

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：84315
研究種目：挑戦的研究（萌芽）
研究期間：2021～2023
課題番号：21K18387
研究課題名（和文）動物園でのデータサイエンス活用：絶滅の危機に瀕する動物の行動を分類し、保存する
研究課題名（英文）Use of data science technology in the zoo: Classifying and storing behavioural data of endangered species
研究代表者
田中 正之（TANAKA, MASAYUKI）
京都市動物園・生き物・学び・研究センター・生き物・学び・研究センター長
研究者番号：80280775
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、映像データによる「種の保存」の試みである。京都市動物園で飼育している4頭のニシゴリラと、5頭のアジアゾウを中心として、絶滅危惧種の映像記録を蓄積し、深層学習により解析しアーカイブ化することを目的として開始した。とくにニシゴリラでは監視カメラを常設し常時記録することで、屋外施設での自然な姿勢や運動をを取り出すことを試みた。これまでに稀ではあっても年単位で蓄積することで研究発表できるレベルに達しつつある。アジアゾウでは、とくに繁殖行動を自動解析するために、監視カメラ映像から、交尾と相関する要素を抽出した。この他に、研究期間中に記録した映像を編集し解説を加えた動画ライブラリを公開している。

研究成果の学術的意義や社会的意義
絶滅が危惧される稀少種、とくに大型ほ乳類は研究機関ではなく動物園・水族館などでしか飼育されていない。そのような種について、画像や計測データなど静的なデータはすでに保存されているものが多いが、行動については動画で保存しなければ意味をなさない。そのような映像アーカイブを、蓄積し整理し保管できる飼育園は国内にはほぼ存在しない。本研究により国内動物園で初めて映像記録を蓄積し、それらを自動解析する仕組みを試作した。研究期間終了後も、蓄積した映像に加える形で記録は継続し、解析精度を向上させる予定であり、本研究で目指した映像ライブラリの整備を目指す。アウトリーチ活動として動画の一部公開も行っていく。

研究成果の概要（英文）：This research is an approach to "species conservation" using video data. The study started with the aim of accumulating video records of endangered species, mainly the four western gorillas and five Asian elephants kept at the Kyoto Zoo, and analyzing and archiving them using deep learning. By accumulating data on a yearly basis, we have been able to reach a level where we can report our research, even though it is rare. For Asian elephants, in particular, we extracted elements that correlate with copulation from surveillance camera images in order to automatically analyze breeding behavior. In addition to this, we have also published a video library with edited and commented videos recorded during the research period.

研究分野：動物園学

キーワード：動物園 映像ライブラリ 深層学習 種の保存 ニシゴリラ アジアゾウ 監視カメラ映像

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

動物園は、絶滅の危機に瀕する野生動物を、生息域外で飼育・繁殖し、絶滅の危機を回避するための「種の保存」の役割を担う博物館相当施設である。しかしその現状は、国内の動物園で飼育されている絶滅危惧種 (CITES 付属書 I に記載される動物) の中で、国内の個体数や家系が限られ、海外の動物園等からの導入の道も厳しく、国内の個体群としての存続が危うい状況にある動物が多い。動物園では、大学等の繁殖学の研究者と共同研究おこない、人工繁殖技術も取り入れて個体数の増加を目指しているが、とくに世代間のサイクルが長く、繁殖子も1頭である大型動物での現状は厳しい。国立動物園のような国として稀少種保全の仕組みが作られず、自治体や民間企業が運営する動物園・水族館による努力に任されている上では、当該動物種の生きた個体がなくなった未来を考えておくべきだと考える。すでに遺伝子や生殖細胞などの種や個体に関する情報については、保存する仕組みが一部できつつあるし、画像や動物の運動の解析データなども研究データとして保存されている。しかし、生きている動物の一日の行動の映像などの生のデータに関しては、監視カメラなどで記録されているものの、とくに保管目的ではないためいずれ消去され、失われていく。それらの記録は、蓄積するには膨大すぎ、また検索用のインデックスもない状態の映像を利用することは現在の技術では困難であるからだ。

しかし、昨今のコンピュータ技術の発展は目覚ましく、ほとんどの分野で欠かせないツールとなっているが、動物を扱う研究現場では、繁殖学やゲノム解析などバイオサイエンス領域を除くと、研究予算の乏しさもあり、ほとんど普及していないのが現状である。本研究では、最新の情報処理技術によって動物園での監視カメラ映像を、機械学習を活用して整理して蓄積することにより、種の保全に貢献したいと考えた。

