

## 京都市動物園 共同研究報告・成果（2021 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~~~~

### 京都市動物園におけるチンパンジーの取っ組み合い遊び

—遊びと行動の制御との関係—

**TRINH THIEN NGAN, 山田一憲** (大阪大学大学院 人間科学研究科 比較行動学研究分野)

**【序論】**哺乳類がおこなう社会的遊びの機能については、運動能力や社会・認知的な能力の向上がよく指摘されている。本研究では、チンパンジー (*Pan troglodytes*) における取っ組み合い遊びに注目し、行動の抑制が遊び交渉の継続に与える影響を検討した。取っ組み合い遊びでは、体の大きさや社会的順位といった個体の優劣関係が反映されやすい一方で、その優劣関係を調整する行動も観察される。ラット (*Rattus norvegicus*) の取っ組み合い遊びでは、体の大きな個体が小さな個体を組み敷く行動が頻繁に生起するという優劣関係がみられる。ただし、遊び交渉の 7 割の時間を超えて、体の大きな個体が相手を組み敷く行動を続けると、体の小さな個体が遊びを回避するようになる。つまり、遊びを継続させるために、体の大きな個体は自分の行動を抑制すること (play fair) が必要となる (Panksepp, 1998)。したがって、行動を制御して、社会化や道徳の基盤を身につけることが取っ組み合い遊びの機能の一つだと提唱される (Peterson & Flanders, 2005)。本研究では、飼育チンパンジーの Roger (3 歳、オス) に注目し、年齢、身体能力、優劣関係が異なる相手とどのように遊びを行い、行動を制御するのかを観察した。特に、取っ組み合い遊びの終わり方に注目し、遊びの結果を Fair (優劣関係が見られない、あるいは優劣関係が逆転した遊び交渉)、Normal domination (優位な個体が優位な立場を、劣位な個体が劣位な立場をとり続けた遊び交渉)、Transgression (喧嘩で終わった遊び交渉) の 3 種に分類し、「Roger と他のチンパンジーが遊ぶとき、30%以上の遊び交渉が Fair である」という予測を立て検証を行なった。

**【方法】**本研究は、京都市動物園で飼育されている 6 頭のチンパンジーを対象とし、2021 年 7 月から 11 月にかけて、計 124 時間の観察を行った。行動サンプリング法を用い、取っ組み合い遊びが生じた場合、種類、開始し方、開始した個体、相手個体、play retrieve (遊び相手の体を掴んだり噛んだり逃げさせない行動) の有無、持続時間、終わり方を記録した。

**【結果と観察】**本研究では、加齢につれて、チンパンジーが遊びに費やした時間が減少することがわかった。また、90%以上の遊び交渉は 1 分以内で終了したが、play retrieve があつた遊び交渉の平均持続時間は play retrieve がなかつた交渉より有意に長かつた。そして、Roger が他の個体と遊ぶ際、それぞれの交渉に占める Fair の割合は 75% (母、Lora)、80% (高齢メス、Koiko)、67% (中年オス、Takashi)、40% (父、James)、58% (若オス、Niini) と全て 30%を超えており、これらの結果は上記の予測を支持していた。父と遊ぶときは、Normal domination となる交渉が最も多かつた

(60%)。これは James が集団の最優位のオスであり、遊びでも優位な役割が反映されてしまうためだと思われた。Roger と Niini の間では、約 24%の遊びが喧嘩に発展した。その理由は Roger と Niini はともにまだ若く、相手を噛み過ぎたり、play retrieve しすぎたり、遊びにおいて行動の制御を上手くできないことが多かったためであると考えた。今後、Roger と Niini がどのように行動の制御を発達させ、喧嘩に発展する遊びを減少させるのか、さらなる研究が必要である。Roger と Niini の遊び交渉において、play retrieve と遊びの結果との間に統計的に有意な関連が見られ、play retrieve は遊びの持続時間を延長するだけでなく、遊びの結果 (Normal domination, Transgression など)にもつながっている可能性がある。今後、他の哺乳類の遊びを比較的に研究することで行動の制御という取っ組み合い遊びの機能を調べる必要があると考えた。

## 日本の動物園が目指す姿と求められる役割

伊藤舞美，宮脇幸生（大阪府立大学 現代システム科学域 環境システム学類）

日本の動物園がこれまで娯楽の役割を強く持ってきたこと、現在も来園客の意識の中では動物園を「レクリエーション」として捉えられることが多いことが背景として存在する中で、動物園はどのように「種の保存」「教育・環境教育」「調査・研究」といった役割を果たしていくのか、来園客は動物園をどのような場であると認識すべきであるのかというテーマをもとに、調査、考察を行った。

結果として、動物園は環境エンリッチメント含め動物福祉の取り組みを行いながらも来園客の満足度を向上させる工夫をしていること、来園客は動物園の4つの役割の大切さを認識し、学びを通して動物福祉や環境問題に関心を持つべきとの考察にいたった。

## 新規開発品のサンプル評価

荒薪祐輔（京都市動物園），川中嶋良雅（オリエンタル酵母工業株式会社）

・高繊維品（目的：繊維を必要とする動物種への多様な繊維源供給の為）

キリン・ゾウ・レッサーパンダ・ゴリラでの嗜好性確認を行った。動物種および個体によって嗜好性が異なることが確認された。嗜好性に違いが生じる要因を探求していく予定である。

