

2020. 7. 9 開催
第3回アカデミックカフェ
「動物にころはあるか？」

魚にもころはあるか？

理学研究科 教授 幸田 正典

概要 我々は魚類(ホンソメワケベラという熱帯魚)が鏡の姿を自分だと認識することを世界で初めて発見した[1]。次の課題として、魚がどのように自己鏡像を認識しているのかについて、ヒトのように自己のイメージに基づくのか、それとも魚類独自の方法で行うのかを実験により調べた。なんと、魚もヒトと同様に自分の顔がわかり、その顔のイメージと照らして鏡像を自分と認識していたのだ。この自己鏡像の認識様式の解明も動物では世界初の成果である。自分の顔に基づく自己認識は、魚が自己意識を持つこと、つまり魚にもヒトに近い「ころ」が存在する可能性を示唆している。

キーワード: 鏡像自己認知, 他者認知, 自己意識, 顔認識, 高次認知能力。



会場の様子

1. 心とは何だろうか

誰もがヒトには心があると認めるだろう。イヌやネコを飼ったことのある人なら、おそらく彼らにも心があると認めるだろう。そもそも心とは何だろうか？痛いと感じれば心があると認める例もある。しかし、物事の理解力の程度や感情も関与するため、心の捉え方は様々で簡単に定義はできない[2]。心の階層分類もなされている[3]。その中でもヒトの心のような高次の心は、「自己意識」を持つ心、つまり自分がわかる心であるとされる[2, 3, 4]。この考えでいくと、動物に高次の心があるかどうかは、動物に自己意識があるかどうか、と言い換えることができる。

言葉を話さない動物の自己認識の能力は、どうしたら確認できるだろうか。その方法の1つが、鏡に映る姿が自分と認識できるかどうかの検証である。この検証ができれば、その動物には自分を認識できる自己意識があると言える。

2. 鏡像自己認知

鏡に映る姿が自分だと認識ができる(＝鏡像自己認知)動物は、チンパンジーなど大型類人猿・

イルカ・ゾウ・カラス類など少数の動物に限られる[2, 3, 4](図1)。



インドゾウ チンパンジー カササギ

図1 鏡像自己認知ができる動物たち。

初めて鏡を見たとき、彼らは鏡に映る姿に対し攻撃や挨拶行動をする。鏡像を他個体だと思っているのだ。しばらくすると、鏡の前で不自然な行動を繰り返す。鏡像が自分かどうかを確認する。その後、自分の顔、喉、口の中や背中など、普段見えない箇所を、鏡を使って観察する。この時鏡の姿が自分だと認識していると考えられている。しかし、これだけでは、鏡像認知の実証にはまだ弱い。そこでマークテストが行われる。このテストは鏡を長時間見せた個体を対象に、鏡がないと見えない、顔、おでこ、喉などにマークをつける。もし鏡を見せた時だけそのマークを直接触れば、そのマークが自分の鏡像についており、それが自分であるとわかっている証拠になる。そうでないと、自分の額のマークを直に触ることはできない。先ほどの動物はすべてこのテストに合格している。

ある日、ホンソメワケベラ(以後ホンソメ)に鏡を見せてみた。この魚はかなり賢いことが知られている。ホンソメも鏡を攻撃し、確認し、そして、なんと自分の顔を何度も覗いたのだ。ひょっとしたら、魚が鏡像を自分だとわかっているかもしれない。しかしそんな話、一度も聞いた事がない!

