

## 京都市動物園 共同研究報告・成果（2023 年度）

京都市動物園において実施された共同研究の年度末報告・成果を公開いたします。（順不同）

### 研究課題

主たる実施者、研究代表者（所属団体）

報告内容~~~~

### 環境 DNA による陸生生物種の検出条件の検討

藤森崇、山中裕樹、谷口青空、宮脇盛、安田朝香（龍谷大学）

本研究は、京都市動物園の生物由来の DNA を、園内の大気中の浮遊粒子やふんじん等を採取することで環境 DNA 分析による陸生生物種の検出条件の検討を目的とした。

大気中微小粒子が園内の植物に付着していると仮定し、葉に付着した DNA を水かけ法により採取した。動物園内および園外から回収したサンプルから計 26 種の非ヒト脊椎動物を検出した。園内同一地点の植物を対象として環境 DNA の蓄積日数を評価した結果、1 週間で高頻度に園内の動物種の DNA が付着することが分かった。また、園外の植物から園内の動物種の DNA は検出されなかった。園内でのアジアゾウとの位置関係から 150 m 前後まで DNA が拡散している可能性が示唆された。

大気サンプリングは小型ポンプにより実施した。前年度取得した高温多湿の夏季から秋季のデータと比較する目的で、冬季（2024 年 12 月～3 月）を中心としたサンプリングを実施中である。継続して次年度に比較データをとりまとめる。

### 昼夜逆転展示施設に関する動物行動学・社会科学的調査—基礎的知見の収集

二宮茂、鈴木悠真（岐阜大学）

「昼夜逆転展示」が及ぼす影響に関して客観的な評価を行うことを目的として実施した。なお、京都市動物園は自然条件区として調査した。

調査 1(動物の行動) タテガミヤマアラシの全日の行動を観察した結果、昼夜逆転区と自然条件区では活動的になる時間帯が異なって見えた。展示中は昼夜逆転区で多くの活発な行動が見られた。

調査 2(教育効果) 来園者を対象に、提示した種が夜行性かどうかを問うアンケート調査を実施した。その種が「昼夜逆転展示」で飼育されていた場合、統計学的に正答率が有意に高い、もしくは高い傾向にあった。

調査 3(滞在時間) 来園者の展示滞在時間を測定した結果、動物活動時・動物非活動時・全体のいずれの条件においても昼夜逆転区は自然条件区よりも有意に短かった。

まとめ 「昼夜逆転展示」は「展示中、動物の活動的な行動の増加が認められる施設」「教育的意義のある施設」「滞在時間に関して制限の多い施設」であると考えられた。

## カバの汗の成分研究

橋本貴美子（東京農業大学）

ヒトの発汗と同様に、カバの発汗も温熱性と精神性のものに大きく分けることができるのではないかと考えている。すなわち、発汗の量やタイミングは気温（水温）と、カバの機嫌（精神的状況）に左右されるものと思われる。カバの汗腺は大きく、容量が 1 mL ほどあると言われるが、汗がどれくらいの時間で汗腺に溜まり、どれくらいの時間出続けることができるのかは全くわかっていない。そこで、7月と8月に3日ずつ、1日2回（朝10時頃と、昼過ぎ15時頃）発汗の様子を観察した。日々の条件がそれぞれ異なるため、結論は出せないが、一度皮膚上に現れる量が少なくなっても、30分程度すると、再度発汗できるようになっているように見える。また、プールに入っている状態で、名前を呼ぶと皮膚上（顔や背中）に発汗が見られることから、精神性の汗の性質も大きいことがわかった。

## 多元素同位体を用いた日本の動物の移動履歴追跡手法の一般化

長谷川絵美（総合地球環境学研究所）

水素同位体比による動物の移動履歴の追跡手法は、海外では一般的な手法ですが、日本での手法の一般化のために、基礎的な研究を進めています。今年度は、京都市動物園、札幌市円山動物園、鹿児島市平川動物園で飼育されているトラ（アムールトラ、ベンガルトラ、ホワイトタイガー）の毛とインコ（アカコンゴウインコ、ヒワコンゴウインコ、モモイロインコ）、オウム（キバタン、オオバタン）の羽を集めて比較平衡法で水素同位体比の分析手法の検討を行いました。複数の温度条件で検討を行い、サンプルの同位体比とともに、副産物（シアンや窒素）、色素沈着（メラニン、サイタコファルビン）、前の分析サンプルが次のサンプルに及ぼす影響（メモリー効果）による影響の確認などを行うことができました。来年度は、さらに分析精度を向上させる努力を行い、2023年度に採取した飲み水の同位体比との関係性を調べ、報告させていただきます。