・高タンパク品（目的：繁殖、筋肉合成、衰弱個体に対してなど幅広い場面でタンパクを要求している動物種の為）

アカゲザル・フサオマキザル・ショウガラゴ・レッサースローロリスでの嗜好性確認を行った。2種類のテイストを用意したが、嗜好性について明確な違いはなかった。

今後とも栄養学に配慮した動物園動物用飼料の開発・製造を行っていく。

## 新世界サル用飼料のサンプル評価

荒薪祐輔（京都市動物園）、川中嶋良雅（オリエンタル酵母工業株式会社）

グルテンの配慮や、機能性原料の配合による腸内細菌叢の改善、エネルギーバランス、嗜好性の改善を期待した新世界サル用飼料の給与評価を行った。

フサオマキザルにおいて従来ある SPS（新世界サル用飼料）の代替で約 1 ヶ月間の給与の結果、便性状の改善、嗜好性に問題がないことが確認できた。

なお、本研究内容は、事例紹介として年報、学会等での公開を希望する。

## 京都市動物園におけるアミメキリンの社会関係に関する研究

齋藤美保（京都市動物園）

本研究の目的は、アミメキリンのメス二頭において（1）オス（一頭）との同居・非同居の 2 条件下におけるストレスホルモンとして知られる糞中グルチコルチコイドの値、（2）オスとの同居・非同居の 2 条件下におけるメス二頭における社会的行動の違い、を検討することだった。糞の採取は 2021 年 4 月から 6 月の間、社会行動の観察は 2020 年 9 月から 2021 年 11 月の間に実施した。その結果、（1）オスに比べてメスは、全期間を通じて糞中ストレスホルモン値が高かったものの、オスとの同居・非同居の 2 条件下における違いは見られなかった。（2）オスとの同居時には、年齢がより高く、かつ京都市動物園での飼育歴がより長いメスから、もう一頭のメスに対する攻撃的行動の生起頻度が、オスとの非同居時に比べて高いことがわかった。また、オスとの非同居時には、年齢がより低くかつ京都市動物園での飼育歴のより浅いメスから、もう一頭のメスに対しての近接の生起頻度が、オスとの同居時に比べて高いことがわかった。

## 夜間におけるアミメキリンの行動と場所利用に関する研究

齋藤美保（京都市動物園）

京都市動物園では、夏場の夜間、キリンの屋外放飼を実施している。本研究の目的は、トラップカメラを利用して、夜間の屋外放飼時における彼らの（1）座っての休息行動および（2）行動生起割合を明らかにすることだった。夜間放飼は 2021 年 8 月から 10 月中旬にかけて実施され、そのうち 13 夜について、10 分に一回のスキャンデータを収集した。

その結果、（1）ミライ（オトナメス）、メイ（オトナメス）、ミクニ（コドモ）の順に一回の休息行動が短くなることがわかった。これは、コドモの一回の休息時間はオトナに比べて短くなる、との野生での先行研究結果と一致した。（2）夜間、屋外では休息行動が、一夜につき約二回の頻度で観察された。一方、昼間屋外における約 300 時間の他研究での観察では、当該オトナメス二頭の休息行動は一度も観察されず、同じグランドでも、昼夜で休息行動の生起頻度に大きな違いが見られた。その違いが生じた要因については、今後さらな

る分析を行っていく。

## ケープハイラックスの新生仔の発達に伴う行動と出産に伴う集団内の社会関係に関する研究

### 齋藤美保（京都市動物園）

哺乳類の母仔関係に関する研究は、数多くの種でおこなわれてきた。その中でも、霊長目、奇蹄目、鯨偶蹄目、食肉目では多くの知見が集まっている。他方、“almost ungulate” と称されることもあり近蹄類に分類されるイワダヌキ目の仔の発達に伴った行動変化に関する知見は乏しい。そこで、本研究ではイワダヌキ目の一種であるケープハイラックスを研究対象とし、彼らの発達に伴う行動変化（授乳行動および成長に伴う他個体との関係性の変化）を明らかにすることを目的とした。2021年5月から2022年2月まで、ハイラックス舎内に、監視カメラおよび温度計（二台）を設置した。カメラは7:00から19:00の間、動画撮影モードとした。調査期間中に、2019年産まれのオス個体と父親間で闘争が見られるなど、成長に伴う社会関係の変化が確認された。また7月24日には双子が生まれ（母親：ポテチ）、今後、この双子の発達に伴う授乳・社会行動の変化についての動画解析を継続する。

## 動物園における展示が果たす機能 –職員と来園者双方の動物観に着目して– 増田初希, 佐藤宏樹（京都大学大学院 アジア・アフリカ地域研究研究科）

動物園は動物の展示を通じて意義発信し、来園者の動物観形成に影響を与えてきた。動物園の創生期には展示は娯楽性が強かった。しかし現在では保全を軸に「種の保存」「教育」「研究」「娯楽」の動物園4つの役割に働きかけるよう展開されている。これまで動物園は様々な種類の展示が誕生してきた。中でも、来園者が動物の放飼場の中に立ち入って観覧できるウォークイン展示と来園者が展示動物に触れることのできるふれあい展示は特異である。また、これらの展示は人と動物との間に物理的障壁がなく、来園者の動物への関心を保全へと導くことが期待されている。本研究ではこれら二つの展示を「展示する動物園側」と「展示を観覧する来園者側」の視点からの展示への評価を以て、動物園の役割に対して果たす機能を検討する。