研究代表者である田中は、京都市動物園にある研究部門「生き物・学び・研究センター」において、同園における研究の統括や審査などを行い、自身では群れで飼育されているチンパンジーやゴリラなどの大型類人猿を対象として、比較認知科学、比較発達科学的な観点から、コンピュータ制御による認知課題の解決に見る彼らの認知能力や、その習得過程を観察・記録してきた。その中で、動物園は「種の保存」の拠点として、絶滅危惧種の繁殖が何よりも重視されてきたが、国内の他動物園を含めた飼育下個体群が持続可能な状態で飼育を続けるのが難しい種があることを知った。とくにゴリラはきわめて厳しい状況にあり、現在の飼育個体の次の世代で飼育個体がいなくなる恐れすらある。ゾウは現在比較的頭数があるものの、これまでの繁殖成績が極めて貧弱なため、現在飼育する個体の次世代はまったく見通せない。このような現実と直面し、現在の飼育個体をデータとして、残しておく必要性を強く感じるようになり、動物園で本研究のようなデータサイエンスの可能性を見出した。

2. 研究の目的

本研究計画は、いわばデータによる「種の保存」の試みである。博物館である動物園として、不確定な未来に楽観的な計画を立てるよりも、現状の資産 (飼育している稀少野生動物のデータ) を有効に利用し、未来にも利用可能な研究資源として可通用できる形で保存することを進めたい。すなわち、動物の映像記録を、検索可能な電子データ資源として動物園で蓄積する。現在飼育している動物は、若い個体は日々成長し、社会の中で多様な交渉を示し、高齢個体であればやがて年老いて亡くなっていく。それぞれの個体に一度限りのものであり、今を逃せば永久に失われてしまう。一方で、近年著しく発達しているコンピュータ技術は、深層学習を含む、機械学習的手法を応用して映像データを自動解析することにより、自動的にタグ付けした状態で保存することが可能となっている。

3. 研究の方法

挑戦的研究という本研究種目の趣旨と予算的制約から、本研究では、京都市動物園で飼育している、ニシゴリラ (以下、ゴリラ) 4 個体とアジアゾウ 5 個体を主な対象とし、同園で飼育されている稀少種動物についても適宜撮影し映像記録を蓄積した。映像の記録については、動物舎に記録用の監視カメラを設置し、常時記録した。ニシゴリラについては、屋外運動場と屋内居室の複数個所に設置し、アジアゾウについては既設の監視カメラ映像を利用した。それ以外の動物についても、既設の監視カメラの映像を利用した。撮影した映像は、画像蓄積用のデータサーバ (32TB、後に更に 32TB 増設) において保管した。それらの映像の中から、機械学習用サーバを用いて以下のようなデータの解析を行った。

[解析 1] ニシゴリラ・チンパンジーの認知課題学習中の顔の姿勢推定

京都市動物園では、「知性の展示」として、ゴリラやチンパンジーの飼育室内に、15 インチタッチモニターを設置し、認知課題に参加する様子を一般の来園者が観察できるように公開している。各モニター上には小型 IP カメラを設置して、画面に向かうゴリラやチンパンジーの表情や課題を行う際の行動を記録している。課題はタッチモニターに提示されるアラビア数字を昇順に指で触れる系列学習で、すべての数字を正しい順序で触れれば小片の食物報酬が得られた。各個体習熟度に合わせて問題の難易度 (系列長) を調整し、成績が学習基準に到達すれば、数字をひとつ増やした。課題参加中に記録した映像を解析対象として、既存の深層学習モデル (Keypoint RCNN) を参加個体の顔領域の検出と個体分類向けにファインチューニングした上で、タッチモニターの反応データと照合した。



[解析2] アジアゾウの交尾関連行動の自動抽出

アジアゾウの2個体(オス:2011年生、メス:2008年生)の行動を解析対象とした。メスの排卵周期に合わせてオスと同居させた時期の監視カメラ映像を用いて、2個体間の相互交渉(とくに、追尾や乗駕行動(マウント))を記録していた。本研究では、以下の手順により、機械学習を用いた解析を行った。なお、通信状況により記録された映像に欠損があったため、利用できた映像は通常の放飼時間より短く約196時間であった。解析は以下のように行った。各フレームに写っている対象個体の身体の各点(鼻、頭頂、首、腰、前後肢先端、尾)の座標を深層学習手法により推定。DeepLabCut 2.3.5を使用し、学習用データとして映像から抽出した157枚の画像を使用した。推定した座標データに基づき、2個体間の相互交渉に関連すると考えられる、オスの画面上の平均移動速度、メスの画面上の平均移動速度、個体間の距離、移動経路の類似度、体の向き(角度)の5指標を、本研究では30秒をひと区間として算出した。算出は、両個体が一定回数同時検出されている区間(n=2112)を対象とした。区間ごとの5指標を1セットとして、データ間の類似度により指定したクラスター数に分割するクラスター分析手法であるk-means法を用いて、8つのクラスターに分割した。



