

ネコの数量弁別と鏡映像無視／利用に関する実験研究 An Experimental Study on Quantity Discrimination and Mirror Image Neglect and Usage in a Cat (*Felis catus*)

高橋 薫子^{†,1}, 川合 伸幸^{†,‡,2}
Kaoruko Takahashi, Nobuyuki Kawai

[†]名古屋大学, [‡]中部大学創発学術院
Nagoya University, Chubu University Academy of Emerging Sciences
¹ takahashi.kaoruko@j.mbox.nagoya-u.ac.jp, ² kawai@is.nagoya-u.ac.jp

概要

ネコは、目の前にある多い餌を獲得する能力、鏡を利用して、目の前にはない多い餌を選択する能力、さらに鏡に映った餌の量が無視する能力があるだろうか。本研究では数量弁別課題中に鏡で量の錯覚を生じさせたところ、ネコは鏡映像の餌の個数を無視できることがわかった。これに加え鏡映像のみを手がかりとした数量弁別課題において、数量が多い方を正しく選択できたことから、ネコは1) 数量弁別できること、2) 鏡映像を利用して数量が多い方を選択できること、3) ただし鏡に映った餌は数量に含めないことが示唆された。

キーワード：イエネコ (*Felis catus*)、鏡 (mirror)、数量 (quantity)、道具的利用 (instrumental use)

1. はじめに

心理学や認知科学において、動物の鏡映像認知に関して様々な研究が行われている。

1970年にGallupによって鏡像自己認知テストが開発されてから、多くの動物で鏡に映る映像を自己と認識可能か否かが検証された[1]。しかしこの鏡像自己認知テストを類人猿以外の霊長類が突破することは難しかった。しかし、新世界ザルのマーモセットが、自己認知テストは通過しないものの、鏡映像を道具として利用できることが2006年に明らかとなった[2]。さらに2020年には二種のサル（フサオマキザル、トンケアンモンキー）が二つのうち多い方の餌を選択する課題において、片方に鏡を挿入し、鏡映像により餌が実体より多く見えることを理解して、鏡映像に騙されず実体として多い方の餌を選択できることが示された[3]。鏡映像から形や空間の情報を利用できる可能性が示唆されている。

本研究ではネコを対象とし、鏡映像を理解しているかを検討する。その理由は、一般社団法人ペットフード協会による調査によれば、2017年以降日本においてネコがイヌより多く飼育されており[4]伴侶動物としての存在感を確立しているが、イヌに比べネコを対象とした研究は数少ないためである。伴侶動物の認識世

界を知ることは、ヒトと共存する家畜化においてどのような進化が生じたかを知るうえで重要である。しかし、ネコを対象とした数量弁別課題は3例しか実施されておらず、鏡映像の認識に関してはまったく明らかになっていない。

そこで本研究ではまずネコを対象に相対的数量弁別可否を検証する数量テストを行った。数量テストでは、二つの箱に異なる個数の報酬刺激を設置し、ネコにどちらかを選択させる課題を実施した。課題では個数と数量の差の比率を変えた五つの条件を設けた。これらに加えて、鏡映報酬無視テストでは数量弁別課題中に鏡映像を無視できるかを検討する試行をプローブテスト方式で挿入した。映像を用いた数量弁別テストでは鏡映像を利用可能か検討するため、鏡に映る二つの箱に異なる個数の報酬刺激を設置し選択させる数量弁別課題を実施した。ネコが数量弁別能力と鏡映像の認識能力、鏡映像の実体との区別が可能であれば、三つの実験においてチャンスレベルより有意に報酬刺激の多い方を選択すると予想された。

2. 方法

実験参加者

実験経験のないイエネコ1匹（およそ4歳、メス）

実験装置

高さ5cm×幅11cm×奥行き21cmの箱を二つ用意した(図1)。



図1. 数量テスト・鏡映報酬無視テストの実験装置

刺激

日常の餌である直径約 2cm の魚肉ソーセージを厚さ 1mm 程度に輪切りし、さらに 4 等分したものをを用いた。実験 3 のダミー刺激として日常のおもちゃであるプラスチック製のみかん (直径約 2cm) を用いた。

