



名古屋大学
NAGOYA UNIVERSITY

配布先: 文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会

報道の解禁日(日本時間)

(テレビ, ラジオ, インターネット) : 2026 年 2 月 12 日(木)午前 4 時

(新聞) : 2026 年 2 月 12 日(木)付朝刊

2026 年 2 月 9 日

報道機関 各位

動物の複雑な行動を解析する AI ツール『YORU』を発表 ～プログラム不要で集団内の個体の行動識別や操作が可能に～

【本研究のポイント】

- ・動物同士が入り交じる場面でも、「見た目の変化」を手がかりに高速で動物の行動を自動検出する AI 解析ツール『YORU』を開発した。
- ・昆虫、魚、哺乳類において複数個体の行動を高い精度で迅速に検出できた。
- ・特定の行動を示す個体をピンポイントで狙ったリアルタイム介入操作^{注1)}を実現した。
- ・プログラミング不要で実験・解析を自動化でき、生命科学全般の研究発展にも寄与する。

[AI 解説ツール「YORU」による解析動画](#)

【研究概要】

名古屋大学大学院理学研究科の山ノ内 勇斗 博士後期課程学生、田中 良弥 講師、上川内 あづさ 教授、同大学大学院創薬科学研究科 竹内 遼介 助教らの研究グループは、AI を使った動物行動解析ツール『YORU』を開発しました。

動物の行動の仕組みを研究するためには、さまざまな行動を個別に解析・定量することが欠かせません。YORU は、機械学習のアルゴリズムの一つである物体検出^{注2)}を応用し、従来のツールでは困難だった交尾やグルーミングなどの複雑な動きを伴う行動解析に加え、複数個体が同時に相互作用する社会性行動も正確・迅速に解析することを可能としました。さらに、リアルタイム解析機能を投影光学系と組み合わせることで、特定の行動を示した個体をピンポイントで狙って、その神経のはたらきを操作することに成功しました。

YORU はプログラミング不要で AI による行動解析を行えるよう設計しているため、Arduino などのマイクロコントローラを介して既存の実験系にシームレスに組み込み可能です。また、オープンソースソフトウェアとして公開し、AGPL-3.0 ライセンスの下でユーザーが自由に改変・利用できるようにしました。本ツールにより、従来は科学的な解析や定量化が困難だった動物行動の原理を効率的に研究できるようになります。

本研究の成果は、神経科学・動物行動学にとどまらず、生態学やスポーツ科学など「行動」が関連する広範な研究分野の加速的発展に寄与すると期待されます。

本研究成果は 2026 年 2 月 12 日午前 4 時(日本時間)、国際科学雑誌『Science Advances』に掲載されます。

【研究背景と内容】

動物の行動研究の第一歩は、さまざまな行動を正確に分類し、定量化することです。近年、「Artificial Intelligence (AI)」を活用した行動解析ツールが多数開発され、動物行動解析の効率化が急速に進んでいます。その中でも、機械学習を用いた姿勢推定^{注 3)}による行動解析は主要な手法の一つであり、動物の身体部位をトラッキングすることで行動を推定します。しかし、姿勢推定による解析は多くの行動を効率的に解析できる一方で、複数の身体部位が複雑に絡み合う行動や身体の一部が隠れる場合には、精度や速度が著しく低下します。この制約は、複数個体の行動を同時に観察し、社会的な相互作用(例: 攻撃、求愛、養育行動)を検出する上で重要な課題となっていました。



図 1 行動解析ツール「YORU」の操作画面

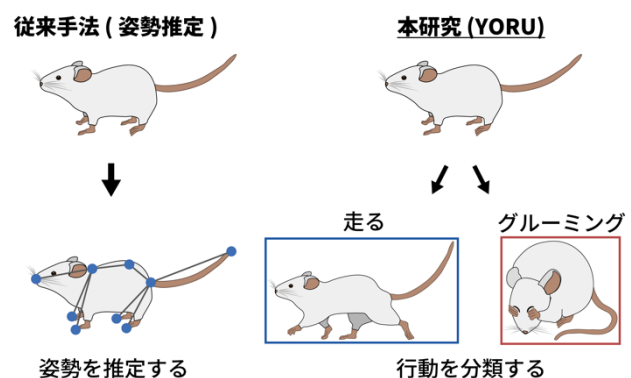


図 2 従来手法とのアプローチの比較

この課題を克服するために、本研究では機械学習アルゴリズムの一つである物体検出法「YOLO」^{注 4)}を組み込んだ行動解析アプローチを採用し、行動解析ツール『YORU』を開発しました(図 1)。従来の姿勢推定に基づく手法とは異なり、YORU では動物が特定の行動を示す際の外見や形態を直接解析し、AI を用いて「行動オブジェクト」として検出します(図 2)。このアプローチにより、単一個体の解析にとどまらず、社会性行動など複数個体が相互に関与する状況下でも、迅速で高精度な行動検出が可能となりました。