## キリンの個体毎の運動量と蹄の伸長度合いおよび床材との関連解明

山本誉士、加藤孝士郎（麻布大学）

本研究は床材によるキリンの削蹄効果の検証を目的に、2023年6月29日～6月30日、8月18日～8月20日、10月18日～10月20日、12月7日～12月9日の合計11日間の調査を実施した。調査方法として、キリン2頭（メイ・ミクニ）を対象に、行動観察（3分毎の行動記録と放飼場内の移動量）および写真から前肢蹄長の変化を推定した。なお、同様の調査は上野動物園と埼玉県こども動物自然公園でも実施した（両施設とも火山礫）。その結果、残念ながら床材の違いによる画一的な削蹄効果は確認できなかった。一方、粒が大きく、厚みを持たせた火山礫は蹄の伸長抑制の傾向を示した。また、砂を用いる飼育環境において

は、メイの結果から、蹄の伸長抑制効果を得るためには、夏では 90~100 以上、気温の低い時期では 70~80 以上の日中移動量を確保する必要があると考えられる。なお、放飼場の端から端までの移動量は約 3 であるため、33 往復すると得られる移動量である。

## ナックルウォークの力学メカニズムの解明

伊藤滉真、荻原直道（東京大学）

本研究では、ゴリラを対象にナックルウォーク時の身体運動と床反力（歩行時に手・足に作用する力）を 3 次元的に計測し、その力学メカニズムを分析することを通して、なぜ、現生大型類人猿はナックルウォークを採用し、我々ヒトのみが、直立二足歩行を採用するに至ったのかを解明することを目指す。本年は 4 台のネットワークカメラを設置し、常時録画と遠隔地からの画像確認を可能とした。また運動場の梁に床反力計を 1 台追加して計 2 台とし、さらに LAN 接続することでこちらも常時計測を可能とした。これによりナックルウォーク時の身体運動と力作用のデータを多数取得することが可能となった。今後これらを用いてゴリラナックルウォーク時の身体運動と床反力のデータ収集・蓄積を進める予定である。

## 高校生向け「野生動物学初歩実習」

横坂楓、村上聡、山本真也ほか（京都大学）

北野高校・関西大倉高校の高校 1,2 年生（計 16 名）を対象に、野生動物学初歩実習をおこなった。京大学部生・院生の指導のもと、高校生に各自テーマを設定してもらい、動物の行動観察を通して、データ収集・分析・発表という研究の一連の流れを体験してもらうことを目的とした実習である。京都市動物園では、フサオマキザル・グレビーシマウマ・アミメキリン・フンボルトペンギン・アジアゾウの動物観察をおこなった。混合展示に関する研究など、動物福祉に役立つ知見が得られている。また、フサオマキザルについては、年齢の増加と交流頻度には負の相関が見られるといった結果も得られている。2 月 4 日開催のプリマーテス研究会にて研究発表をおこなった。さらに、3 月 15 日には京都市動物園で、プリマーテス研究会に参加できなかった動物園職員、指導教員に対して最終発表会も開催した。

## 動物園内に生息するヤブ蚊の採集及び蚊媒介性ウイルス疫学調査

伊吹謙太郎、木村恵理、西森美紀、藤野柚季（京都大学）

現在、地球温暖化の影響で蚊の生息域は拡大している。それに伴い、蚊が媒介するウイルス感染症は輸入症例として国内で年間 200 例以上の報告が新型コロナウイルス流行以前にはなされてきた。現在の水際対策が緩和され海外流行地からの渡航者が増えると、国内での流

行の可能性が高くなることが危惧される。

本研究では、7-9月に京都市動物園に生息する蚊の採集・同定を行い、デング、ジカ、チクングニアウイルスを媒介するヒトスジシマカについての分布状況の把握と、これらのウイルスの感染に関する疫学調査を行った。合計 104 匹のヒトスジシマカを得たが、全検体でこれらのウイルスの感染は認められなかった。

本研究期間に動物園に生息するヒトスジシマカには、上記の蚊媒介性ウイルスを保持する個体は存在せず、園内におけるウイルス感染のリスクは低いと考えられた。

## 飼育下のヨーロッパオオヤマネコに対する閉園時間も含めた QOL 拡大のための取り組み—行動的 QOL を指標として

高山仁志、中鹿直樹（立命館大学）

本研究は、2019年9月より実施していた研究を継続したものである。2020年度は2021年1月5日～28日をベースライン期間、2月27日より、4月、6月、10月、12月と合計5つの介入を行った結果、12個だった正の強化で維持されている行動の選択肢が39個まで増加しており、行動的 QOL の拡大が見られた。その後、介入5で設置したドンゴロスは撤去となった（介入6）。