手続き

【数量テスト・鏡映報酬無視テスト共通】

被験体が見ている状態で実験装置の左右の箱にそれぞれ異なる個数の刺激を置き、被験体を実験装置の正面から近づけた (図 2)。

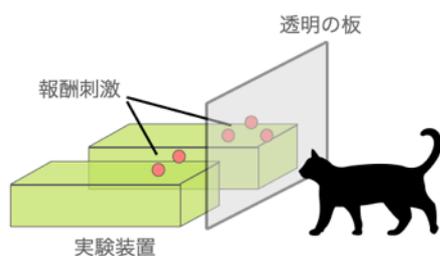


図 2. 被験体を実験装置に近づけた様子

実験装置の正面に設置した透明の板まで被験体が近づいてから、左右の箱を同じ時間だけ見るように不透明な紙で片方の箱を隠し左の箱から交互に 2 回ずつ提示した。その後透明の板を外しどちらかを選択させた。選択した方の刺激は報酬として与え、選択されなかった方の刺激は与えず回収した。

【数量テスト】

一度に連続で 4 回行い、4 試行を 1 セットとした。空腹状態で実験を行うため食事の時間から 4 時間以上あけて 1 日に 2 セット実施した。刺激の個数は左右で偏りが無いよう無作為に入れ替えた。刺激の個数を変えた五つの条件で実験を行った。各条件と実験期間、試行回数は表 1 に示した。

1 対 5 条件 (1 回目)、1 対 3 条件、2 対 3 条件 (1 回目)、3 対 4 条件、1 対 2 条件、2 対 3 条件 (2 回目)、1 対 5 条件 (2 回目) の順に実験を開始した。

1 対 5 条件 (1 回目)、1 対 3 条件の実施期間は少ない方の刺激を選択した場合、選択した刺激を与えた後にタイムアウトとして 5 分間実験装置に近づけないようにした。

3 対 4 条件は個数の差が相対的に小さいため、実験開始前に 1 対 2 条件を 5 回実施した。

【鏡映報酬無視テスト】

左右どちらか一方の装置の中央に、奥行きが同じに見えるように高さ 9cm × 幅 10cm の鏡を設置した。鏡判別の際の視覚的手がかりを減らすため、鏡と仕切り板の上部に高さ 3.5cm の不透明の紙を挿入した。

実験はプローブテスト方式で行い、数量テストの 2 対 3 条件を 4 試行実施する最中に、鏡映報酬無視テストの 1 試行を実施した。実施するタイミングが偏らないよう、何試行目に実験 2 を行うかは無作為に事前に決定した。

表 1. 数量テスト、鏡映報酬無視テスト各条件の実験期間、試行回数

条件	実験開始日	実験終了日	試行回数
1 対 5	2020年1月11日, 2021年4月28日	2020年1月14日, 2021年5月26日	224
1 対 3	2020年1月15日	2020年3月30日	84
2 対 3	2020年3月31日, 2020年11月1日	2020年7月19日, 2020年12月7日	172
3 対 4	2020年7月21日	2020年10月31日	612
1 対 2	2020年9月27日	2020年12月7日	496
2 (鏡) 対 3	2020年11月12日	2020年12月7日	23

【鏡映像を用いた数量弁別テスト】

筒状の箱の左右に二つの箱を設置し、正面に高さ 150cm × 幅 75cm の鏡を設置し、鏡映像を利用しないと報酬刺激の位置を確認できないようにした (図 3)。透明なプラスチック製の板で筒状の箱を塞ぎネコを箱の中で待機させ、報酬刺激とダミー刺激、もしくは異なる個数の報酬刺激を左右の箱に置いた。

