

輝度弁別課題における ハトのメタ認知判断の検討

比較認知研究室 19L1071M 鷲塚 溪吾

1. はじめに

ヒトは、日常的に自身の認知状態を把握し（メタ認知）、それを手がかりに行動を変化させている。ヒト以外の種のメタ認知研究は、回避反応や情報希求反応を指標として行われてきた。ハトのメタ認知研究においては、短期記憶を用いた遅延見本合わせ課題においては否定的な結果が示唆された(Roberts et al., 2009)。しかし、同じく短期記憶を用いた遅延見本合わせ課題(Zentall & Stagner., 2010), 参照記憶課題(Iwasaki et al., 2013)において、メタ認知的な行動が示された。一方で、刺激の輝度を弁別し、明るい刺激を正答とする輝度弁別課題においては、ハトがメタ認知を有することの肯定的な証拠は得られなかった(近藤, 2022, 卒業論文)。

2. 実験 1

2.1. 目的

近藤(2022)とは逆の刺激を選ぶよう訓練した新奇個体のハトを用いて、ハトの情報希求反応を検討した。

2.2. 方法

被験体: 自由摂食時の 80~85%に体重統制したデンショバト (*Columba livia*) 4 個体(BEC, IHA, SAC, STB)を用いた。

装置: オペラント箱, タッチスクリーン, 制御用 PC を用いた。

刺激: 輝度が 5, 10, 20, 40, 80 cd/m^2 の弁別刺激。緑の星形の情報希求選択刺激を用いた。

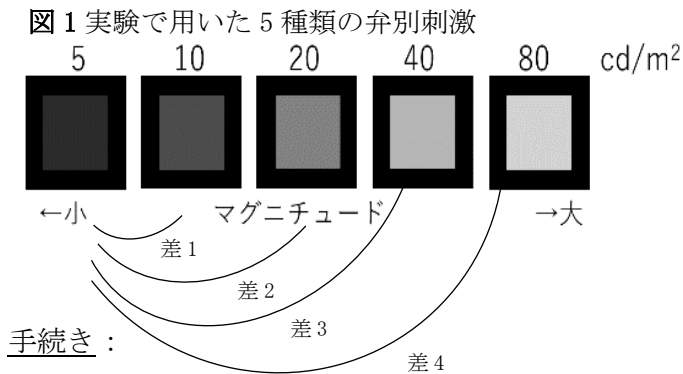


図 2 情報希求テストの課題の例



弁別刺激は左右に、情報希求刺激は画面中央に、それぞれ呈示された。

<Phase 1, 2> 輝度弁別訓練

ITI の後、輝度の異なる 2 種類の弁別刺激が同時に呈示され、より暗い弁別刺激に反応すると強化された。1 セッションは刺激の呈示位置(左右)含めた組合せ 20 条件×3 ブロック=60 試行 (強化率 1.0)。Phase 2 では、以降の Phase の強化率に合わせ、1 セッション 20 条件×5=100 試行 (強化率 0.6) に変更した。

<Phase 3> 情報希求訓練

強制情報希求試行が追加された。ITI の後、まず情報希求選択刺激が呈示された。それに反応すると正答刺激のみが呈示された。1 セッション強制輝度弁別 20 条件×4+強制情報希求 8 条件×2 ブロック=96 試行 (強化率 0.625)。

<Phase 4>情報希求テスト

ITI の後、輝度の異なる弁別刺激 2 つと情報希求選択刺激が同時に呈示される情報希求テスト試行が追加された。被験体は、1) 情報希求刺激に反応して正答刺激以外を消し、残った正答刺激に反応するか、2) 情報希求選択刺激に反応せず、弁別刺激に反応するか、選択できた。1 セッションは(強制輝度弁別 20 条件×2)+(強制情報希求 8 条件×2)+(情報希求テスト 20 条件×2)=96 試行 (強化率 0.625)。

<Phase 5>般化テスト

ITI の後、輝度が等しい弁別刺激 2 つと情報希求選択刺激が同時に呈示される等輝度条件と、左右のどちらかに弁別刺激、中央に情報希求選択刺激呈示される正答のみ条件が追加された。1 セッションは(強制輝度弁別 20 条件×2)+(強制情報希求 8 条件×2)+(情報希求テスト 20 条件)+(等輝度条件 10 条件)+(正答のみ条件 10 条件)=96 試行 (強化率 0.625)。