## 日本列島におけるアカギツネの分布形成史の解明

### 渡辺拓実, 渡辺拓実（富山大学 大学院理工学教育部）

現在の生物の系統地理構造は、種の進化的背景や過去の地球環境を反映する。大陸島として複雑な地史を有する日本列島は、系統地理学的アプローチに基づく種の進化機構の解明において重要な研究フィールドである。アカギツネ (*Vulpes vulpes*) は、高い分散能力や

環境適応力に特徴付けられた独特の生態を有するため、本種の系統地理構造の解明は、日本列島における哺乳類相の形成過程および種間相互作用の動態史を考える上で必須である。そこで本研究では、京都市動物園の所蔵資料について、ミトコンドリア DNA の塩基配列を決定し、分子系統解析を実施した。その結果、京都市動物園の資料は、従来報告されていなかった新奇ハプロタイプを有していることが明らかとなった。また、分子系統樹において、本州および九州において報告されているハプロタイプと同一のクレードを形成した。現在、本研究成果の一部を学術論文として発表準備中である。

## カバの発汗状態と汗の成分に関する研究

橋本貴美子（東京農業大学）

カバの発汗は、ヒトの場合と同様に温熱性と精神性のものがあると推定している。すなわち気温（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。カバの汗腺は容量が 1 mL ほどあると言われるほど大きいですが、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9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。2回観察の間隔を5時間もあけたのは、汗が十分に溜まるのではないかと考えたからである。結果としてわかったことは、朝の水温が25度以下であると、体が冷え切っているのか発汗量が非常に少ないということ、途中で発汗が起こっていない場合は汗の色がかなり最初から赤いということである。このため、もっとも暑い時期に観察をしなければ、量的な関係はよくわからないのではないかと考えている。

## 飼育動物の監視カメラによる記録映像のインターネットを介した教育利用に関する調査

吉田信明（公益財団法人京都高度技術研究所）

動物舎内の監視カメラで記録した映像の教育での活用に向けて、このような映像の効果的な市民への提示手法の検証を行った。検証では、まず、映像から「着眼点」（映像で特に見るべき時刻・箇所）を機械的に抽出した。その上で、協力者らにゾウとクマの監視カメラ映像（各5分）をインターネット経由で提示した。半数の協力者には映像とともに着眼点も提示した。協力者らには気になった行動・面白いと思った行動を各最大5件自由記述してもらい、その回答で言及された行動の具体性により比較した。結果、着眼点を提示した協力者のほうが有意に多く具体的な行動に言及した。一方、2本目の映像の提示では、その差・回答件数ともに減少した。これらのことから、着眼点は具体的な行動に着目する手がかりとなる可能性を示唆する一方で、メリハリの少ない監視カメラ映像において行動への着目や関心を持続させる手法やプログラム構成の必要性も示唆された。

## 動物園内に生息する蚊の採取及び蚊媒介性ウイルス疫学調査

岩瀬聖華, 木村恵理, 伊吹 謙太郎 (京都大学)

ヒトに熱性症状等重篤な疾患を起こす蚊媒介性ウイルスは、地球温暖化による媒介蚊の生息域拡大や海外流行地からの輸入感染症等により国内に浸淫する可能性が危惧される。昨今のコロナウイルス流行により、邦人の海外渡航制限や訪日外国人観光客の入国制限など海外から国内に蚊媒介性ウイルスが持ち込まれる可能性は低くなっているものの、今後、これら制限が解かれるとともに流行する危険性がある。

本研究では、7-9月に京都市動物園に生息する蚊の採取・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、これらのウイルスに関する疫学調査を行った。合計80匹のヒトスジシマカを得たが、全ての検体でこれらの蚊媒介性ウイルスの検出は認められなかった。

このことから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。

## 「動物福祉に関するアンケート結果」に対する動物園職員の意識調査

長谷慎太郎, 中村美知夫 (京都大学 理学部 人類進化論研究室)

現在多くの動物園が使命とする生物多様性の保全への貢献と動物福祉が一般市民にどのように受け入れられているか、動物園の活動と展示動物の動物福祉に関して幅広い人に意識調査をすることを目的にアンケート調査を実施した。このアンケート結果から見えてくる一般の人々の考え方に対して、実際に動物園で働く職員の方々がどのように考えるかを京都市動物園の職員の方々にインタビューした。

その結果見えてきたのは、まず動物園に行く頻度が高い人にとって動物園は各個人が好きな動物を見ることが出来る場所であり、あまり行かない人にとっては地域のランドマークとしての愛着のある場所であるということであった。どちらの人も、動物園の活動を応援しているが、動物福祉の概念などを正確に理解しているわけではなかった。これらの結果から動物園の活動方針やその理念などをより深く理解してもらうための発信をしていく必要があると考えた。

## 動物園における展示が果たす機能 -職員と来園者双方の動物観に着目して-

増田初希, 佐藤宏樹 (京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科)

動物園は動物の展示を通じて意義発信し、来園者の動物観形成に影響を与えてきた。動物園の創生期には展示は娯楽性が強かった。しかし現在では保全を軸に「種の保存」「教育」