[解析3] 深層学習技術により抽出したニシゴリラの時系列姿勢データに基づく行動推定の検討

ゴリラ舎のグラウンド内の方向に向けて監視カメラを設置し、日中継続的に映像を記録した。映像の各フレームを入力とし、各個体の頭、首、両手足等、骨格を構成する身体上の18点の画面上の座標データを出力とする機械学習モデルを作成した。作成には、DeepLabCut(バージョン2.3.5)を使用した。このモデルを記録された映像に適用し、各フレームに写っている個体ごとに、18点の座標の時系列データを抽出した。このデータに基づき、各個体の姿勢を表現する17ベクトルからなるスケルトンデータを算出した。



4. 研究成果

[解析1] 『認知課題に対して見られたチンパンジーのメタ認知 - できないことはやってみなくてもわかる - 』(田中正之・吉田信明 第38回日本霊長類学会大会発表)

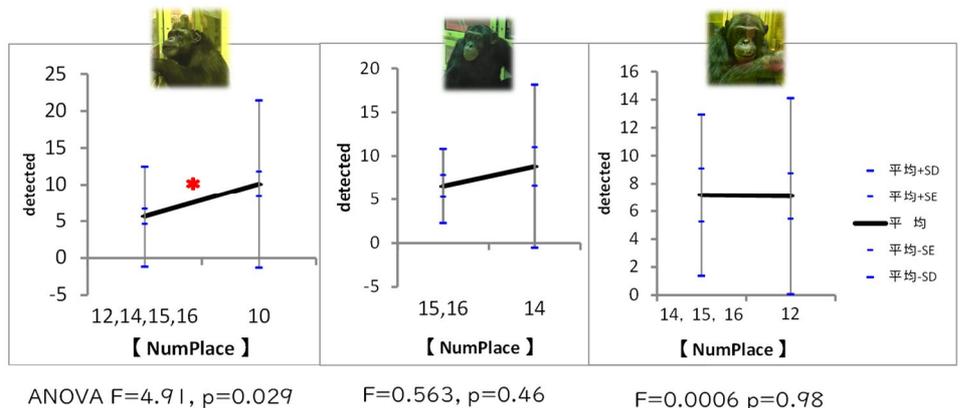
京都市動物園では、一群6個体のチンパンジーを対象に、認知課題にアクセスできる「お勉強」の時間(1回45分程度、週に1-3回程度実施)を設けた。これは、チンパンジーの高い知性を引き出す展示上の工夫であり、退屈な時間を減らすための認知的エンリッチメントでもある。チンパンジーには課題に関する制約はなく、課題をしたい個体が、「お勉強」時間中に空いているモニターの前に座って認知課題を行うルールで実施している。チンパンジーは3台のモニターのうちどの画面に向かってもよく、時には問題が継続していても場所を離れ、その後他個体が入り代わって問題に向かうことなどがあった。その時、当該個体が学習している問題より難しい(系列長の長い)問題を見ただけで、問題を始めずに場所を離れることが見られた。これらの事例を、過去の記録から集めて、当該個体の学習レベルとの関係を調べた。

本研究では、2020年5月19日~2022年5月24日までに行った224回分の映像を解析対象とした。モニター用のカメラ映像を処理し、映像の各フレーム上で検出された顔の位置と個体名を出力するAIを、Python言語用のAIフレームワークであるdetectron2(Python用、バージョン0.6)*を使用し作成した。チンパンジーの顔を検出可能とするため、別途追加学習用のデータセットを作成し、detectron2とともに提供されている人体用のKeypoint R-CNN学習済モデルを、このデータセットを用いてfine-tuneした。

【結果】 コイコがニイニ、ジェームス、タカシが途中放棄した問題を始めたとき、ふだん学習している数(10)と比べてより早く放棄する傾向がみられた。

今回は長期間にわたるデータを分析したが、その間に個体によっては学習成績が変化したことによって反応の「確信度」や問題に対する態度が変化したと考えられる。今後、学習成績と対照して期間を区切った分析を行うことで、チンパンジーの認知課題に関するメタ認知の証拠を得られる可能性がある。