本研究ではまず、物体検出を用いたアプローチがさまざまな動物の行動解析に応用可能かを検証するため、ショウジョウバエの求愛行動である片羽伸展、アリの栄養交換、ゼブラフィッシュの社会性行動の一つであるオリエンテーションを対象に解析を行いました(図 3)。その結果、各行動は 90%を超える精度で検出され、既存ツールを上回る性能を示しました。

さらに個体数を増やした条件である、8 匹のショウジョウバエが行う求愛・交尾行動や、アリ 6 匹が行う栄養交換行動の高精度検出にも成功しました。加えて、1フレームあたりの解析速度においても、物体検出アプローチは既存手法より高速であり、行動解析のアプローチとして物体検出手法が有用であることを示しました。また、バーチャルリアリティ環境で行動中のマウスにおいてもまばたき、グルーミング、歩行行動を高精度に検出できました。さらに、この行動分類を脳活動イメージングと組み合わせることで、脳活動部位と行動を対応づけ、どの脳領域の活動がどの行動成分に由来するかを解析することに成功しました。これらの結果は、グルーミングなど、姿勢推定では定義がむずかしい複雑な行動を定量し、さらにそれらの行動に関連する脳領域を同定できることを示しています。

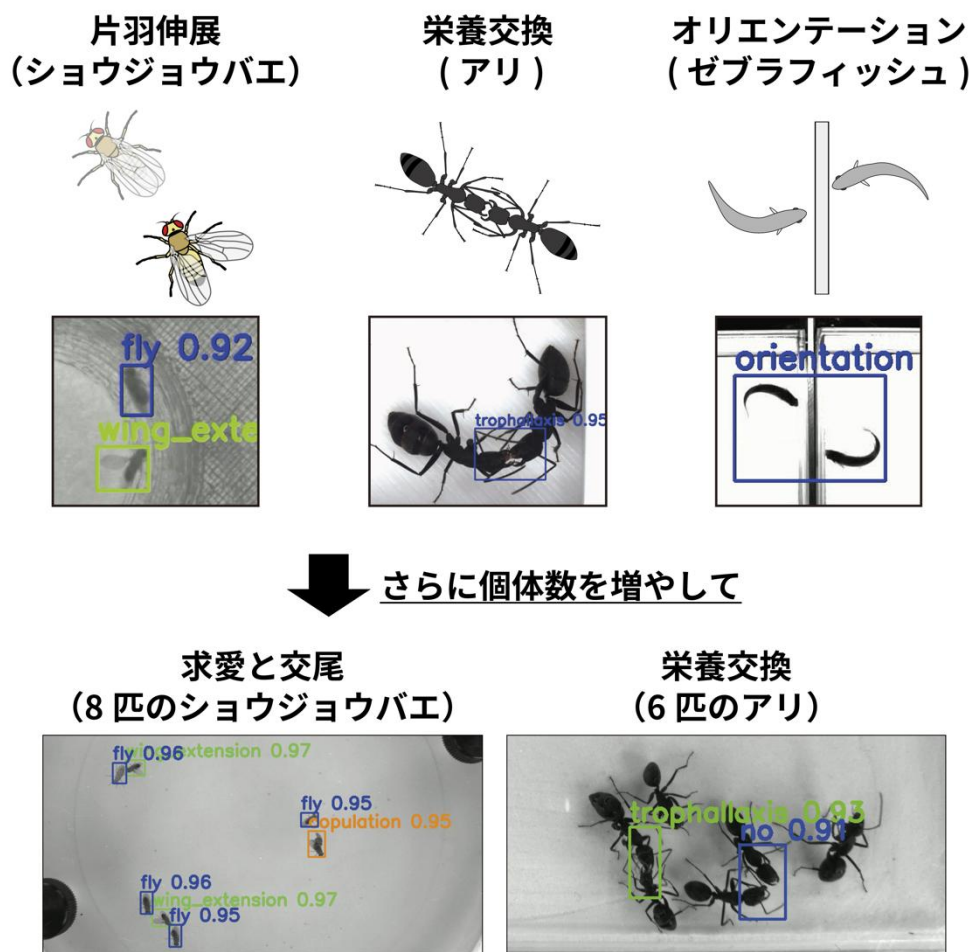


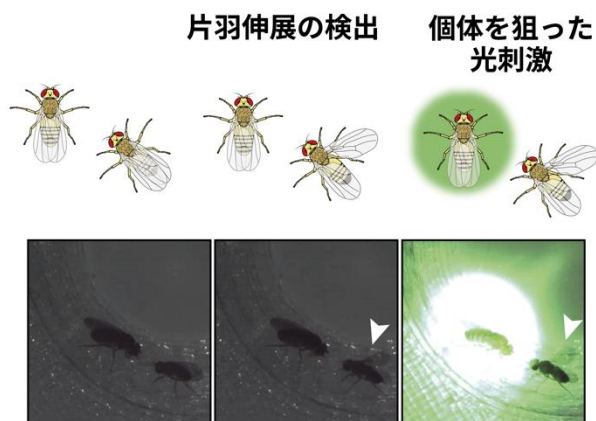
図 3 YORU による行動解析の例

Yamanouchi and Takeuchi et al., Science Advances (2026) より改変

動物の行動は、特定の神経回路が特定のタイミングで正確に活動することで初めて実行されます。したがって、動物が行動を示すタイミングで神経活動を操作することが、神経回路と行動の因果的な検証には重要です。YORU の迅速な行動検出を活かせば、行動が起きた瞬間を捉え、特定個体の神経活動を選択的に操作できると期待できます。

そこで次に、本ツールを用いたリアルタイム行動解析と、動物の行動に応じた介入操作の有効性を検証するため、光遺伝学^{注 5)}を利用したショウジョウバエの神経活動操作実験を行いました。ショウジョウバエの「片羽伸展」は、求愛時にオスが片方の羽を広げて震わせる行動であり、この際に生じる「求愛歌」と呼ばれる音をメスが聞くことで、交尾受容性が高まります。そこで、オスの片羽伸展をリアルタイムで検出し、そのタイミングで羽の伸展を制御するニューロンの活動を光遺伝学的に抑制する実験を行いました。本ツールでは、カメラで撮影したフレームをリアルタイムで解析し、羽の伸展検出に応じて光照射を制御しました。その結果、オスの羽の伸展直後に光が照射され、ニューロンの抑制に伴うオスの羽伸展頻度の減少が観察されました。これに伴う交尾率の低下も確認され、「求愛歌」の抑制に伴う交尾の抑制が起こっていることが示唆されました。