2.3. 結果

般化テストにおける IHA の結果は、完遂した 8 セッションまでを分析対象とした。般化テストにおける弁別刺激の組み合わせごとの情報希求選択率と誤答率を、SAC を例に図 3 に示す。また、般化テストの強制輝度弁別条件と情報希求テスト条件における正答率を、SAC を例に図 4 に示す。まず、正答率は、4 個体とも輝度差が小さくなるにしたがって誤答率が高く、難易度設定は適切であった。ハトが適切にメタ認知判断するならば、誤答率が高くなるにしたがって情報希求選択率が高くなると考えられた。また、情報希求しなかった場合はハトが正答できるとみなした課題であったと考えられることから、情報希求選択刺激がある条件において情報希求選択しなかった場合の正答率は、情報希求選択刺激が無い強制輝度弁別条件における正答率よりも高くなると考えられた。しかし、どの組み合わせにおいても、情報希求選択はほとんど見られなかった。また、強制輝度弁別条件と情報希求テスト条件の正答率に差は見られなかった。

図 3 SAC の般化テストにおける弁別刺激の組み合わせごとの情報希求選択率 (左) と誤答率 (右)

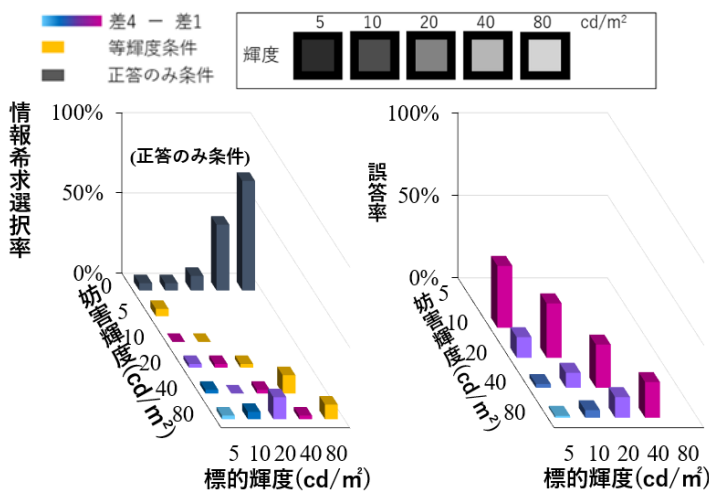
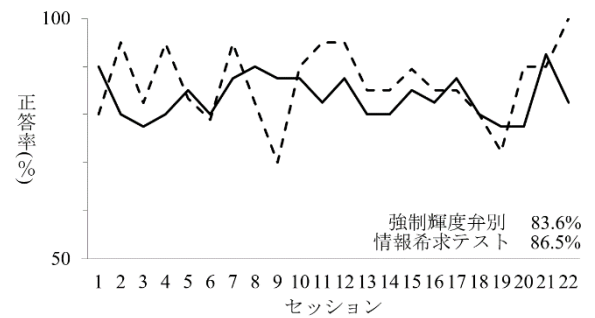


図 4 SAC の般化テストにおける強制輝度弁別条件と情報希求テスト条件の正答率



3. 実験2

3.1. 目的

弁別刺激への必要反応回数を増やすことで、条件ごとの情報希求行動のパターンを検討した (高コストテスト)。

3.2. 方法

被験体：実験 1 の般化テストを完了しなかった IHA, 体調不良により実験を中止した STB 以外の 2 個体 (BEC, SAC)のみを用いたことを除き、実験 1 と同様であった。

装置・刺激：実験 1 と同様であった。

手続き：弁別刺激への必要反応回数を 3 回にしたことを除き、実験 1 の般化テストと同様であった。

3.3. 結果

SACのデータは、完遂した4セッションまでを分析対象とした。課題条件ごとの情報希求選択率を図5に、強制輝度弁別条件における正答率と、情報希求テスト条件で情報希求選択をしなかった場合の正答率を図6に、弁別刺激の組み合わせごとの情報希求選択率と誤答率を、BECを例に図7に、それぞれ示す。ハトが適切にメタ認知するならば、情報希求選択率は、正答のみ条件、差4、差3、差2、差1、等輝度条件になるにつれて高くなると考えられた。また、課題が難しい場合に情報希求選択してテストを回避することから、強制輝度弁別条件における正答率よりも、情報希求テスト条件において情報希求選択をしなかった場合の正答率の方が高くなることが予想された。