「研究」「娯楽」の動物園 4 つの役割に働きかけるよう展開されている。これまで動物園は様々な種類の展示が誕生してきた。中でも、来園者が動物の放飼場の中に立ち入って観覧できるウォークイン展示と来園者が展示動物に触れることのできるふれあい展示は特異である。また、これらの展示は人と動物との間に物理的障壁がなく、来園者の動物への関心を保全へと導くことが期待されている。本研究ではこれら二つの展示を「展示する動物園側」と「展示を観覧する来園者側」の視点からの展示への評価を以て、動物園の役割に対して果たす機能を検討する。

### ゾウの道具的知性・社会的知性の研究

山梨裕美（京都市動物園）、山本真也、Nachiketha Sharma（京都大学）

京都市動物園で飼育されているゾウ 5 頭を対象に、道具的知性および社会的知性にかんする認知研究をおこなった。本年度は、ゾウが自発的に道具を使用するかどうかを放飼場にて観察すると同時に、屋外および屋内施設にて認知実験の予備調査をおこなった。ゾウに道具（木の枝・T字型の木製ステッキなど）を提供し、離れたところにあるエサを、道具を使って引き寄せるかどうかを検討した。エサの種類や置く場所・道具の素材・試行数など、検討すべき問題点を洗い出すことができた。現在、これらの問題を解決する方法を検討中である。来年度の本実験に向けて準備をすすめている。また、指差しといった他者の社会的シグナルを読み取る能力を調べる認知実験も計画している。飼育員との打合せをとおして見えてきた課題の解決策を現在検討中で、近く予備実験をおこなう予定である。

### 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（東京大学大学院 理学系研究科）

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。本年はその計測準備を行った。具体的には小型カメラ 4 台でゴリラの身体運動を 3 次元的に定量化する手法を確立した。また運動場の梁の上をナックルウォークするときの床反力を計測するための床反力計を開発した。今後これらを用いてゴリラのナックルウォーク時の身体運動と床反力を同時計測することを試みる。

### 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 人間科学研究科）

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 日の期間をベースライン期間、同年 2 月 27 日～3 月 3 日を介入 1 として、行動的 QOL を指標として特に閉園時間中の福祉の向上に着目した取り組みを行った。

2021 年度は介入 2～5 を実施した。

介入 2 (4 月 24 日～28 日) : 段ボール箱に木の枝や葉を詰めたものをチェーンで固定して、展示場内に吊るす形で設置した。介入 3 (6 月 15 日～19 日) : ドンゴロスにキリンの使用済み寝藁を詰めたものをチェーンで固定して、展示場内に吊るす形で設置した。介入 4 (10 月 15 日～19 日) : ジョリーエッグを展示場内に設置した。介入 5 (12 月 10 日～13 日) : ドンゴロスにシマウマの使用済み寝藁を詰めたものをチェーンで縛り、地面に置く形で設置した。

それぞれの介入の結果、ベースラインでは 12 個だった正の強化で維持されていると想定される行動の選択肢の数が、介入 5 終了時点では 39 個まで増加しており、行動的 QOL の拡大が見られた。2022 年度も、以上の結果も踏まえて研究を継続していきたい。

## 複数種類のエンリッチメントのランダムな提供が飼育下のヤブイヌ (*Speothos venaticus*) の行動に与える影響

戸澤あきつ (帝京科学大学)

動物園におけるエンリッチメント資材の提供は、動物の活動性や正常行動の発現をうながすことから、福祉状態の向上につながる。ヤブイヌはイヌ科動物であり、野生下ではカピバラやアルマジロを群で狩るほど積極的な捕食を行う。しかし、動物園では同様の環境を提供することは困難である。そこで、京都市動物園で飼育されているヤブイヌに対してロープにエサを括り付けて給与し、捕食時間を延長する採食エンリッチメント、容器や敷き藁を利用して食餌を探させ、探査行動を促進する採食エンリッチメント、捕食対象となりうるテンジクネズミの敷わらを提供する嗅覚エンリッチメントの 3 つをランダムに提供することにより、単独飼育のヤブイヌにどのような影響を与えるのか、検討した。エンリッチメント提供時の動画撮影はすでに終わっているため、今後解析を行う予定である。

## 社会性動物であるヤブイヌ (*Speothos venaticus*) の単独飼育下における行動

戸澤あきつ (帝京科学大学)

社会性動物にとってグループサイズは捕食リスク回避や幼獣の生存率等、様々な点で影響をもたらす。しかし、動物園では繁殖や飼育面積といった点から野生下とは異なるグループサイズで社会性動物を飼育する場合がある。京都市動物園ではイヌ科動物のヤブイヌを飼育しているが、ヤブイヌは通常、オスとメスのペアとその子の群れで過ごす。しかし、ブリーディングローンにより、ヤブイヌが単独で飼育されることとなった。他の個体と同居していたときと、単独飼育時の行動を比較したところ、移動において他個体と同居時は 80.6



±8.4%であったが、単独飼育時は  $48.7 \pm 9.8\%$  であった ( $p < 0.01$ )。また、単独飼育時には排水管に潜り込む行動を発現するようになり、来園者から見えづらい場所に入り込むようになった。社会性動物を単独飼育すると、活動性が低下し、身を隠す行動を発現する可能性が示唆された。