途中放棄試行の分析結果



ANOVA F=4.91, p=0.029

F=0.563, p=0.46

F=0.0006 p=0.98

【解析2】「AIは動物の行動を観察する目となるか：アジアソウの交尾行動の記録から」(田中正之・吉田信明 動物の行動と管理学会 2023 年度大会発表)

本研究はアジアソウが同居する放飼場を撮影する監視カメラ映像から、各個体を抽出し、その個体間の距離や体の向きから、交尾に関連する行動を機械学習により抽出することを目的とした。映像はフレーム単位で解析する。DeepLabCut 2.3.5 によって、身体の各点を検出。

【データ抽出】繁殖を目的とした同居中で着目すべき行動・状態として、4種類を設定した。

個体間の距離：各個体の重心位置間の距離 (px; 重心位置 = 検出された点の平均位置)

追跡：距離 + 移動速度 (隣接する2フレームで検出された重心位置間の距離; 秒速に変換して使用(px/s))

マウント：距離 + 移動速度 + 個体間の体の向きの角度 (同一フレーム内の各個体それぞれで頭・腰の位置が検出された場合個体の向きのす角度)

移動経路の類似度：画面上での2個体の移動経路の類似度 (間差やずれの考慮が必要)

Dynamic Time Warping(動的時間伸縮法)による類似度を用いる。

【クラスタリングの結果】行動は一定時間持続 (マウント行動は十~二十数秒程度) するため、フレームごとの特徴量から一定時間の映像の特徴量を算出した。

持続時間を30秒とし、特徴量をその時間帯のデータから以下を算出した。

- ・個体間距離・移動速度：30秒間の特徴量の平均値
- ・体の向きの角度：各個体の体の向きの平均ベクトルの間の角度 (各フレームでの角度の平均ではないことに留意)
- ・移動経路の類似度：30秒間の移動経路の近さをDTWにより算出

得られた30秒ごとの時系列データから外れ値を除去(3)。各項目を最大値=1、最小値=0として0~1に正規化した。

【各クラスターの日ごとの比率との相関】

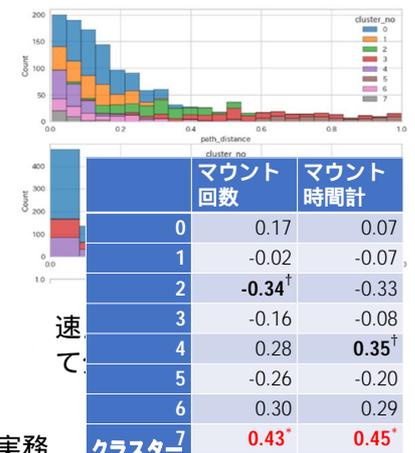
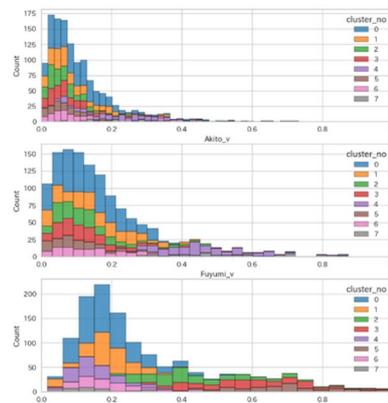
クラスター2: 回数と弱い負の相関

クラスター4: 時間計と弱い正の相関

クラスター7: マウントの回数・時間とも正の相関

【考察】今回のビデオの質は低いにもかかわらず、目視での観察結果と一定程度相関が認めらるデータの抽出が可能であった。

網羅的な観察データを学習データとして事前に作成しなくても、映像から実務上十分なデータを得られる可能性が示唆された。ただし、どのようなデータを映像から抽出すればよいか、事前に十分な検討が必要である。得たいデータと相関があると期待されるデータはどのようなものか、そのデータは、記録した映像から抽出可能かを検討する。



【解析3】「深層学習技術により抽出したニシゴリラの時系列姿勢データに基づく行動推定の検討」

(吉田信明・田中正之 第40回日本霊長類学会大会発表予定)

k-means法によるクラスター分析を行ったところ、梁上での移動シーンを含む映像のデータが同じクラスターに分類されるなど、記録された行動が抽出したデータに一定程度反映されていることが示唆された。一方、個体の識別間違いや検出漏れに加え、背景からの誤検出など動物園環境の課題も見られた。本研究については、現在も解析を進めている。

