, P. F., & Mumby, D. G. (2019). Assessing object-recognition memory in rats: Pitfalls of the existent tasks and the advantages of a new test. *Learning & Behavior*, 47, 141–155.
- Cohen, J. S., Reid, S., & Chew, K. (1994). Effects of varying trial distribution, intra- and extramaze cues, and amount of reward on proactive interference in the radial maze. *Animal Learning & Behavior*, 22, 134–142.
- DiMattia, B. V. & Kesner, R. P. (1984). Serial position curves in rats: Automatic versus effortful information processing. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10, 557–563.
- Ennaceur, A., & Delacour, J. (1988). A new one-trial test for neurobiological studies of memory in rats. 1: Behavioral data. *Behavioural Brain Research*, 31, 47–59.
- 岩崎庸男 (1997). 放射状迷路行動の特徴 動物心理学研究, 47, 139–144.
- Kaiser, D. H., Sherburne, L. M., & Zentall, T. R. (1997). Directed forgetting in pigeons resulting from the reallocation of memory-maintaining processes on forget-cue trials. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4, 559–565.
- Mumby, D. G., Pinel, J. P., & Wood, E. R. (1990). Nonrecurring-items delayed nonmatching-to-sample in rats: A new paradigm for testing nonspatial working memory. *Psychobiology*, 18, 321–326.
- Olton, D. S. (1978). Characteristics of spatial memory. In S. H. Hulse, H. E. Fowler, & W. K. Honig (Eds.), *Cognitive processes in animal behavior*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 341–373.
- Roberts, W. A. (1972). Short-term memory in the pigeon: Effects of repetition and spacing. *Journal of Experimental Psychology*, 94, 74–83.
- Roberts, W. A. & Dale, R. H. I. (1981). Remembrance of places lasts: Proactive inhibition and patterns of choice in rat spatial memory. *Learning & Motivation*, 12, 261–281.
- Roberts, W. A., MacDonald, H., Brown, L., & Macpherson, K. (2017). Release from proactive interference in rat spatial working memory. *Learning & Behavior*, 45, 263–275.
- Rothblat, L. A., & Hayes, L. L. (1987). Short-term object recognition memory in the rat: Nonmatching with trial-unique junk stimuli. *Behavioral Neuroscience*, 101, 587–590.
- Tu, H. W., & Hampton, R. R. (2014). Control of working memory in rhesus monkeys (macaca

mulatta). *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 40, 467-476.

Wright, A. A. (1999). Visual list memory in capuchinmonkeys (*Cebus apella*). *Journal of Comparative Psychology*, 113, 74-80.

Wright, A. A., Santiago, H. C., Sands, S. F., Kendrick, D. F., & Cook, R. G. (1985). Memory processing of serial lists by pigeons, monkeys, and people. *Science*, 229, 287-289.