



**Title:** A framework of imitative behavior analysis for animal exercise courses via human pose estimation  
(姿勢推定を用いた動物練習における模倣行動分析のためのフレームワーク)

**Authors:** Bo Wu, Yu Qi, Siyu Xiong, Zhang Chongyang  
(武 博(東京工科大 片柳研究所 講師) 齊 玉(東京工科大 大学院生) 熊 思瑜(東京工科大 大学院生) 張 重陽 (河北機電職業技術学院 情報工程系 講師))

**Journal:** Scientific Reports

**掲載年月：**2025 年 11 月

**研究概要：**本研究は、演技教育の基礎訓練である動物模倣に着目し、姿勢推定から得られる関節角度データを用いて、模倣行動の構造的特徴を定量的に分析したものである。複数の動作区間・主要関節を対象に、経験・性別・動作タイプが模倣精度に及ぼす影響を統計的に評価し、学習者の身体表現を特徴づける中核的要因を明らかにした。本研究は、従来は主観的であった演技教育の評価に客観指標を導入する基盤を提供する。

**研究背景：**演技教育における動物模倣は、身体表現の理解・習得に不可欠であるが、その評価は教師の経験に依存し、客観性の欠如、改善点の不明確さ、再現性の低さが課題となっていた。一方、近年の姿勢推定技術は、身体運動を関節角度として高精度に抽出することを可能にしているものの、演技教育領域での体系的活用は進んでいない。本研究は、このギャップを埋めるため、模倣行動を角度データから構造的に分析し、教育現場で利用可能な定量指標を構築する。

**研究成果：**本研究では、姿勢推定（HPE）により抽出した 33 関節データを用いて動物模倣動作を角度系列として構造化し、経験や性別による動作差を統計的に分析した（図 1）。二要因分散分析（Two-Way ANOVA）の結果、肩・肘・体幹など複数の主要関節で有意差が確認され、動作前半の角度変化が模倣精度を特徴づける主要因であることが示された（表 1）。

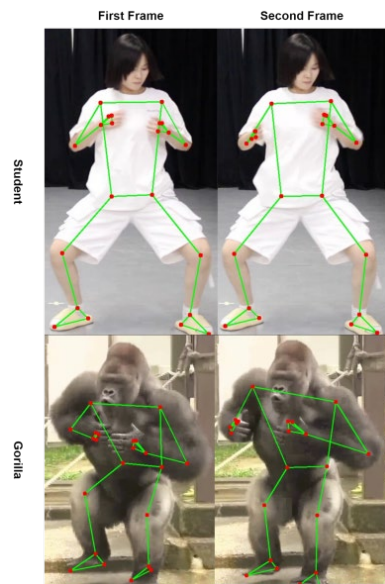


図 1 学生によるゴリラ胸叩き動作と実際のゴリラの参照動作を示す。  
MediaPipe により 33 関節が推定され、模倣行動の構造化と関節角度算出に用いられる。

Source	df	MS	F	p	Effect Size
reθ_training status	1	752.3913	3.3303	0.0744	0.0428
reθ_gender	1	1811.3988	8.0177	0.0068*	0.0972
reθ_interaction	1	3644.4511	16.1312	0.0002*	0.1780
reθ_error	47	225.9256			

\* $p < 0.05$

表 1 関節角度指標に対する経験（training status）、性別（gender）、およびその交互作用の効果を示す。性別と交互作用は有意差（ $p < 0.05$ ）を示し、動作前半における角度変化が模倣精度を特徴づける主要因であることが示された。

**社会への影響**：本研究で構築された関節角度に基づく分析手法は、演技教育における模倣行動を客観的に把握し、学生ごとの課題を可視化する教育ツールとして応用可能である。改善すべき関節・動作区間を明確にすることで、指導効率の向上、教材開発、授業フィードバックの標準化に貢献する。さらに、身体表現の科学的理解を進めることで、今後の AI 支援型演技教育の基盤形成につながる。

**専門用語**：

**姿勢推定（HPE）**：画像から人体の骨格（関節位置）を推定する技術

**関節角度（Joint Angle）**：身体各部の屈曲・伸展状態を示す数値指標

**二要因分散分析（Two-Way ANOVA）**：2 つの要因の主効果と交互作用を検証する統計手法