この研究の発展として、さらに精緻にゴリラの歩行様式(ナックルウォーク)の運動を解析するために、反対方向から撮影する2台の監視カメラを追加して運動を3次元解析する研究を、東京大学との共同研究として進めている。(「ゴリラ・ナックルウォークの前肢・後肢床反力の分析」伊藤滉真・田中正之・吉田信明・荻原直道 第40回日本霊長類学会大会発表予定)

【その他の研究成果】監視カメラデータを教育目的での使用に関する研究

本研究費によって収集した監視カメラデータは、動物園における資産として有効に活用するべきであるので、以下のような研究を実施し、論文として公開した。

「動物園の定点記録映像に自動付与した観察手がかり情報の市民による遠隔動物観察における効果の検証」(吉田信明・塩瀬隆之・田中正之 2023年 ヒューマンインタフェース学会論文誌)

いずれの研究も、動物舎内に設置した監視カメラで記録した定点映像を、映像配信技術を用いて一般市民による動物行動観察に供する際に、監視カメラ映像をそのまま流す場合と、観察ポイントを外挿する場合とを比較し、その効果についての検証を行ったものであった。検証にあたっては、動物園が提供できる市民の学びの多様性を踏まえ、参加者による観察報告の「具体性」などの知識とは異なる観点での評価を試みた。映像の動きに基づいて抽出した孵化情報を観察者に提示することにより、報告の具体性が増した一方で、その態度が他の動物の観察時に維持されるとは言えない結果となった。今回のネットワーク越しの動物観察は、動物園において動物を

自由に観察する状況と同様だと想定しているが、その一方で動物園の展示では、来園者に対して、動物や自然環境に対してより深い関心をもってもらうためのプログラムを提供している。本研究で検討した具体的な行動への着目は、そのための観察の基本的態度だと考えられるが、今後、観察テーマに応じた付加的な情報の内容や提示方法について、引き続き評価と検証が必要だと考えられた。

[アウトリーチ活動]

動物の行動についてわかりやすく伝えるために、本研究において記録した映像を研究代表者が編集し、行動の説明を加えた以下の動画を、YouTube【公式】京都市動物園チャンネル において公開した。それぞれの動画の公開日時とこれまでの再生回数は以下の通りである（2024年6月12日時点）。以下のリストは計35本の一部。

(ゴリラのお勉強) 3人のゴリラたち (7分10秒、2024/06/11公開、1,525回視聴)

https://youtu.be/UIYgQ8_X0e0

(テナガザルのお勉強) シロマティーはいつ鳴くか (6分2秒、2024/05/27公開、470回再生)

<https://youtu.be/JgZ02MQMeDo>

(チンパンジーのお勉強) ずるいニイニ (その2) (5分26秒、2024/05/21公開、686回再生)

https://youtu.be/V_F76zkyXw

(ゴリラのお勉強) 日替わり気分のモモタロウ 今日はやる気なし (5分19秒、2024/05/13公開、2,847回再生)

<https://youtu.be/kEFxCTG0aSc>

(チンパンジーのお勉強) ずるいニイニ (2分45秒、2024/05/13公開、787回再生)

<https://youtu.be/WUE2UQ428UM>

(ゴリラのお勉強) モモタロウ 今日勉強の気分 (4分11秒、2024/05/08公開、2,144回再生)

<https://youtu.be/GT2kJrUuzE>

(テナガザルのお勉強) シロマティーの流儀 (5分2秒、2024/05/02公開、687回)

<https://youtu.be/zNHPU-s8jx8>

(ゴリラのお勉強) ゲンタロウとキンタロウ、それぞれのペースで (5分57秒、2024/03/24公開、3,533回再生)

<https://youtu.be/lApbEF5syis>

(チンパンジーのお勉強) ロジャー、がんばる (4分28秒、2024/03/03公開、594回)

<https://youtu.be/APER6ex0Ns0>

(ゴリラのお勉強) 兄はのんびり、弟はグイグイ (5分1秒、2024/01/30公開、3,040回再生)

<https://youtu.be/P7DJbmeqEqs>

(チンパンジーのお勉強) ニイニのお勉強の楽しみ (4分52秒、2024/01/26公開、617回再生)