さらに、複数個体が存在する状況で、各個体の行動に応じた個体選択的な光刺激を実現するため、プロジェクター光源を制御するモジュールを組み込みました。これを用いて、オスの片羽伸展を検出したタイミングでメスにスポットライト状の光を照射する実験を行いました。ここでは、光照射により聴覚1次ニューロンが抑制されるように遺伝子操作を施したメスを使用しました。その結果、オスの片羽伸展行動に応じたメスへの選択的光照射が実現され、交尾率が低下しました。これらの結果は、YORU を用いることで、特定の行動が検出されたタイミングで特定の個体の神経活動を操作することが可能であることを実証しています。



**図4 光遺伝学と組み合わせた
個体を狙った神経活動操作の実現**

Yamanouchi and Takeuchi et al.,
Science Advances (2026) より改変

【成果の意義】

今回開発した YORU は、物体検出という AI 技術を用いたアプローチを行動解析に採用しており、従来のツールでは解析が困難であった行動も高精度で迅速に検出できるようになりました。したがって、本ツールは行動解析の選択肢を広げる革新的な手法として、多様な行動解析への応用が期待されます。

これまで、さまざまな動物の行動解析手法が開発されてきましたが、プログラミングスキルの習得などの技術的障壁により、生物学者が自在に利用することは容易ではありませんでした。YORU は、生物学者によって開発された生物学者のための行動解析ツールであり、動画解析からリアルタイム行動介入実験までをプログラミングを必要とせずに実行できます。

特に、本ツールの導入により、高度な技術を要する行動介入操作実験のハードルが下がり、生物学者をはじめとしたさまざまな分野の研究者が容易にこれらの実験を実施できるようになります。その結果、行動実験の幅が大きく広がると見込まれます。本ツールは、オープンソースソフトウェア『YORU』として公開されており、誰でも利用可能です。YORU は、動物行動研究における汎用的なツールとして、複雑な社会性行動の解析やリアルタイム介入を伴う実験系が求められる神経科学や動物行動学、さらには生態学やスポーツ科学などの広い研究分野に新たな展望をもたらすことが期待されます。