2022年度は7月25日、10月22日に介入7（段ボール箱を複数吊るす）、2023年1月15日に介入8（藁をボール状に編んだ物を吊るす）を行い、行動の選択肢が7個増加した。

2023年度は、2023年8月16日に介入9（消防ホースに使用済み寝藁を詰めたものを置く）、2024年1月28日に介入10（消防ホースを箱状に編んだものに使用済み寝藁を詰めてチェーンで吊るす）を行った結果、行動の選択肢が8個増加し、行動的 QOL の拡大が見られた。以上の結果も踏まえ、2024年度も研究を継続していきたい。

## アジアゾウの常同行動における歩行の特徴および関連行動の分析

榎屋百恵、二宮茂（岐阜大学）

常同行動は動物の福祉状態の把握に使われることがある。しかし、常同行動のひとつである往復歩行は、移動との区別が難しいという課題がある。そこで本研究では往復歩行と移動との違いを探索することを目的に、アジアゾウの往復歩行と移動をビデオカメラで撮影し、歩調に着目して分析している。また、往復歩行や他の常同行動がどの行動と関連して発現するかについても調べるため、行動間の推移についても分析している。京都市動物園からは雌4頭を観察対象とし、2023年9月～10月にかけて調査を実施した。調査期間において、夏美ブンニョンと春美カムパートの2頭において往復歩行が、美都と冬美トンクンの2頭において首や体を振る常同行動が観察された。歩調については他種の先行研究と同様の傾向が見られた。今後は関連行動も含めて、より詳細な分析を進めていく予定である。

## 幸せなホッキョクグマ

月ヶ瀬かれん、青木淳（東京藝術大学）

「幸せなホッキョクグマ」と題した修士制作を行うにあたり、京都市動物園の現状、取り組む活動についてインタビューさせていただいた。動物園に暮らす動物の「幸せ」という概念について、動物福祉という視点をもつことで、曖昧な動物愛護という視点から抜け出し、数値化して動物の幸せを計ることが可能であると知り、人間とは異なる、動物の捉える空気の伝わり方、水の浸透性などを調べることから動物園動物の暮らす空間について考えたいと思った。また野生動物と動物園動物と、動物を完全に二つに分けて考えていたが、野生動物といっても怪我をしたり、親とはぐれた動物などもおり、動物園で暮らす動物の中には、レスキューの意味で動物園に暮らす動物が存在することも知った。野生動物を動物園動物として捕えてしまうことを完全悪と考えていた私にとって、この事実は衝撃であり、また動物園の存在価値を考える上でも重要なことと捉えた。このインタビューを得て、建築学科の修士制作であることから、人間にとっての動物園の存在価値を定義しつつ、動物にとっての幸せな空間を考えたい。

## アジアゾウの環境エンリッチメントに関する研究

山中純鈴、岩田高志（神戸大学）

本研究では、京都市動物園で飼育されているアジアゾウの飼育環境の改善を目的とし、より野生に近い飼育環境を再現するため、給餌時刻を定刻からランダムに変更した。メスのアジアゾウ 4 個体を対象とし、タイマーで稼働するフィーダーを用いて、午前 5 時から 8 時の間で、給餌時刻を 30 分単位でランダムに変更した。実験は、朝 6 時半に給餌されるコントロール期間（2023/11/24~12/11）、給餌時刻をランダムに変更する馴致期間（2023/12/12~12/25）と 4 週間の実験期間（2023/12/26~2024/1/22）、最後にコントロール期間（2024/1/23~2/5）を設けて実施した。ゾウ舎に設置されている監視カメラを用いてゾウの行動を記録し、10 分毎の瞬間スキャンサンプリングをした。行動は、横臥休息、立位休息、採餌、常同行動など 12 種類に分類した。2024 年 3 月末までに、最初のコントロール期間、実験期間 1、2 週目の解析の結果、両期間において、常同行動の時間割合に差は見られなかった。引き続き残りの期間の解析に取り組む。