## 緊急事態宣言下における長期のふれあい中止およびその後の再開がヤギの行動および生理に与える影響

戸澤あきつ（帝京科学大学）

動物園において、来園者が動物に直接接触ることができるふれあいは、子どもの動物に対する愛護精神を育むことや情操教育の場となっている。その反面、ふれあいに供試されている動物にとっては行動の制約等でストレス負荷がかかるという報告がある。2020 年初頭から蔓延している COVID-19 の影響により、2020 年から 2021 年にかけて動物園が閉園およびふれあいプログラムを中止し、2021 年 11 月にふれあいを再開した。そこで、ふれあい中止およびその後の再開により、ヤギの福祉状態にどのような変化があらわれたのか、行動および生理評価として唾液中コルチゾールの測定を行うこととした。ふれあいプログラム中止時期のデータは 2021 年 11 月に、再開後のデータは 2022 年 3 月に取得した。今後、行動解析および唾液中コルチゾール濃度の測定を実施する。

## ツシマヤマネコの順化過程における行動変化とストレスホルモン濃度変化との関係

田中千聖，伊谷原一（京都大学野生動物研究センター）

本研究は、動物園で飼育されているツシマヤマネコの直接観察による行動と、対馬の野生順化ステーションで飼育されている個体のビデオ行動記録とを比較し、ツシマヤマネコの行動パターンを把握することを目的に実施した。観察対象は飼育展示されているツシマヤマネコ（キイチ、♂）で、観察時間は同園での展示時間帯を考慮し 8:40～10:40 に設定した。

観察を始めた 2021 年秋は、動物園の個体は野生順化ステーションの個体よりも常同行動が多く見られたが、冬になると両者の行動は大きく変わらず、観察時間のほとんどを休息行動が占めていた。本年度は、野生順化ステーションの個体で行っている、ストレスホルモン（糞中コルチゾール濃度）の測定には至っていないが、来年度は観察された行動観察結果と、提供頂いた糞をもとに測定したストレスホルモン濃度の結果を比較し、行動変化と生理的ストレスとの関係性を明らかにすることを目標とする。

## 霊長類の腸内細菌の消化能力

Lee Wanyi, 半谷吾郎 (京都大学霊長類研究所)

2021年4月に2回にわたり、京都市動物園の4頭のゴリラから、新鮮な糞試料の採取を行った。それぞれの個体による排泄を確認したら、動物園職員の方に依頼して新鮮な糞を採取して、チャック付きビニール袋に入れて、保冷しながら霊長類研究所に持ち帰った。5種類の基質（セルロース、サル用人工飼料、ヒサカキの葉、ランブータンの果肉、ボルネオ原産の葉）を用いて発酵実験を行った。同様の実験を、国内の8施設の飼育大型類人猿を対象にして行い、現在その結果を分析中である。

## ニホンジカのナトリウム摂取に対する生理的反応

半谷吾郎 (京都大学霊長類研究所)

2021年10月7日から28日の合計11日間にわたり、京都市動物園の2頭のニホンジカを対象にして、観察と糞試料の採取を行った。それぞれの個体による排泄を確認したら、動物園職員の方に依頼して新鮮な糞を採取し、99%エタノールに保存して持ち帰った。なお、期間の前半では、それまで置かれていた鉍塩を撤去し、後半では改めて鉍塩を置いたが、シカがそれをなめる行動は観察されなかった。また、給餌されている食物を採取した。糞はエタノールを全量揮発させた後、糞便とエタノールの重量比が一定になるようにエタノールを入れ、糞便を粉碎、遠心分離し、上清を取って希釈し DetectX® Aldosterone Chemiluminescent Immunoassay Kit でアルドステロン濃度を定量した。同様に採取した屋久島の野生ニホンジカと比べ、アルドステロン濃度は低い傾向があった。今後、食物のナトリウム含有量を、飼育下と野生化で比較する予定である。

## アフリカ産大型類人猿の唾液中タンニン結合性タンパク質の比較

武真祈子, 半谷吾郎 (京都大学霊長類研究所)

本研究の目的は、主に果実を食べるチンパンジーと、タンニンを多く含む葉を利用していると考えられるゴリラの唾液中タンニン結合性タンパク質を比較することで、食べ物の違いに応じた消化生理学的な適応が見られるかどうかを検証することである。今年度は、山梨裕美博士のご協力のもと、チンパンジーとゴリラの健康診断時に麻酔下で唾液の採取を行った。採取にはスポイトおよび脱脂綿を使用した。2021年6月14日にチンパンジーのニイニ、6月21日にチンパンジーのコイコ、11月1日にゴリラのゲンキ、2022年3月22日にチンパンジーのジェームスの健康診断が行われた。このうち、チンパンジーのニイニから0.4ml、コイコから8.5ml、ジェームスから4mlの唾液を採取することができた。ゴリラのゲンキについては唾液がほぼ分泌されなかったため、採取することができなかった。今後、採取した唾液サンプルを用いてタンニン結合性タンパク質の有無や濃度を調べる実験を行

う予定である。

## 高校生向け「野生動物学初歩実習」

横坂楓, 乾真子, 南俊行, 山本真也 (京都大学)

北野高校・関西大倉高校の高校2年生(各校から5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、ゾウ・チンパンジー・アカゲザル・ツキノワグマ等の動物観察をおこなった。環境エンリッチメントにかんする研究など、動物福祉に役立つ知見が得られている。また、ゾウの耳振り行動には従来言われていた体温調節以外の機能があることが示唆されるなど、学術的に価値のある結果も得られている。3月27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。