本研究は、2018 年度開始の科学技術振興機構『CREST』(JPMJCR1851)、2020 年度開始の文部科学省『若手研究』(JP20K16464)、2021 年度開始の文部科学省『若手研究』(JP21K15137)、文部科学省『学術変革領域研究(B):あいまい脳』(JP21H05168)、2022 年度開始の文部科学省『学術変革領域研究(A):階層的生物ナビ学』(JP22H05650)、2023 年度開始の文部科学省『学術変革領域研究(A):iPlasticity』(JP23H04228)、『基盤研究(C)』(JP23K05846, JP23K05845)、2024 年度開始の文部科学省『学術変革領域研究(A):Materia-Mind』

(JP24H02200)、『学術変革領域研究(A): 階層的生物ナビ学』(JP24H01433)、日本学術振興会『特別研究員奨励費 (DC1)』(JP24KJ1290)、科学技術振興機構『創発的研究支援事業』(JPMJFR2147)、ならびに 2025 度開始の文部科学省『学術変革領域研究(A): Dynamic Brain』(JP25H02496)の支援のもとで行われました。

【用語説明】

注 1) 介入操作:

動物が示す行動や、その発現確率・タイミングを、外部からの刺激や操作によって人為的に変化させること。具体的には、光刺激(光遺伝学)、温度刺激(熱遺伝学)などの外来エフェクター因子を介した方法や、匂い刺激、電気刺激、薬理学的操作、報酬・罰などを用いる方法がある。これらの手法により、特定の行動を誘発・抑制したり、行動選択パターンを変化させたりすることができる。行動介入を実験に組み込むことで、単なる行動観察だけでは分かりにくい因果関係、すなわち、「どの神経活動や感覚入力が行動を引き起こすか」を検証することが可能となる。

注 2) 物体検出:

機械学習を用いて、画像や動画の中に写っている物体(例: 人、車、犬など)の、種類と位置を同時に解析する手法。本研究では、物体検出を動物の行動解析に用いることで、行動の検出を実現した。

注 3) 姿勢推定:

深層学習によって動物の体の部位をトラッキングし、その位置関係から動物がどのような姿勢をとっているのかを推定する手法。姿勢推定のアプローチを採用した主要なツールとして、DeepLabCut (Mathis et al., 2018)やSLEAP (Pereira et al., 2022)などがあり、現在の機械学習を用いた行動解析手法の主要な手法となっている。

注 4) YOLO:

YOLO (You Only Look Once)(Redmon et al., 2016) は、深層学習によって画像や動画の中から目的の物体を検出し、各対象の位置と種類を同時に推定する手法。画像解析手法の中でも高速で、リアルタイム解析にも適している。

注 5) 光遺伝学:

特定の波長の光に反応するタンパク質(チャンネルロドプシンなど)を遺伝学的手法により特定の神経細胞に発現させ、光刺激を照射することで、その細胞の活動を実験者の任意の時間・場所で制御する手法。

【論文情報】

雑誌名: Science Advances

論文タイトル: YORU: animal behavior detection with object-based approach for real-time closed-loop feedback

著者: 山ノ内勇斗†‡※、竹内遼介†※、千葉直也、橋本浩一、清水貴史※、小坂田文隆※、田中良弥‡※、上川内あづさ‡※ (†共同筆頭著者; ‡共同責任著者; ※ 名古屋大学関係者)

DOI: 10.1126/sciadv.adw2109

URL: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adw2109>

【引用文献】

- Mathis, A., Mamidanna, P., Cury, K. M., Abe, T., Murthy, V. N., Mathis, M. W., & Bethge, M. (2018). DeepLabCut: Markerless pose estimation of user-defined body parts with deep learning. *Nature Neuroscience*, 21(9), 1281–1289. <https://doi.org/10.1038/s41593-018-0209-y>
- Pereira, T. D., Tabris, N., Matsliah, A., Turner, D. M., Li, J., Ravindranath, S., Papadoyannis, E. S., Normand, E., Deutsch, D. S., Wang, Z. Y., McKenzie-Smith, G. C., Mitelut, C. C., Castro, M. D., D'Uva, J., Kislin, M., Sanes, D. H., Kocher, S. D., Wang, S. S. H., Falkner, A. L., ... Murthy, M. (2022). SLEAP: A deep learning system for multi-animal pose tracking. *Nature Methods*, 19(4), 486–495. <https://doi.org/10.1038/s41592-022-01426-1>
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. <https://doi.org/10.1145/3243394.3243692>



東海国立大学機構は、岐阜大学と名古屋大学を運営する国立大学法人です。
国際的な競争力向上と地域創生への貢献を両輪とした発展を目指します。

東海国立大学機構 HP <https://www.thers.ac.jp/>