実験1と比べ、全体的に情報希求選択数は増加した。情報希求しなければ正答が分からない等輝度条件において、情報希求する必要が無い正答のみ条件と差4~1条件よりも情報希求選択する傾向があった一方、差4~1条件における情報希求選択率はほとんど差が見られなかった。全く情報希求する必要のない正答のみ条件において、差4~1条件よりも多く情報希求選択する傾向があった。また、平均正答率、セッション間の正答率において、強制輝度弁別条件訓練と情報希求テスト条件の間に差は見られなかった。正答のみ条件、差4~1条件、等輝度条件において、画面全体が明るい場合に情報希求選択率が高い傾向にあった。強制輝度弁別条件における誤答率の増加は、実験1のTest 1,2と同様、画面全体の輝度ではなく、輝度差の減少に従っていた。すなわち、誤答率が高くなるにしたがって情報希求選択率が高くなる傾向は見られなかった。

図5 高コストテストにおけるBECの条件ごとの情報希求選択率

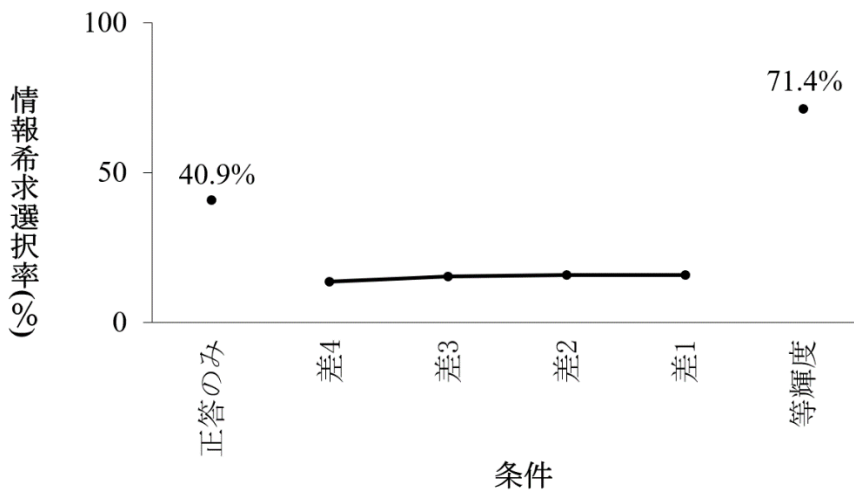


図6 高コストテストにおけるBECの強制輝度弁別試行と情報希求テスト試行での正答率

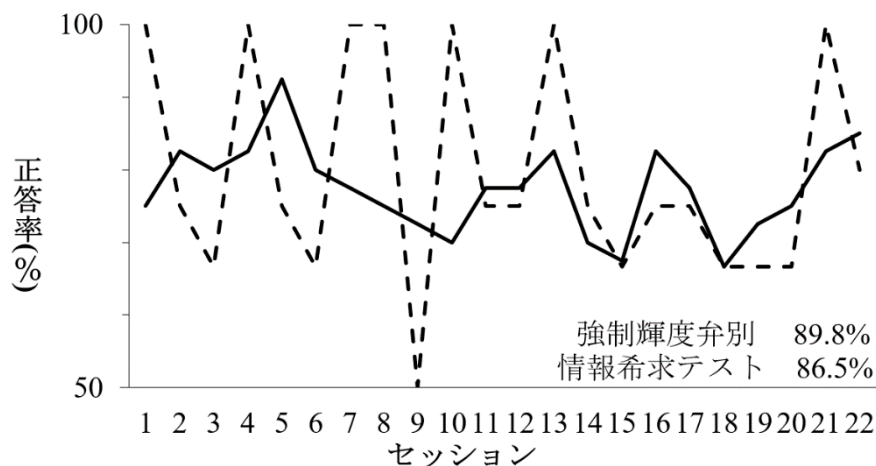
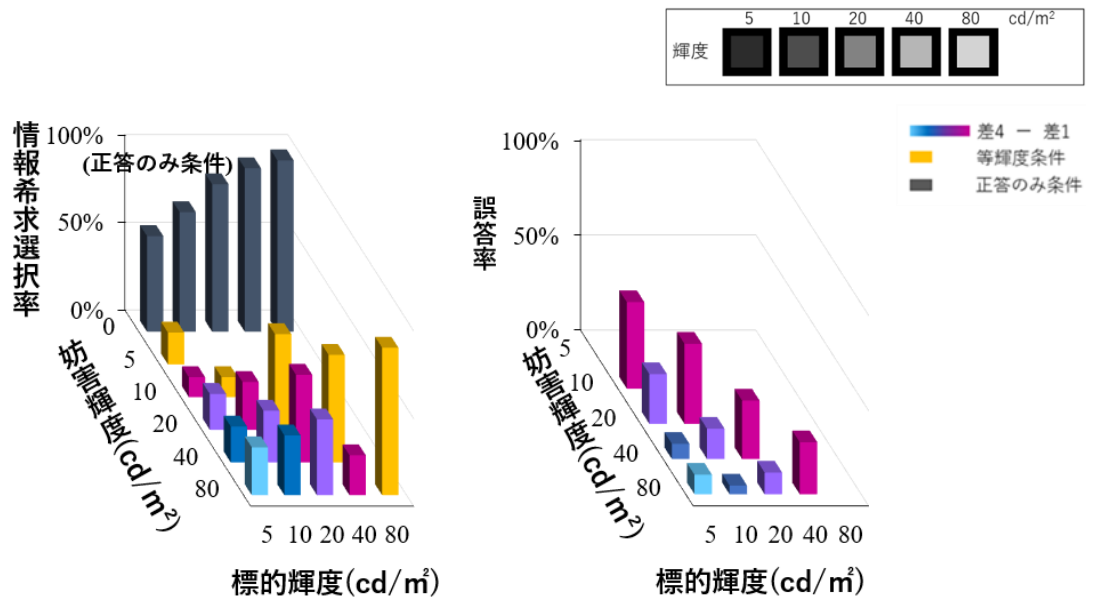


図7 BECの高コストテストにおける弁別刺激の組み合わせごとの情報希求選択率（左）と誤答率（右）



6. 総合考察

本研究では、輝度弁別課題を用いて、ハトのメタ認知を検討した。ハトが適切にメタ認知するならば、課題難易度が高くなるにつれて情報希求選択率が高くなると考えられた。また、正答率は、情報希求テスト条件において情報希求しなかった場合のほうが、強制輝度弁別全体よりも高くなると考えられた。