## 飼育下メガネフクロウの腸糞と盲腸糞における糞中性ステロイドホルモン含有量の比較

西林若奈, 託見健 (岡山理科大学理学部動物学科)

メガネフクロウの腸糞と盲腸糞に含まれる Testosterone (T) とエストロゲン代謝産物 (E1C) を測定した。T 含有量は腸糞、盲腸糞いずれにおいても個体差が大きく、糞の種類による差はみられなかった。また、同一個体内でも日によって T 含有量は大きく異なり、どちらかの糞で一貫して含有量が多いといった結果は得られなかった。E1C 含有量は、全体では腸糞中が盲腸糞中より高かったが、これは腸糞で極端に高い値を示した個体があったためであり、盲腸糞の方が含有量が多い、またはほとんど差がない個体もみられるなど、個体による違いが大きかった。メガネフクロウの糞中の T 含有量と E1C 含有量はともに測定可能ではあったが、糞の種類による一貫した傾向はみとめられなかった。これは本研究で用いたサンプルそれぞれの体内滞留時間が異なったためと考えられた。

## 京都市動物園におけるチンパンジーの取っ組み合い遊び

TRINH THIEN NGAN, 山田一憲 (大阪大学 人間科学部)

チンパンジーが優劣関係の異なる相手と遊ぶ際に、行動が制御されているのかを調査した。取っ組み合い遊びの終わり方に注目し「優劣関係が不明瞭・逆転した遊び (Fair)」、「優劣な関係が明確な遊び」、「喧嘩で終わった遊び」の3種に分類し、Roger と遊ぶとき、他のチンパンジーは30%以上の遊び交渉が Fair となるよう調整するという予測を立て検証を行った。2021年7月から11月にかけて、124時間の行動観察を実施した。Play retrieve

(遊び相手の体を掴み/噛み、逃げさせない行動)があった遊びの持続時間は play retrieve がなかった場合より有意に長かった。そして、Roger が他の個体と遊ぶ際、それぞれの遊びに占める Fair の割合は 75% (Lora)、80% (Koiko)、67% (Takashi)、40% (James)、58% (Niini) と全て 30%を超えており、これらの結果は予測を支持した。また、Roger と Niini の間だけ、喧嘩に発展した遊びが見られた (約 24%)。今後、Roger と Niini の間の喧嘩で終わる遊びが減少していくかを検証するには、さらなる観察が必要である。

## アカギツネの行動と遺伝子による自己家畜化仮説の検討

吉村恒熙, 中川尚史 (京都大学大学院理学研究科 生物科学専攻人類進化論研究室)

アカギツネ (以下キツネ) の糞や体毛から遺伝子解析に十分な量や質を備えた DNA を抽出できるかを調べた。試料には、京都市動物園の 1 個体から採取した糞と、京都大学野生動物研究センターで保存されていた蔵王キツネ村 (宮城県白石市) の 1 個体の糞および平川動物公園 (鹿児島県鹿児島市) の 1 個体の体毛を用いた。比較用には、京都市動物園の 2 個体の血液から抽出され同センターで保存されている DNA を用いた。以上の全試料について、DNA 抽出および PCR 増幅とシーケンス解析を行った。その結果、京都市動物園の糞からは解析に十分な DNA が抽出できなかったが、蔵王キツネ村の糞からはシーケンス解析可能な DNA が抽出できた。京都市動物園では糞が土に埋まっていたため、これは糞の採取条件による違いが原因だと考えられる。また、平川動物園の体毛からもシーケンス解析可能な DNA が抽出できたため、キツネの体毛は問題なく遺伝子解析に利用できることが確認できた。

## 日本の動物園が目指す姿と求められる役割

伊藤舞美, 宮脇幸生 (大阪府立大 学現代システム科学領域 環境システム学領域)

日本の動物園がこれまで娯楽的役割を強く持ってきたこと、現在も来園客の意識の中では動物園をレクリエーションとして捉えられることが多いことが背景として存在する中で、動物園はどのように種の保存, 教育-環境教育, 調査・研究といった役割を果たしていくのか, 来園客は動物園をどのような場であると認識すべきかというテーマをもとに, 調査・考察を行った。結果として, 動物園は環境エンリッチメントを含め, 動物福祉の取り組みを行いながらも来園客の満足度を向上させる工夫をしていること, 来園客の満足度を向上させる工夫をしていること, 来園客は動物園の 4 つの役割の大切さを認識し, 学びを通して動物福祉や環境問題に関心を持つべきとの考察に至った。

## アメリカバクの音声の音響特性解析と幼獣の発声行動の観察

田和優子（京都市動物園 生き物・学び・研究センター）

2022年10月22日から11月26日まで、アメリカバクのメス成獣の音声をバク寝室1にて録音した（サンプリングレート 44.1kHz、wav-16bit）。そのうち10月23日午前9~10時台にはスクイール（「ピー」という高い音声）79回、ヒカップ（クカットという鼻を鳴らすような音）が2回記録された。マレーバクの発声行動に関する先行研究の結果と同様、成獣メスはスクイールの発声回数がヒカップより明らかに多い。また、選定したスクイール計50サンプルについて、継続時間と発声開始時の dominant frequency（最も振幅の大きい周波数）を解析した。平均継続時間は  $789.7 \pm 142.0$  ミリ秒、発声開始時の平均 dominant frequency は  $1965.7 \pm 408.5$  Hz で、マレーバクでの先行研究と比較すると継続時間は同程度、dominant frequency はアメリカバクのほうが低かった。また、スペクトログラムの形状の違いから、スクイールはさらに6パターンに分類することができた。周波数とパターンの個体差や種間差の有無の検証が今後の課題である。