3. ホンソメでのマークテスト

この魚 18 個体でマークテストを行った。掃除魚と呼ばれるホンソメは、魚の体につく寄生虫をとって食べる。そこで寄生虫に似た茶色いマークを喉につけた(図 2 a)。ホンソメは鏡がないと喉のこの寄生虫似のマークを自分で見ることはできない。

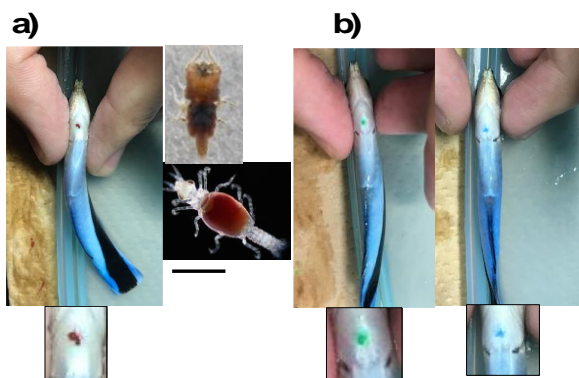


図 2. ホンソメワケベラの喉へのマーク. a): 寄生虫に似た茶色マークと寄生虫. スケールは 1mm. b): 寄生虫に似ていない青色マークと緑色マーク.

実験は、鏡はあるが何も操作はしていない実験 1, 透明な擬似マークを付けた実験 2, 茶色マークは付けたが鏡がない実験 3 (以上, 対象実験), そして茶色マークを付け、鏡がある本実験である(図 3)。ホンソメがもし最後の本実験だけで喉のマークを擦ったら、鏡の喉のマークがついているのは自分だと、鏡を見て認識していること、つまり鏡像自己認知が証明できたことになる。

4. マークテストの結果

実験 1 ではまったく喉を擦らなかった(図 3)。ホンソメは普段は喉を擦らない事がわかる。実験 2 でも擦らなかった。透明マークに色はなく、注射による痛みや痒みもない事がわかる。実験 3 では茶色マークはあるが、鏡がないためマークを見ることができない。その時もまったく擦らなかった。茶色マーク自身にも痒みや痛みがないことが示された。いよいよ本実験である。この時ホンソメははじめて鏡でマークを見て、マークを擦ったのである! このマーク擦りは、ホンソメが鏡像を見て、自分の喉に寄生虫がいると認識しないとできない行動である。この実験により、この魚が鏡像を自分だと認識していることが証明された。実

験したのべ 18 個体のうち 17 個体(=94%)が合格した。

マークテスト		結果 (喉を擦った個体の割合%)
マークなし (実験 1)		0% (0/18)
擬似マーク (実験 2)		0% (0/12)
茶色マーク (実験 3)		0% (0/18)
茶色マーク (本実験)		94% (17/18)

図 3. 鏡を 1 週間見せた個体で実験。喉マークが見えない実験 1-3 では、実験魚は喉を擦らない。喉マークが鏡に見える本実験では、マークを擦り落とそうと何度も底で擦る。この行動は、鏡像のマークが自分の喉に付いていると認識していないとできない行動である。

実はホンソメのように、実験したほぼ全個体が鏡像認知をできた動物は 1 例もない。チンパンジーで 40%, ゾウでも 30%である。なぜだろう? ホンソメのマークは彼らが除去したくて仕方ない寄生虫にそっくりなのだ。これに対し、今までの実験では赤い点などの意味のないマークが使われていた[5, 6]。彼らには、マークを触って取る強い動機がないのだ。マークの意味の有無が効いているようだ。そこでホンソメにも、寄生虫に似てない意味のない青や緑のマークを喉につけ、別の 5 匹で同じように実験をした(図 2 b)。思った通り、誰も青や緑を擦らないし、そもそも鏡の喉のマークを見もしない。茶色のマークはちゃんと分かっているのだから、喉の緑や青のマークも見えている。しかし、興味がないので気にしないのだ。

この結果が暗示することは大きい。これまでマークテストで不合格だった動物はイヌ・ネコ・ブタ・サル類など 100 種を超える。いずれも意味のないマークが使われている。実は意味のあるマークを使ったのは、我々が世界で初めてなのである。青・緑マークの結果は、これまでの実験でも意味のあるマークを使えば、合格する種類がもっと増える可能性が期待される。私はイヌもネコも、おそらく鏡像自己認知ができると予想している。

5. どのように鏡像を認識しているのか?