## AI によるツシマヤマネコの発情兆候に関連する行動の自動検出

山本雅人、佐藤大地（北海道大学）

本研究課題では、絶滅危惧種であるツシマヤマネコに対する繁殖促進に向けて、監視カメラ映像から AI を用いて、発情兆候と関連すると思われる行動の自動検出を行うための技術開発を行うことを目的として実施した。本年度は、行動の自動検出に向けて、主に監視カメラ

映像からツシマヤマネコの検出を精度良く行うための技術開発を行った。特に、深層学習モデルである YOLOv8 を用いてツシマヤマネコ用に追加学習を行い、就寝時に入る箱での検出を対象として精度検証を行った。また、行動分類につなげるため、SAM というモデルを用いてツシマヤマネコの輪郭を抽出することを試みた。さらにその結果を用いて、発情兆候時に減るとみられている睡眠時間との関係を把握するため、睡眠と非睡眠の分類を ViT のファインチューニングによって可能とする技術開発を行った。結果的に、ほぼ 100% に迫る精度で睡眠／非睡眠の分類ができることを示した。

## 飼育下のフンボルトペンギンにおける社会的行動

小林亜美、高月美乃里（関西大倉高等学校）

飼育下のフンボルトペンギンにおいて、他個体との衝突を避けるための行動として、個体ごとの社会的行動に規則性があるのではないかと考え、本研究に至った。8 日間の攻撃行動の分析を行った結果、個体ごとの規則性について、本研究では有力な結果は得られなかった。しかし、個体間の関係性について、2006 年から 2016 年生まれの個体は、攻撃された回数に比べて攻撃した回数が多かったことから、青年・壮年個体と幼年・老年個体で力関係の不均衡があるのではないかと考察した。また、各攻撃行動と年齢差との関係について、頭を突き出すのは攻撃する個体より年齢が低い個体に行うことが多い、突き落とすのは年齢差が小さい個体のみ、といった違いがみられたことから、攻撃行動によって相手に与える負荷の大きさに違いがあり、攻撃できる相手の年齢が限られている可能性が示唆された。

## コウモリ尿検体からの腎臓上皮細胞の樹立

大倉定之（日本医科大学）

本研究では尿中に含まれる上皮細胞を樹立するため、熱帯動物館内で飼育されているインドオオコウモリ 4 頭から新鮮な尿を採取した。採取は飼育・展示スペースの床上にビニールシートを敷き、3 時間程度後にシート上の尿を、シリンジを用いて行った。1 頭あたりの排尿量は少ないため、4 頭まとめて採尿した。尿検体は氷冷して大学研究室に持ち帰り、BSL2 実験室内で遠心、洗浄後、専用の培地で培養した。細胞の樹立のための培養は、報告書を作成時点で継続中でのため、細胞が得られることを期待している。

## 新たな相互関係プログラム MIKKE（みっけ）がテンジクネズミに与える影響

戸澤あきつ（帝京科学大学）

京都市動物園では、以前から動物に負担が少ない方法かつ来園者にとって発見や動物につ

いて知るきっかけとなるようなインタラクティブ方法を模索している。テンジクネズミでは 2022 年 10 月から、動物には直接触れず、動物にとっての好きを参加者に発見してもらう MIKKE (みっけ) プログラムを実施している。本プログラムに供試されたテンジクネズミの動物福祉状態を把握するために、対象個体 16 頭を個体識別してプログラム実施日と実施しなかった日の行動調査を行った。昨年度から調査を行っているが、今年度は継続してデータ数を増やした。行動データについては現在詳細を解析中である。生理評価については今年度実施できなかったため、次年度以降に評価を検討している。

### ネコ科動物におけるマタタビ反応の種特異性の謎解明

宮崎雅雄、上野山怜子 (岩手大学)

ネコ科動物は、マタタビに顔や頭、体を擦り付ける反応を示す。このマタタビ反応は、植物が放出するネペタラクトールやマタタビラクトンと呼ばれる有効成分に対してネコが陶酔しているだけと考えられてきた。我々は、この反応は、昆虫の忌避活性も有している有効成分を体に擦り付ける行動であり、化学防御の意義があることを見出した。しかしネコ科動物すべてがマタタビに反応するのか、ネコ科に近縁な動物の反応性は調べられていない。本研究では、京都市動物園のアムールトラ 2 頭、ジャガー 1 頭、ヨーロッパオオヤマネコ 2 頭、ツシマヤマネコ 1 頭、ミーアキャット 3 頭、狸 1 頭に対するマタタビとキャットニップ抽出液に対する反応性を調べた。ジャガーとヨーロッパオオヤマネコ 1 頭は反応したが、他の動物は反応しなかった。現在、他園でも同様の実験を行っており、ネコ科動物 8 属について反応する種と反応しない種を明らかにする計画である。

