

鱗食魚には利き眼がある -生存に有利-

～動物の利きメカニズムに迫る～

ポイント

- ・ 鱗食魚には視覚情報に敏感に応答する片眼（利き眼）があることを発見。
- ・ その利き眼は顎の左右差と鱗食の襲撃方向に対応して捕食成功を高めていることを実証。
- ・ 利きの先天性と矯正を研究する実験系の確立に期待。

概要

北海道大学大学院理研究院の竹内勇一准教授、富山大学医学部（研究当時）の樋口祐那氏、帝京大学先端総合研究機構の渡邊貴樹講師、名古屋大学大学院理学研究科の小田洋一名誉教授からなる研究グループは、アフリカ・タンガニイカ湖に棲む鱗食性シクリッド科魚類 *Perissodus microlepis*（鱗食魚*1）には鋭敏に反応する利き眼があり、捕食や逃避にとって有利に働くことを突き止めました。

P. microlepis（鱗食魚）は個体ごとに口部形態に左右差があり、獲物の魚の側面からウロコをはぎって食べます。その捕食行動において、獲物の右から狙う「右利き」と左から狙う「左利き」がいます。鱗食魚の眼は頭部の左右に位置しているので、獲物に接近した際には、ほぼ口の開く側の眼（開口側の眼）でしか獲物を捕捉できません。したがって、それぞれの利きの鱗食魚に対応した視覚系の左右差があると考え、それを実験的に検証しました。まず、物体が近づいてくる視覚刺激を左右の眼に与え、反応性を調べました。すると、開口側の眼に与えた時は、もう一方の眼の時よりも高い割合で反応し、刺激から遠ざかりました。すなわち、右利きは左眼、左利きは右眼への刺激によく回避反応が起きました。これは、鱗食魚には敏感に反応する片眼（利き眼）があり、それが口部形態の左右差及び襲撃の方向と明確に対応することを意味します。次に、利き眼の視覚を阻害するべく人工的に白内障にして捕食させると、非利き眼側からの襲撃数が多くなり、処理前にあった襲撃方向の偏りが失われました。また、処理前と比べて襲撃時の顎の屈曲角度と最大角速度が半減し、襲撃成功率が低下しました。それに対して、非利き眼を白内障にしても、襲撃方向の選択性や運動能力、襲撃成功率に、処理前との違いは見られませんでした。これらの結果から、鱗食魚の視覚系は側方化しており、捕食や潜在的な脅威から逃れる能力を効率的に高めて、生存に大きな利点をもたらすことが示唆されました（図1）。以上は、利きの仕組みの理解を深める重要な成果です。

今後は、利き手や利き眼など異なる次元の利きが脳によってどのように統御されているのか、「利きの脳内制御機構」の全容が解明できると考えています。さらに注目すべきは、利き眼への白内障処理で、本来の利きとは逆側から獲物を襲撃するようになった点です。この現象を活用して、利きが生後環境でどのように変化しうるか、「経験による利きの強化」や「利きの矯正」を研究する実験系への応用が期待されます。

なお、本研究成果は、2025年7月22日（火）公開の *Scientific Reports* 誌（Springer-Nature 社）に掲載されました。

【背景】

手の使用に関して「右利き」と「左利き」がいるのと同様に、ヒトは目の使い方に左右差を示します（利き眼）。たとえば、鍵穴や望遠鏡を覗くときにどちらかの目を使う好みが見られます。同様に、脊椎動物や無脊椎動物の様々なグループにおいて、視覚や嗅覚といった感覚及び運動の左右性（側方化）が報告されています。利きの神経機構は脳科学分野では大きなテーマの一つであり、様々な利きには脳を介したつながりがあると想像されながらも、個別の観察による報告が多く、これらの因果関係についてはよく分かっていません。特に昼行性の動物において、視覚系の側方化は行動や運動の側方化に影響を及ぼすと考えられています。

アフリカ・タンガニイカ湖に生息する鱗食性シクリッド科魚類 *Perissodus microlepis*（以下、鱗食魚）は、利きの動物モデルとしてよく知られています。彼らは個体ごとに口が右か左かに大きく開き、顎の左側が発達して右に向かって口の開く「左利き個体」は獲物の左体側のウロコを、顎の右側が発達して左に向かって口の開く「右利き個体」は右体側のウロコを専ら狙って摂食します。鱗食魚はウロコを狙うときには獲物の側方に回り込み狙いを定めることから、口の開く側（開口側）の片眼のみで獲物の位置や動きを把握しなければなりません（図 2）。鱗食魚の襲撃方向の選好性と眼の使い方との間に関連はあるのでしょうか？魚類の視覚系は、頭部の側面に配置された二つの眼球から構成されており、両眼視の領域は狭く、視神経は反対側の脳半球に完全に投射するため、二つの視野から情報は左右半球ごとに処理されます。したがって、襲撃に使用する片眼と襲撃方向の利きとの関係性を検証しました。さらに、人工的な白内障を起こして、片眼視野から脳半球への視覚入力を阻害し、捕食行動の利きに対する視覚系の機能的寄与を調べました。