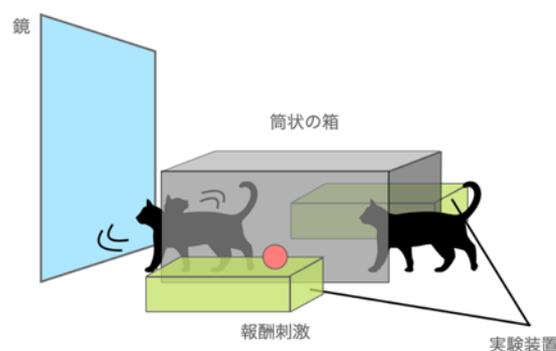


図 3. 鏡映像を用いた数量弁別テストの実験装置

一度に連続で 8 回行い、8 試行を 1 セットとした。刺激の個数は左右で偏りが無いよう無作為に入れ替えた。

刺激の個数を変えた三つの条件で実験を行った。各条件と実験期間、試行回数は表2に示した。

表2. 鏡映像を用いた数量弁別テスト各条件の実験期間、試行回数

条件	実験開始日	実験終了日	試行回数
0 : 1	2021年2月15日	2021年4月18日	274
ダミー : 1	2021年4月19日	2021年5月3日	120
ダミー : 1 (サングラス+マスク)	2021年5月13日	2021年6月2日	120
1 : 5 (サングラス+マスク)	2021年5月28日	2021年6月15日	152

匂いの強さが選択に影響しないよう左右の実験装置の下に刺激を5個ずつ入れた。実験者の視線が選択に影響しないよう、サングラスとマスクを装着した状態で実施した(図4)。

ダミー餌条件は実験者がサングラスとマスクをしない状態と装着した状態で実施したものを区別した。0対1条件、ダミー餌条件、ダミー餌条件(サングラス+マスク)、1対5条件(サングラス+マスク)の順に実験を開始した。



図4. サングラスとマスクをした実験者

3. 結果

【数量テスト】

多肢選択数と右選択数についてそれぞれチャンスレベル(50%)との二項検定を実施した。また効果量についてCohen's h を算出した。現時点では各条件の試行回数にばらつきがあるため、最も多く実施した3対4条件と同じ試行回数となるようデータを追加する予定である。現時点での各条件の多肢選択数、右選択数の平均値および標準誤差を図5に示す。

二項検定の結果、すべての条件で多肢選択数がチャンスレベルより有意に多かった(1対5条件, $z = , p < .01, h = 0.58$; 1対3条件, $z = 3.93, p < .01, h = 0.63$; 1対2条件, $z = 11.23, p < .01, h = 0.75$; 2対3条件, $z = 6.25, p < .01, h = 0.70$; 3対4条件, $z = 5.98, p < .01, h = 0.35$)。ネコは1対5条件, 1対3条件, 1対2条件, 2対3条件, 3対4条件について数量が多い方を選択した。

また、すべての条件で右選択数がチャンスレベルとの差は有意ではなかった(1対5条件, $z = 0.94, p > .10, h = 0.09$; 1対3条件, $z = 0.43, p > .10, h = 0.07$; 1対2条件, $z = 0.27, p > .10, h = 0.02$; 2対3条件, $z = 1.37, p > .05, h = 0.15$; 3対4条件, $z = 0.81, p > .10, h = 0.05$)。選択において左右の偏りは見られなかった。

【鏡映報酬無視テスト】

鏡に映る4個(実際には2個)より3個を選択した数を多肢選択として、多肢選択数と右選択数についてそれぞれチャンスレベル(50%)との二項検定を実施した。また効果量についてCohen's h を求めた。現時点では実験1の各条件との試行回数にばらつきがあるため、最も多く実施した3対4条件と同じ試行回数となるよう試行回数を追加する予定である。現時点での多肢選択数、右選択数の平均値および標準誤差を図5に示す。

結果として、3個を選択した回数は有意に高かった($z = 2.71, p < .01, h = 0.85$)。鏡に映る数ではなく実際の刺激の個数が多い方を選択した。また右選択数については有意でなかった($z = -0.63, p > .10, h = -0.19$)。選択において左右の偏りは見られなかった。

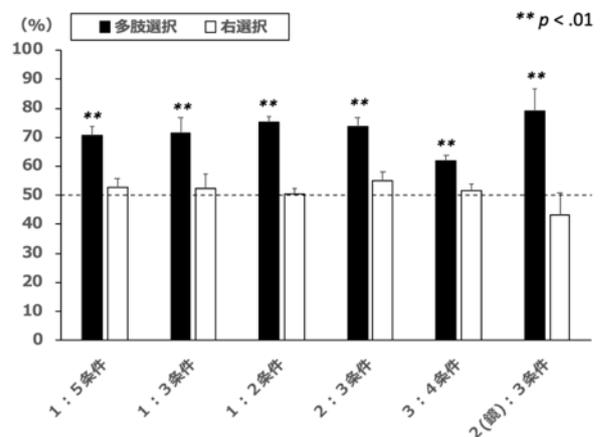


図5. 数量テスト, 鏡映報酬無視テスト各条件の多肢選択数, 右選択数の平均値 (エラーバーは標準誤差, 点線はチャンスレベル)