### 鉱塩の易利用性とキリンの口腔行動の発現の関連性の調査

岡部光太 (京都市動物園)

キリン 5 頭を対象に、鉱塩の設置場所変更に伴う舐塩行動と柵舐め行動への影響を調査した。観察は 1 月 12 日から 3 月 22 日に実施し、1 日に 2 時間 (40 分×3 回) 行った。観察期間は A、B の 2 つに分け、各期間で鉱塩の設置場所を変更し (A: 乾草給餌箱周辺、B: ヘイキューブ給餌箱周辺)、各 6 日間観察した。また全期間で、シマウマの鉱塩 (C: グラウンド中央、高さ約 1m) が設置されていた。1-0 サンプルング (1 分間隔) で対象の行動を記録した。その結果、鉱塩の利用は 5 個体中 2 個体で B よりも A での舐塩行動が有意に多く、その他の個体には 2 期間で差はなかった。また全期間で、C の利用は A、B に比べ有意に低かった。つまり、鉱塩の設置場所がキリンの舐塩行動に影響する可能性が考えられた。口腔行動は、1 個体で柵舐め行動が A よりも B で有意に少なかったが、この個体の舐塩行動は 2 期間で有意な差はなく、鉱塩の設置場所が影響した可能性は低いと考えられた。

## シロテテナガザルは認知課題を楽しむか：3年間中断していた認知的エンリッチメントを再開した際の反応とパフォーマンスの分析

田中正之（京都市動物園）

2024年3月11日に。京都市動物園サル舎シロテテナガザル屋外運動場において、シロマティーを対象として研究承認後第1回目の実験を実施した。前回に実施したのは2021年9月30日であり、893日振りの実施であったが、画面中に提示された白い円（○）にはほとんど躊躇なく触れた。その後に提示された数字の「1」に触れるまでに約2分半を要したが、その後の試行ではほぼ迷うことなく画面中の数字に触れた。1セッションを10問とし、正解数が8問を超えれば提示する数字の個数を増やしていったところ、初日で最大5個（1から5まで）の数字を8割以上の確率で正しい順序で触れることができた。数字を6個に増やしたとき、7問終了時に画面から離れて再び戻ることはなかった（このとき7問中4問正解であった）。この後、3月13日、14日、16日、20日、21日、31日に実験を実施し、70試行、37試行、19試行、20試行、50試行、19試行し、5割以上の正答率であった。

## アジアゾウのオスメス間における近接、接触行動の観察調査

築地夏海、中村美知夫（京都大学）

本年度は2022年度からの継続調査を行った。本年度はとくに、オスメス間における近接・接触行動の頻度に着目し、2023年8月から10月の間に直接観察を行った。オス1頭が日中において屋外パドック、屋外グラウンド、屋内寝室のうちどこにいるかを2分間隔で記録した。また、オス個体から4頭のメスそれぞれがいる地点までの距離と、接触行動についても記録した。調査の結果、メス4頭はいずれもオスが屋外パドックにいる際にオスとの近接頻度が高く、また接触も多く確認された。調査期間中はオスが体調不良のために屋外パドックに収容される時間が長かったことから、今後はオスの容態による行動場所の変化を踏まえた観察が必要だと考えられる。調査内容の一部は、2023年11月に「2023年度みんぱく若手研究者奨励セミナー」にて発表した。

## 人と鳥の情報通信技術を介した遠隔インタラクションの設計

洪浩然、小林博樹（東京大学）

コンピューター端末を介してキバタンに聴覚と視覚刺激を送り、その反応を観察する仕組みを設計した。2023年6月に京都市動物園に設置した端末からキバタンに視覚と聴覚の刺激を提示し、その反応を解析した。聴覚と視覚刺激はキバタンの習性に応じて設計され、水の流れる音や青色の光とした。評価実験は3つのテストで構成され、各テストは3分間とした。テストの間には5分の休憩を設け、テストグループの後には10分の休息を設定し

た。提供された刺激に対するキバタンの反応を評価するため、目とくちばしの向き、さえずりの頻度、ケージ内での動きや位置、およびその他の動作で内的状態を観察した。それらの結果から、特に聴覚と視覚刺激を同時に与えられた場合、キバタンの反応が増加することがわかった。したがって、コンピューター端末がキバタンの注意を引き出す効果があることが示された。