【研究手法と結果】

本研究では、鱗食魚における視覚系の側方化とその機能を明らかにすることを目的として、①左右の片眼に視覚刺激を与えたときの反応性を比較し、②開口側、もしくはその逆側である非開口側の視覚を阻害して捕食行動への影響を調べました。

① 視覚刺激に対する反応性の左右差を評価するため、鱗食魚 1 匹を入れた細長い水槽の両側にモニター 2 台を置き、片眼ごとにルーミング刺激^{*2}を与えて逃避反応をビデオで記録しました（図 3）。その結果、左顎の大きな左利き個体は、開口側である右眼からの刺激により敏感に応答し、右顎の大きな右利き個体は左眼からの刺激に敏感に応答しました。すなわち、鱗食魚の開口側の眼が「利き眼」であることを見出しました。

② この「利き眼」が捕食に重要な役割を果たしているかを明らかにするため、人為的に白内障を生じさせる視覚阻害処理を採用しました。この方法はメタノールを眼球に注入して水晶体や硝子体のタンパク質を白内障のように白濁させ、視力を低下させるものです。この処理を鱗食魚の片眼に施してから、水槽内に獲物となるキンギョ 1 匹を入れて、彼らの行動を観察する捕食実験を行いました。利き眼である開口側の眼を阻害した場合、処理前には 9 割以上だった開口側からの襲撃率（利き側襲撃率）が、処理後は 5 割にまで下がり、捕食成功率も有意に低下しました（図 4）。つまり、開口側から襲う選好性は、利き眼に依存しているといえます。さらに、獲物に噛みつく際の顎の屈曲運動において、開口側である利き側襲撃時では処理後に屈曲の振幅と最大角速度が大きく低下し、襲撃成功率も有意に減少しました。また、反対側からの非利き側襲撃時においては非開口側の眼が使えるため、処理前後で変化はありませんでした。一方で、非開口側の眼を阻害した場合、処理後も開口側からの襲撃率が 9 割以上のままで、捕食成功率も高い水準で維持されていました。したがって、開口側の眼が捕食成功にとって重要な利き眼として機能していることを実証しました。

【研究成果と今後への期待】

本研究は、これまで教科書にも頻繁に紹介されている鱗食魚の襲撃方向の左右性が、視覚情報に敏感に応答する「利き眼」に大きく影響を受けることを初めて明らかにしました。この視覚系の側方化は、敵の発見や獲物を狙う際に有益であり、視覚情報に基づいたきめ細かな動きを可能にしていると考えられます。この背景には、外部情報を素早く収集できる高感度で視力の高い眼、あるいは情報処理を効率的に左右半脳の片側で行う視覚システムが存在する可能性があります。視覚系の側方化のメカニズムがどこに備わっているのか、今後のさらなる研究の発展が待たれます。

以上の行動実験を通じて、逃避・捕食において視覚系の側方化と口部形態の左右差及びそれに関連する襲撃の方向に強い相関があることが明らかとなりました。異なる次元の左右差がどのように関連しあって作り出されるのか、これらが一貫性を持つには、遺伝的なリンクが必要と考えられます。口部骨格の左右差には、複数遺伝子が関与することが示されており、それらの遺伝子が視覚系に影響するかを調べる予定です。最近、竹内准教授らの研究グループは、顎の左右差が摂食経験によって促進されることを見出しました（【関連するプレスリリース】参照）。つまり、左右非対称な骨格形成には遺伝基盤だけでなく環境要因が関わることを意味しており、これらの連動メカニズムについても明らかにしたいと考えています。

さらに注目すべきは、人工白内障の視覚障害処理を開口側の眼に施すと、非開口側からの襲撃数が大幅に増加したという点です。これは、本来の利きを実験的に「逆利き」に操作できる可能性を示しています。利きの矯正は、ヒトの場合では、左利き手の人が右手使用の強制を幼少期に受けた結果、右手もうまく扱えるようになる場合があることを経験的には知られているものの、実験的な研究は実はほぼありません。今回の成果は利きを人為的に操作して、その背景にあるメカニズムを解明する大きな一歩となると考えています。