【鏡映像を用いた数量弁別テスト】

多肢選択数と右選択数についてそれぞれチャンスレベル(50%)との二項検定を実施した。また効果量についてCohen's h を求めた。各条件の多肢選択数, 右選択数の平均値および標準誤差を図6に示す。

結果として、すべての条件において有意に多肢選択をした(0対1条件, $z = 10.63, p < .01, h = 0.99$;

ダミー餌条件, $z=5.48$, $p<.01$, $h=0.74$; ダミー餌条件 (サングラス+マスク), $z=6.02$, $p<.01$, $h=0.82$; 1対5条件 (サングラス+マスク), $z=3.73$, $p<.01$, $h=0.43$). またすべての条件で右選択数については有意でなかった (0対1条件, $z=1.57$, $p>.10$, $h=0.13$; ダミー餌条件, $z=0.00$, $p>.10$, $h=0.00$; ダミー餌条件 (サングラス+マスク), $z=0.55$, $p>.10$, $h=0.07$; 1対5条件 (サングラス+マスク), $z=1.14$, $p>.10$, $h=0.13$). 選択において左右の偏りは見られなかった。

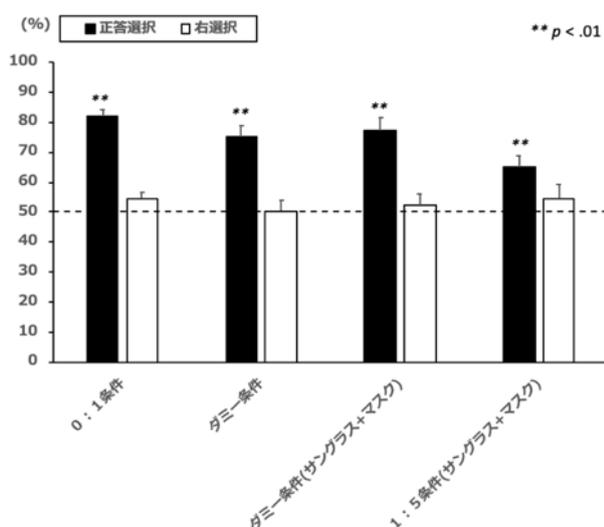


図6. 鏡映像を用いた数量弁別テスト各条件の多肢選択数, 右選択数の平均値 (エラーバーは標準誤差, 点線はチャンスレベル)

4. 考察

本研究の数量テストの結果より, イエネコは目の前に餌がある場合, より多い報酬刺激を有意に多く選択できることが示された. 次に鏡映像を用いた数量弁別テストの結果より, マーモセット同様にイエネコは鏡映像を利用して目の前に餌がない場合であっても, より多い報酬刺激を有意に多く選択できることが示された. そして鏡映報酬無視テストの結果より, サルと同様にイエネコは鏡映像を選択すべき数量から除外し, 実体のみを対象として有意に多い方を選択できることが示された. 今後試行回数を均等にするためデータを追加することで, より明白な結果が出ることが予想される. 数や量の大小を区別することは, 自然界においてより多くの餌を獲得したり, より大きく安全な群れに合流したりする上で重要だと考えられ[5], イエネコを用いた数量弁別の先行研究として, 訓練の結果2個

と3個のドットの区別が可能であったこと[6]や数やサイズの異なる餌の量を区別できること[7]が明らかとなっている. さらにBánszegiら(2016)の研究では1対4, 1対3など餌の個数の比率が0.5より小さい(比率<0.5)場合と2対3, 3対4など比率が0.5より大きい場合(比率>0.5)について正答率を比較し, 比率が0.5より小さい(比率<0.5)場合に有意に多い方を選択できたことを示した[8]. 本研究の結果ではBánszegiら(2016)の結果と異なり, 数量の比率0.20(1対5条件), 比率0.33(1対3条件), 比率0.50(1対2条件)に加え, 比率0.66(2対3条件), 比率0.75(3対4条件)の全ての条件で有意に多肢選択を行った. 本研究において比率の大きい数量の弁別においても正しい選択が可能となった背景には, 条件ごとの試行の順番が影響した可能性がある. イエネコにおいて比率の小さいものから順に学習を行うことで比率の大きい組み合わせの場合も数量の相対的な弁別が可能であることが示唆されたと考える.