当初予定していた幼獣の発声行動の観察については、幼獣が生後2日で死亡し、その音声を録音できなかった。

## アカゲザルにおける隠れ家と避暑に関する環境エンリッチメントの評価

池田義知，鈴江隆弘（大阪府立北野高校）

サル島のタワーに設置されたカーテンと、地面に置かれている小屋に、日差しと人の視線を避ける効果があると予測し、その効果を評価した。2021年8月から2021年11月の間、カーテンの内側や小屋の中に個体が滞在した時間を記録した。同時に、日差しとサル島の周りの人数を1分おきに記録した。結果、日差しが強くなると、タワーの上に滞在する個体数が減り、カーテンの中に滞在する個体数が増えることがわかった。またサル島の周りの人が増えると、カーテンの中に滞在する個体数が減り、タワーの上に滞在する個体数が増えることがわかった。小屋の利用は、一度も観察されなかった。以上の結果から、サルは日差しを避けるためにカーテンを利用していたが、人から隠れる目的では利用していなかったことが明らかとなった。また、高さや明るさ、アクセスや出入りのしやすさが、より良い隠れ家の条件だと考えられた。第66回プリマーテス研究会で、本研究の成果を発表した。

## コロナ禍による「ふれあい」中止がテンジクネズミおよびヤギに与えた影響について

中川大輔（京都市動物園）

京都市動物園では、テンジクネズミやヤギの「ふれあい」が1955年から行われてきた。しかし2020年度はコロナ禍により、「ふれあい」が中止された。そこで、ストレス評価の

ひとつとして、コロナ禍前（2019 年）およびコロナ禍中（2020 年）の診療記録を比較した。予防診療等は除外した。結果として、テンジクネズミの診療件数は 2019 年が 72 件，2020 年が 38 件となり，有意に減少した ( $\chi^2=4.088$ ,  $p=0.043$ )。病気別では肺炎など呼吸器の診療件数が，2019 年は 19 件，2020 年は 0 件となり，有意に減少した ( $\chi^2=15.000$ ,  $p=0.0001$ )。ヤギの診療回数は 2019 年が 24 回，2020 年が 27 回となり，差がなかった ( $\chi^2=0.176$ ,  $p=0.674$ )。以上の結果から，テンジクネズミとヤギでは「ふれあい」による影響が異なる可能性があると考えられた。

## 樹葉給餌における大枝 (branch) および小枝 (twig) の飼料価値評価によるリユース促進への取り組み

荒蒔祐輔（京都市動物園）

樹葉を給餌される動物においては葉だけでなく枝の摂餌もみられることが知られているが、枝などの木質部分の栄養分析例は乏しい。動物の飼育管理を行う上では栄養管理が必須であり、給餌飼料の栄養素把握が重要となる。また葉食が中心の動物では不可食部分である枝は廃棄されており、残った枝を他の動物の飼料としてリユースすることができれば、限りある資源を有効活用することにも繋がる。

そこで本研究では「葉」「小枝」「大枝」の一般栄養分析を行うことで枝葉全体の栄養組成を把握し、枝葉の飼料価値を明らかにすることを目的とした。

分析に供したシラカシおよびケヤキにおいて、樹葉内の重量比率（原物）は葉（約 3 割）、小枝（約 3 割）および大枝（約 4 割）であった。また図 1 に示す通り、飼料としての樹葉の栄養素は主に葉に多く含まれるが、小枝や大枝も動物種によっては蛋白源または繊維源として価値が見出せる結果となった。

## チンパンジーの長期的ストレス・アロスタティックロード・健康との関連の探索

山梨裕美（京都市動物園）

長期的なストレスは、動物の心身の健康に影響を与えていると言われている。飼育下の大型類人猿は心疾患などで、比較的若い段階で死亡する例もあり、ストレスと関連があるのではないかと推察されている。しかしそれについて定量的な検討は行われていない。そこで今回、京都大学野生動物研究センター熊本サンクチュアリのチンパンジーを対象として 2012 年から 2018 年の健康診断と 2013 年から 2015 年に測定した体毛中コルチゾル濃度のデータを用いて、ストレスとチンパンジーの心疾患（リスク要因も含む）や健康状態の関連を調べた。今回ストレス指標としては、体毛中コルチゾル（長期的ストレス）とアロスタティックロード（グルココルチコイド以外のバイオマーカーもあわせて評価した指標）を用いた。ひとつめの分析として、体毛中コルチゾル濃度（2013 - 2015 年の平均）と 2013 年から 2018

年の健康診断時に採取した心疾患のリスク要因及び心疾患マーカー(NT-proBNP 及び体重に対する心臓サイズ)の関連を調べた(N=50)。しかし心疾患リスク及び心不全の発症との関連はみられなかった。