【謝辞】

本研究は JSPS 科学研究費助成事業 基盤研究 (C) (JP20K06851、JP23K05960)、学術変革領域研究 (A) (JP24H01418)、国際共同研究加速基金 (海外連携研究) (JP23KK0131)、三菱財団自然科学研究助成、大隅基礎科学創成財団研究助成、東レ科学技術研究助成、旭硝子財団研究奨励を受けたものです。

【関連するプレスリリース】

北海道大学・福井県立大学共同プレスリリース「食習慣で鱗食魚の顎が左右非対称になることを実証～右利き・左利きの形成メカニズムの解明に期待～」

U R L : <https://www.hokudai.ac.jp/news/2025/07/post-1963.html>

発表日：2025 年 7 月 4 日（金）

論文情報

論文名 Dominant eye-dependent lateralized behavior in the scale-eating cichlid fish, *Perissodus microlepis* (鱗食性シクリッドにおける利き眼に基づく行動の左右性)
著者名 竹内勇一¹、樋口祐那² (研究当時)、渡邊貴樹³、小田洋一⁴ (¹北海道大学大学院理学研究院、²富山大学医学部医学科、³帝京大学先端総合研究機構、⁴名古屋大学大学院理学研究科)
雑誌名 *Scientific Reports* (自然科学系のオープンジャーナル)
DOI 10.1038/s41598-025-10359-6
公表日 2025 年 7 月 22 日 (火) (オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学大学院理学研究院 准教授 竹内勇一 (たけうちゆういち)