動物が鏡の自分の姿をどのようにして認識しているのかは、さらに面白いテーマであるし、鏡像自己認知の新たな証拠にもなる。自己鏡像の認識

過程には大きく2つの仮説がある。1つ目はヒトのように鏡像そのものを見て、自分だと認識できるとの説。2つ目は本人と鏡像の動きの同調性から、鏡像を自分と同じ動きをする「変な」個体とみなすとの説である。この仮説2の場合は、自己意識は認められないことになる。では動物はどちらなのだろうか？残念ながら動物研究の例はないのだ。まず仮説1か2のどちらが正しいかをホンソメで実験した。



図5 ホンソメワケベラ6個体の顔と全身写真。顔のソバカス模様は個体ごとに異なる。

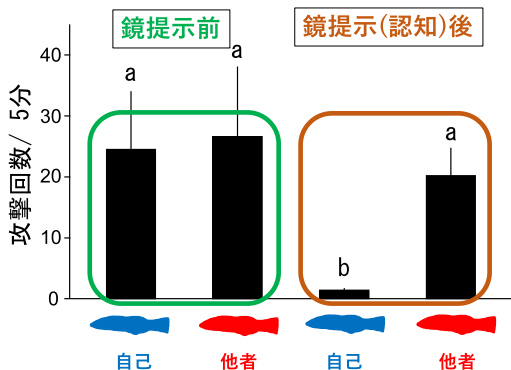


図4 鏡を見る前後でのホンソメワケベラの写真への反応。

鏡を見たことのないホンソメに、自分の全身写真と、未知個体の全身写真を見せた(図4)。ホンソメには未知個体を攻撃する習性がある。鏡を見ていない個体は自分の写真も、未知個体の写真も激しく攻撃した。鏡を見る前は、当然ながら自分の写真を自分と認識できないのだ。では自己鏡像認知ができ、自分の鏡像を攻撃しなくなった個体ではどうだろう。そんな個体に自分の写真と未知の他人の写真を見せたところ、他人の写真は激しく攻撃するが、自分の写真は攻撃しなかった。自分の写真は自分だとわかっているのだ。これでホンソメの場合は仮説1が当てはまることが示された。写真を使った今回の実験は、動きの同調性は関係なく、仮説2は完全に否定された。

ではホンソメは自分の写真のどこを見て自分だと判断しているのだろうか？我々の考えではそれは、全身でもなく、顔である。というのもヒトや霊長類などと同様に、多くの社会性魚類も他個体の識別は、個体特有の顔や顔模様でしているのだ[7]。ホンソメもきっと個体ごとに異なる顔の模様で個体識別しているに違いない。そこでホンソメの顔を調べて見たらやっぱりそうだ。顔には個体特有のソバカス模様があるが、体にはない(図5)。

この顔認識仮説を証明するために次の4つの写真を作成し、鏡像認知するホンソメにランダムに見せた：1) 自分の写真、2) 顔は自分で体は他人、3) 顔は他人で体は自分、4) 全身他人の写真である(図6)。もし写真1)と2)を攻撃せず、写真3)と4)だけを攻撃すれば、その個体は自分の顔で自分の姿を認知していることになる。その結果は予想通りだった。攻撃しなかったのは、1)と2)、激しく攻撃したのが3)と4)だった。この結果はホンソメが、鏡像が自分かどうかを識別する際、顔に基づいて行なうことを明白に示している。ホンソメは、鏡像の顔が自分の顔かどうかを見て判断している。これはヒトの場合と極めてよく似ている。

実験中はワクワク・ドキドキの連続の毎日であった。動物が自己顔で鏡像認知するのが示されたのは、なにせ世界で初めてのことなのだ！しかも相手は魚である！まさかまさかの連続である。前回の魚の鏡像認知の発見に続いて、世界の常識がさらに覆った瞬間だった。