実験1では、どの個体においても、情報希求選択はほとんど見られなかった。また、課題の難易度に応じて情報希求反応を調整する傾向は極めて小さかった。そこで、実験2では、IHA, STBを除く2個体を用いて、弁別刺激への必要反応回数を3回に増やし、相対的に情報希求選択のコストを下げることで、情報希求選択のパターンを検討した。

実際、情報希求選択率は増加した。また、情報希求選択率は課題難易度ではなく画面全体の明るさに追従していた。このことから、情報希求選択刺激と弁別刺激を混同していた可能性が考えられた。したがって、ハトは輝度弁別課題において、弁別刺激の輝度ではなく画面全体の輝度を手がかりに課題を遂行する傾向があることが示唆された。そうであるならば、輝度を持つ情報希求選択刺激を弁別刺激と同時に画面に呈示した近藤(2022)及び本実験の手続きは、ハトのメタ認知能力を測っていなかった可能性がある。

一方で、本実験1で情報希求反応が見られなかった要因として、ハトにおいて、不確実性が比較的高い状況であっても、すぐに報酬を得られる可能性があるならば、比較的時間を要する情報希求選択をしない方が生存に有利である可能性も考えられる。特に、本実験1の差4~1条件と等輝度条件においては、情報希求選択なしでも中程度以上の確率(少なくとも50%)ですぐに報酬を得ることができるため、情報希求選択をほとんどしなかったことが考えられる。その場合、ハトがメタ認知を有しており、情報希求選択肢を弁別刺激と混同しないような方法で呈示しても、情報希求選択が見られない可能性がある。

本研究では、ハトが、画面上の物理的な情報を手がかりに情報希求選択していたことが示唆された。この傾向は、ハト以外の種においても見られるかもしれない。したがって、メタ認知実験をデザインする上では、情報希求などのメタ認知的行動の選択肢の呈示方法及び時間的・行動的コストを考慮しなければならず、本研究はその重要性を示した。