<https://youtu.be/SW4c-ugwoEO>

(チンパンジーのお勉強) ニイニ やりたい放題 (5分44秒、2023/12/09公開、589回再生)

<https://youtu.be/XZQmS0q5zxc>

(ゴリラのお勉強) キンタロウ、がまんの子 (5分12秒、2023/11/13、5,030回再生)

<https://youtu.be/QN082WYvJ08>

(チンパンジーのお勉強) ジェームスの場合 (5分16秒、2023/08/01公開、834回再生)

<https://youtu.be/bPsI0-GSzhc>

(チンパンジーのお勉強) コイコの学びはつづく。(5分14秒、2023/07/23公開、643回再生)

<https://youtu.be/9uKwhvyKNAw> (ゴリラのお勉強)

ゲンキとキンタロウのお勉強 (7分50秒、2023/07/15公開、7,537回再生)

https://youtu.be/WPOG1ct3h_k

(チンパンジーのお勉強) 勉強はひとりでするより、仲間といっしょにやった方がいい!? (6分40秒、2023/07/11公開、947回再生)

<https://youtu.be/ctYJ7WqNwuc>

ゴリラのお勉強部屋： 食事を楽しむゴリラたち (7分16秒、2023/06/19、3,552回)

<https://youtu.be/lpcim0eMg5Y>

チンパンジー・ニイニとロジャーの追いかっこ遊び (48秒、2023/06/01公開、770回再生)

<https://youtu.be/uxLwughJBtU>

ゴリラのお勉強：問題はゆずっても、フィーダーはゆずらない。(6分6秒、2023/05/27公開、3,218回再生)

<https://youtu.be/np42szgGM3I>

チンパンジーのお勉強：落ち着かないロジャー (2分16秒、2023/05/18公開、711回再生)

<https://youtu.be/y6GkebJ624c>



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 吉田 信明、塩瀬 隆之、田中 正之	4. 巻 25
2. 論文標題 動物園の定点記録映像に自動付与した観察の手がかり情報の市民による遠隔動物観察における効果の検証	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ヒューマンインタフェース学会論文誌	6. 最初と最後の頁 167 ~ 176
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11184/his.25.3_167	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 田中正之、吉田信明
2. 発表標題 認知課題に対して見られたチンパンジーのメタ認知
3. 学会等名 第38回日本霊長類学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中正之、吉田信明
2. 発表標題 AI技術を用いたチンパンジーの認知課題出席管理
3. 学会等名 動物の行動と管理学会2022年度研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yumi Yamanashi, Ryoko Aoki, Zon Ito, Nobuaki Yoshida and Yuko Ikkatai
2. 発表標題 Development of a novel digital enrichment system to enhance the welfare of zoo-housed chimpanzees
3. 学会等名 The 55th Congress of the International Society of Applied Ethology（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉田信明, 塩瀬隆之, 田中正之
2. 発表標題 動物行動観察コンテンツにおける定点カメラ映像への観察着眼点の自動付与の可能性検証
3. 学会等名 ヒューマンインターフェースシンポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中正之
2. 発表標題 高齢テナガザルにおける系列学習記憶の長期間保持.
3. 学会等名 第37回日本霊長類学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中正之
2. 発表標題 テナガザルはいつ鳴くか? - 認知課題と並行して発声オペラントを強化した場合の条件間の差の検証 -
3. 学会等名 動物の行動と管理学会2021年度研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田信明, 塩瀬隆之, 田中正之
2. 発表標題 定点カメラ映像を用いた市民による動物行動観察における着眼点の提示効果の検証
3. 学会等名 情報処理学会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 田中正之	4. 発行年 2022年
2. 出版社 小さ子社	5. 総ページ数 16
3. 書名 いのちをつなぐ動物園・その後（「いのちをつなぐ動物園」別冊）	

〔産業財産権〕

〔その他〕

京都市動物園 生き物・学び・研究センター 研究 https://www5.city.kyoto.jp/zoo/crew/research_2/ 京都市動物園 生き物・学び・研究センター 研究成果・業績 https://www5.city.kyoto.jp/zoo/crew/achievement/ 京都市動物園 生き物・学び・研究センター ブログ https://www5.city.kyoto.jp/zoo/enjoy/blog/crew-blog/ YouTube【公式】京都市動物園チャンネル https://www.youtube.com/@kyotocitycyberzoo

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	吉田 信明 (YOSHIDA NOBUAKI) (00373506)	公益財団法人京都高度技術研究所・研究開発本部・主任研究員 (84304)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------