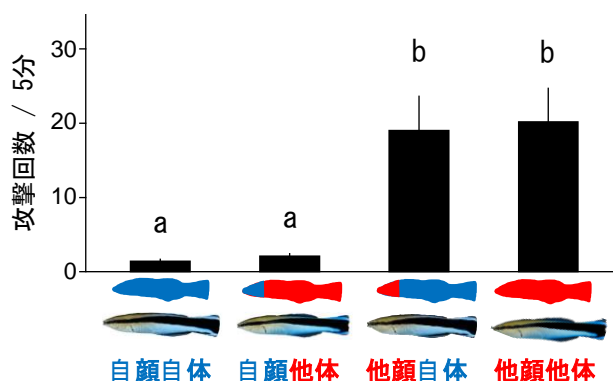


図6. 4つの写真に対するホンソメワケベラの反応。自分の顔の写真(青い顔)には寛容であり、他者顔(赤い顔)の写真には攻撃的である。この結果は、この魚は顔で自己鏡像を認識することを示す。a-a、b-b間は無差、a-b間では有意差あり。

6. 魚にも心はあるか？

ヒトの鏡像認知の過程は仮説1が当てはまり、この認知は自己の映像的イメージ(心的表象=心象)がないとできない。自己顔という心象を持ち自己認知するヒトは、自己意識があるとみなされる。ホンソメもヒトと同様に自己顔を認識し、鏡像自己認知をしている。つまり、魚は自分の顔という映像イメージ、心象を持っていると言える[5]。ヒトのように自己の心象を持ちかつ自己認識することから、ホンソメにも自己意識があり、ヒトに近い心を持っている可能性が高いと言えそうだ。

実は哺乳類や鳥類も、視覚により他者の顔に基づいて個体識別をしている種が多い。脊椎動物の祖先に近い魚と我々ヒトが、自己顔という心象により、同じように鏡像認知しているわけだ。となると鳥類や哺乳類も顔を使って鏡像認知していることは十分にありそうだ。さらに最近の脳神経科学は、魚から霊長類まで脊椎動物全体での脳構造・神経領域・神経回路は相同であり、機能面の高い類似性も示している[8]。どうやら多くの脊椎動物もヒトのような自己意識のある心を持つだろうと仮説が立てられそうだ。大切なことはこれら検証研究をうまく展開させていくことである。これができれば動物の捉え方が大きく覆されることだろう。大いに楽しみである。

参考文献

- [1] Kohda et al. (2019) If a fish can pass the mark test, what are the implications for consciousness and self-awareness testing in animals. Plos Biol. 17: e3000021.
- [2] キーナン, JP (2006) うぬぼれる脳。(鏡の中の顔と自己意識) 山下篤子訳 NHK ブックス
- [3] ドゥ・パール F (2016) 動物の賢さがわかるほど人間は賢いのか。柴田裕之訳 紀伊国屋書店
- [4] 板倉昭二 1999 自己の起源。金子書房
- [5] ドゥ・パール (2010) 共感の時代へ 柴田裕之訳 紀伊国屋書店
- [6] ナショナルジオグラフィック別冊 (2018) 動物の心: 知性, 感情, 言葉, 社会 日経ナショナルジオグラフィック
- [7] Kohda et al. (2015) Facial recognition in a group-living cichlid fish. PloS One 10: e0142552
- [8] ファインバーグ, マラット (2020) 意識の神秘を暴く。勁草書房

発表者紹介

幸田正典 1957年大阪生まれ。鹿児島大学卒。京都大学霊長類研究所で修士論文。研究対象は新旧世界猿類22種。京都大学大学院理学研究科動物生態学研究室で博士論文「三重縄張り・種間社会学」。1985年から本学教員。1999年から教授。現在に至る。アフリカのタンガニカ湖や沖縄サンゴ礁でフィールド調査に従事。最近は行動生態学と比較認知科学の学際研究を模索。奇想天外な「おもしろい」研究を行うのがモットー。今回の魚類の鏡像自己認知の一連の研究もその1つ。