また鏡映像を用いた数量弁別テストではイエネコが鏡映像のみを手がかりとして, 数量弁別課題(0対1条件, 1対5条件)とダミー餌条件で正しい選択をした. ダミー餌条件については実験者がサングラスとマスクで顔を覆った場合をそうでない場合と比較するとどちらも同じ程度の効果であり(ダミー餌条件 $z=5.48$, $p<.01$, $h=0.74$; ダミー餌条件(サングラス+マスク), $z=6.02$, $p<.01$, $h=0.82$), 実験者の視線が選択に与えた影響は小さいと考える. ダミー餌条件で有意に正しく選択できていることから, 食べ物ではないダミー刺激と報酬刺激の区別ができることが示唆された可能性がある. このことからイエネコが鏡映像について幾何学的に理解していることを示唆する結果であると考えられる.

そして鏡映報酬無視テストにおいてイエネコが実体の数量が多い方を有意に多く選択した平均値79.17%は, 二種類のサルによる先行研究全体の平均値72.81%[3]を上回っており, 同じ程度の水準で鏡映像を無視したことを示していると考えられる. このことからイエネコでも鏡映像を無視する能力があることを示唆する結果であると考えられる. これに加えて鏡映像を用いた数量弁別テストの結果より鏡映像を利用できると考えられる. このことから, イエネコは鏡映報酬無視テストの鏡映像について, 鏡映像内の刺激を認識した上で鏡映像の無視を行い, 実体が多い方を選択した可能性がある. 鏡のある方の刺激を見なかったのではなく, 鏡を利用して両方の選択肢を見なければ, この

課題で正しく選択できない。すなわち、イエネコは鏡を利用して二つの選択肢の多い方を選ぶことが可能であることを示している。

数量弁別課題、鏡映像を用いた数量弁別テスト、鏡映報酬無視テストにおいてチャンスレベルより有意に報酬刺激の多い方を選択したことから、ネコが数量弁別能力と鏡映像の認識能力、鏡映像の実体との区別が可能であると示されたと考えられる。

5. 文献

- [1] Gallop GG Jr. (1970). "Chimpanzees: self-recognition." *Science*, **167**, 86-87.
- [2] Heschl, A., Burkart, J. (2006). "A new mark test for mirror self-recognition in non-human primates." *Primates*, **47**, 187-198.
- [3] Hirel, M., Thiria, C., Roho, I., & Meunier, H. (2020). "Are monkeys able to discriminate appearance from reality?" *Cognition*, **196**, 104123.
- [4] 一般社団法人ペットフード協会 (2020). 2020年(令和2年)全国犬猫飼育実態調査 結果 2020年12月23日<<https://petfood.or.jp/topics/img/201223.pdf>> (2021年4月24日)
- [5] Irie, N., Hasegawa, M., & Kutsukake, N. (2018). "Unique numerical competence of Asian elephants on the relative numerosity judgment task." *Journal of Ethology*, **37**, 111-115.
- [6] Pisa, E. P., Agrillo, C. (2009). "Quantity discrimination in felines: a preliminary investigation of the domestic cat (*Felis silvestris catus*)." *Journal of Ethology*, **27**, 289-293.
- [7] Chacha, J., Szenczi, P., González, D. et al. (2020). "Revisiting more or less: influence of numerosity and size on potential prey choice in the domestic cat." *Animal Cognition*, **23**, 491-501.
- [8] Bánszegi, O., Urrutia, A., Szenczi, P., & Hudson, R. (2016). "More or less: Spontaneous quantity discrimination in the domestic cat." *Animal Cognition*, **19**, 879-888.