T E L 011-706-4448 メール ytake@sci.hokudai.ac.jp

U R L <https://neuroecology.web-ac.jp/>
<http://www.neuroecology-takeuchi.com>

配信元

北海道大学社会共創部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】

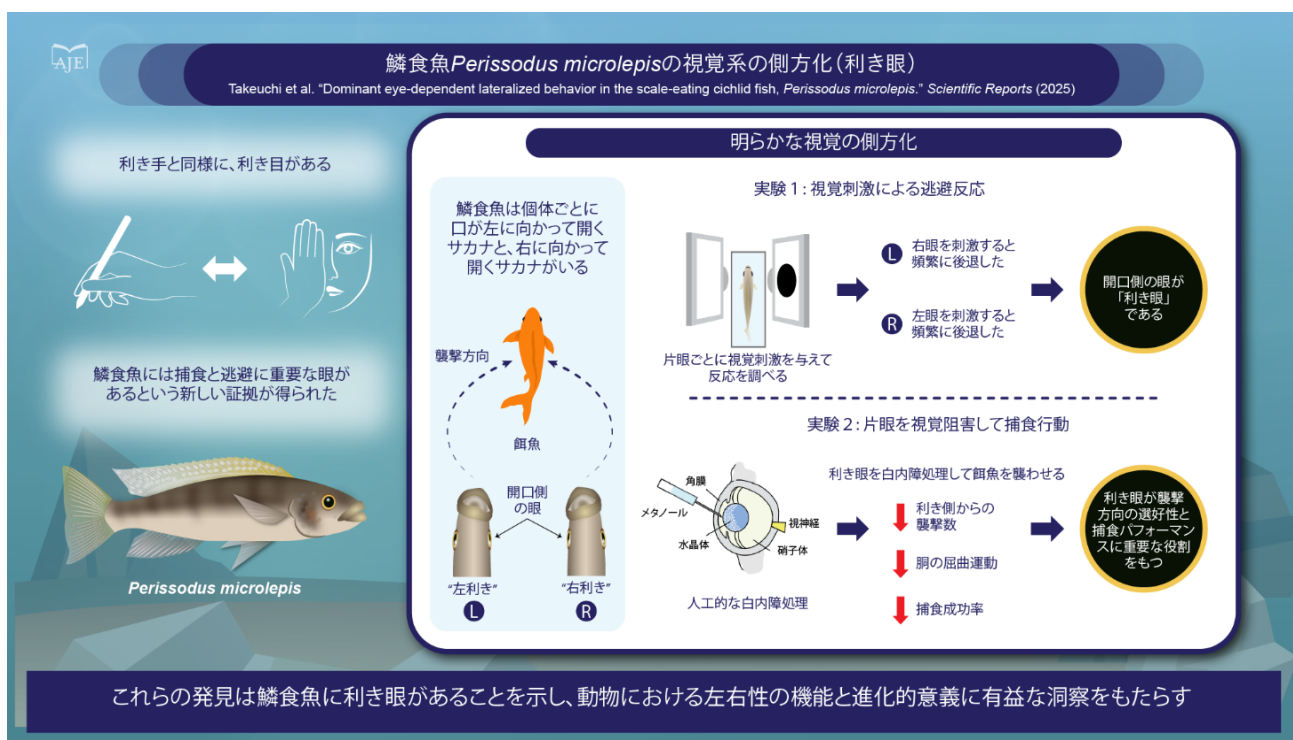


図 1. 研究成果の概念図。

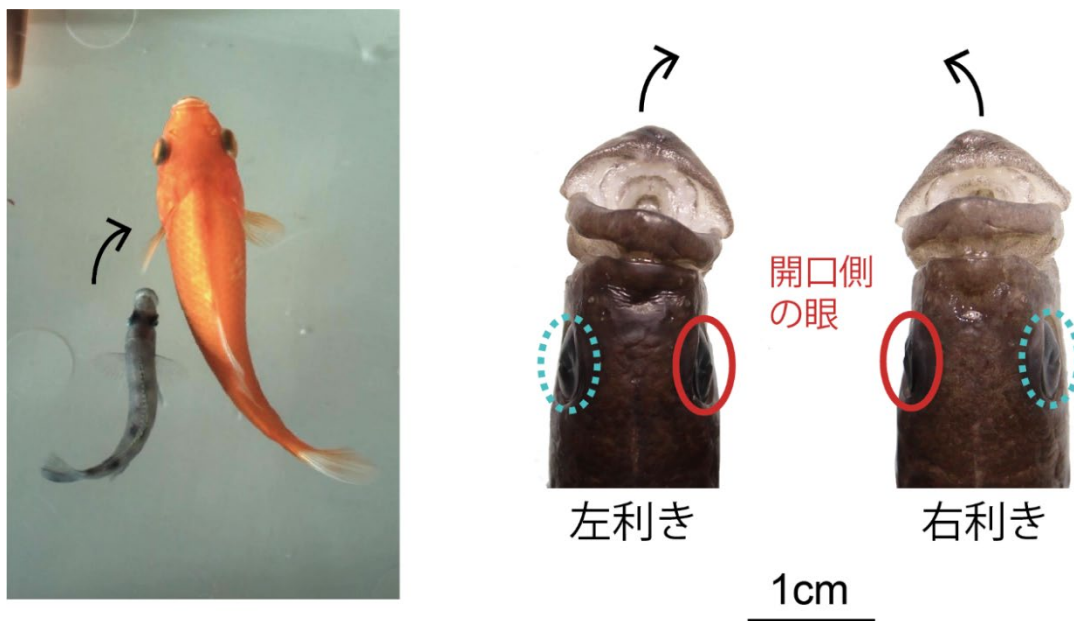


図 2. 鱗食魚（左利き）がキンギョを襲う様子（左）、口部形態の左右差と眼の関係（右）。
獲物を左から襲撃する左利き個体は顎の左側が発達していて、右に向かって口が開く。右利きはその逆。鱗食魚には形態と捕食行動の左右性の明確な対応関係が見られる。

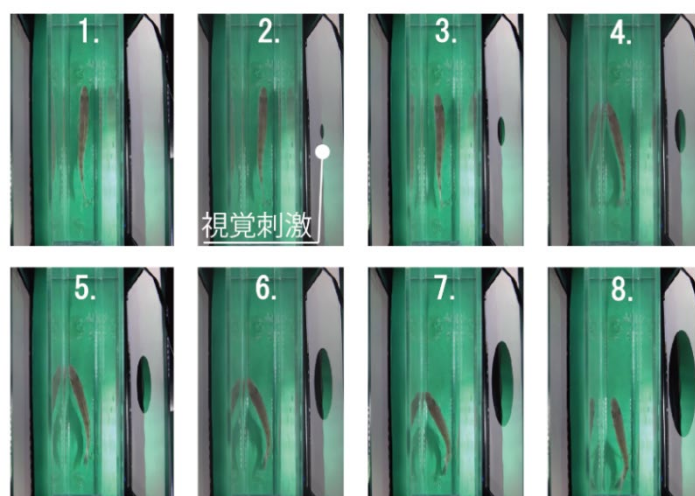
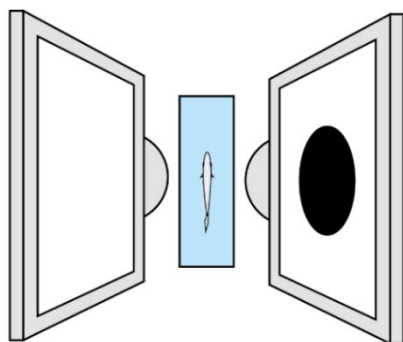


