

深層学習に基づく画像解析を用いたヤギの視線角度の定量化

○岩井宏平・澤田 玲・瀬戸口 暁・熊谷 元・塚原洋子・大石風人(京都大院農)

1. はじめに

動物行動の目視観察には、観察者バイアスを排除しにくく、記録・判定に多大な労力と時間を要するという課題がある。昨今の発展が著しい深層学習技術は、動物行動を客観的かつ効率的に定量化するための有力な手段の一つである。この技術は、社会的認知などを反映する視線のような微細な行動の解析にも応用が期待される。本研究の対象であるヤギは、視覚情報を用いて個体識別を行うことが知られており(Deutsch *et al.*, 2024)、両眼視野角が約 60 度である(Pitcher *et al.*, 2017)など視野に対する研究報告例もあるが、両眼視と単眼視の使い分けといった具体的な視覚特性の定量化は十分ではなかった。本研究では、深層学習ツール DeepLabCut(Mathis *et al.*, 2018)を用い、ヤギの頭部座標から「視線角度(θ)」を算出する新たな画像解析手法を導入し、従来は困難であったその客観的な定量化を目的とした。

2. 方法

沖縄在来種ヤギ 6 頭(ヤギ A-F)を供試動物とし、そのうち 2 個体を向かい合わせた個別ケージにそれぞれ配置した試験(対峙試験)において上面から動画を撮影し、得られた画像を用いて行動を解析した。対峙試験は時期を分けペンメイトごとに 2 回(実験 1:ヤギ A, B, C, 実験 2:ヤギ D, E, F)行われた。DeepLabCut(ver. 2.3.7)で頭部・体幹のマーカレス姿勢推定を行い、①尤度に基づく信頼度閾値処理、②1 秒間隔でのリサンプリング、③ケージ四隅座標に基づくホモグラフィ変換を施し、座標データの補正を行った。補正後の座標から頭部正中線を基準に視線角度 θ を算出した。本手法の妥当性評価のため、算出した θ を定義した視野角カテゴリ(両眼視・単眼視・死角)へ分類し、1 秒間隔スキャンによる目視観察データとの一致の程度を κ 係数および混同行列で評価した。また、連続量としての θ の絶対値 $|\theta|$ および変化量 $|\Delta\theta|$ を応答変数として、対峙相手と時間帯(0–15 分 / 15–30 分)の効果を一般化線形モデルで解析し、各効果の最小二乗平均値の差は多重比較により評価した($P < 0.05$)。

3. 結果と考察

本研究で用いた深層学習に基づく画像解析手法により得られたデータは、目視観察により得られたデータと良好な一致(Accuracy = 0.901)を示し、その妥当性が支持された。さらに、本手法による定量的解析の結果、対峙する 2 個体間で視線角度の絶対値($|\theta|$)に非対称な関係が見出された。この関係性に基づき社会順位を推定したところ、実験 1 では体重順($B > A > C$)、実験 2 では月齢順($E > F > D$)と一致した。これらの結果は、深層学習を用いた画像解析により、これまで定量化が困難であった視線角度を評価することが可能となることを示しており、さらにそれが動物の個体間関係や社会構造を反映する微細な行動変化に対する客観的な一評価指標となり得ることを示唆するものである。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費(JP24K09161)の助成を受けて行われたものであり、ここに謝意を表します。

参考文献

- Deutsch, J., Lebing, S., Eggert, A., Nawroth., C. (2024) Goats who stare at video screens – assessing behavioural responses of goats towards images of familiar and unfamiliar con- and heterospecifics. *Peer Community Journal*, 4, e94.
- Mathis, A., Mamidanna, P., Cury, K.M., Abe, T., Muthy, 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.
- Pitcher, B.J., Briefer, E.F., Baciadonna, L., McElligott, A.G. (2017) Cross modal recognition of familiar conspecifics in goats. *Royal Society Open Science*, 4(2): 160346.