図 3. 視覚刺激による逃避反応。
逃避反応実験セット（上）。物体が近づいてくるような視覚刺激を与えると、魚は反対方向に逃げる応答を示す（下）。左利きは右眼を刺激したときに、右利きは左眼を刺激したときにより敏感に反応した。（各コマ 30 ミリ秒）

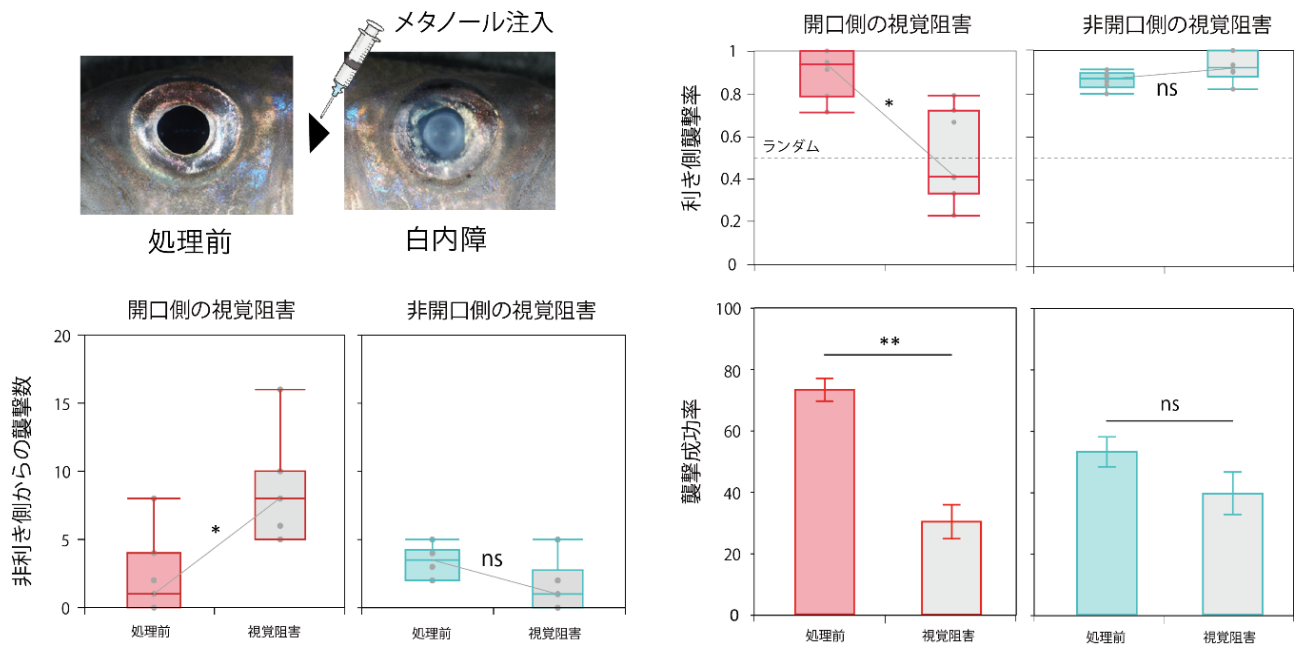


図 4. 人工的な白内障処理が襲撃方向の選好性に与える効果。

利き眼である開口側の眼を白内障にすると（左上）、非利き側からの襲撃数が増加し（左下）、利き側襲撃率が低下し（右上）、襲撃成功率も下がった（右下）。非開口側の視覚障害では、そのような行動変化は見られなかった。

【用語解説】

- *1 鱗食魚 … タンガニイカ湖には他の魚のウロコを食べる魚は7種棲息しているが、研究に用いたのは *Perissodus microlepis* で、本種を便宜上、鱗食魚と呼んでいる。口部の左右非対称な形態は、より広く口を獲物の体表に押し当てることで、ウロコを効率的にはぎ取れる有益な構造と考えられている。ちなみに、魚のウロコはケラチンでできており、消化さえできればタンパク源になり得る。
- *2 ルーミング刺激 … ディスプレイにおいて、白背景から小さな黒丸が急速に拡大する視覚刺激のこと。動物にとっては、障害物が接近してくるよう感じられ、逃避反応を促すことができる。