次に、チンパンジーの死亡や C 型肝炎ウイルスとストレスの関連を調べた。体毛中コルチゾル及び健康診断のデータがある個体のうち、2020 年までにチンパンジー10 個体が死亡したが、体毛中コルチゾルまたはアロスタティックロードは生存個体より高いということとはなかった。

C 型肝炎ウイルス持続感染個体のキャリア個体は、アロスタティックロードが高い傾向にはあったが、統計的に有意ではなかった。ただし、コレステロールなどいくつかのバイオマーカーが高齢期には高くなる傾向にはあった。

以上の結果から、長期的なストレスが心疾患や死亡などに直接的な影響を与えている証拠は得られなかった。ただし、個体数も少ないので、ストレスの影響については今後も引き続き注意していく必要はあるだろう。

## 動物の幸せの判断基準の多様性と一貫性：一般及び動物園職員を対象としたアンケート調査

### 山梨裕美（京都市動物園）

動物福祉への注目が高まり、動物園・水族館でも様々な取組が行われている。動物福祉は科学的な根拠をもとに進められるものではあるが、その判断においては個々人の考え方に影響される。こうした考え方について、日本人の思想について定量的に評価したものはほとんどない。そこで今回、動物園という場を用いて一般の来園者（1000 人）及び動物園・水族館関係者（306 人）の考え方について、アンケート調査を行った。アンケート調査は、動物の幸せに関する基本的な姿勢についてと、種による違いを検討するために生きたまま餌とすること（生餌）に対する種ごとの許容度や組織に対する信頼性などを調べた。

結果として、一般来園者も関係者ともに動物の幸せに関して高い関心を持つことがわかった。ただし、動物の幸せにとって何が大切だと思うかという問いに対して、一般の人が「自然」という言葉を多用し、自然に近い暮らしを望む声が多いのに対して、関係者は動物の行動や環境要素などより詳細な回答や科学的な知見などを重視していた。また、生餌の許容度についても両グループで似ていたものの、どの種を許容するかということに対して、一般来園者が自分の好みや愛着を理由にした回答をするのに対して、関係者は動物の認知的特性などを理由にした回答となっていた。こうした差異のある中で、科学的根拠をもとに動物福祉の議論を行い、具体的な取組につなげていくことを今後目指していく。

## 行動と嗅覚を組み合わせた手法によるニホンツキノワグマの常同行動の増減 栄徳伊紗, 山地崇正 (関西大倉高等学校)

ニホンツキノワグマの常同行動を減らすことを目標とした嗅覚エンリッチメントの実施に挑戦した。野生個体は様々な動物の匂いに触れるが、動物園では、そうした機会がほとんどない。そこで、他の動物の匂いを呈示することで、常同行動が減少すると予測し、動物園で採取した糞・ハッカ油をホースにつけ、常同行動とホースに対する反応を記録した。すると、ホースを入れなかった条件で、一番常同行動が少なかったが、この条件のみ閉園期間に実施されたため、来客者がいなかったことが影響したことが影響したかもしれない。ホースを入れた条件と比べると、レッサーパンダの糞の条件で、常同行動が最も少なく、ホースの匂いを嗅ぐ・ホースを舐めるといった反応がみられた。クマとレッサーパンダの給餌内容を調べると、餌が2つ被っていた。以上から、野生環境で出会わない動物の匂い・給餌内容が似た動物の糞の匂い・餌自体の匂いを導入すれば、常同行動が減少するかもしれない。

## 霊長類の加齢性の病理変化について

藤澤道子, 井上輝彦 (京都大学東南アジア地域研究研究所 霊長類研究所)

アカゲザル イソコの脳病理について、以下の所見を認めた。全般的に人間の加齢性変化に類似しており、サルにおける病的意義については、臨床症状との関連の考察が必要と考えられる。

- ①広範囲に多数の老人斑 (大脳皮質)
- ②少数であるが神経原線維変化様所見 (大脳皮質) (今後免疫染色で確認予定)
- ③明らかなレビー小体はみられない (今後免疫染色で確認予定)
- ④白質の虚血性変化
- ⑤淡蒼球における鉄沈着と軸索腫大
- ⑥ウィリスの動脈輪：肉眼的には動脈硬化性所見、動脈瘤を認めない
- ①② 認知機能と関連する可能性
- ④⑤ 認知機能、運動機能に関連する可能性

周囲に対する関心の低下がみられており、上記病理所見との関連が疑われる。また、俊敏さの低下、ぎこちなさ、平衡機能の低下については、④⑤の所見とも関連がある可能性がある。

## 動物園で動物福祉に関する行動分析研究

MACINTOSH Andrew (京都大学霊長類研究所)

私たちのプロジェクトはデータサイエンスと複雑性理論を使用して、(1) 明らかなストレスの兆候がなくても、常同行動の異常のような動物の異常行動のパターンを検出できるようにすること。(2) 環境エンリッチメントや施設の再設計または動物の移動や獣医による処置などの、介入の有効性を測定する手段を提供すること。という2つが主要な目的です。動



物の行動を監視する新しい方法を模索することを目指しています。本プロジェクトは 2021 年度に開始され、私たちは京都市動物園の 5 種類の動物（フサオマキザル、ミーアキャット、ヤギ、キリン、シマウマ）の行動の観察のデータを直接、または録画を通じて間接的に収集することができました。その結果、合計でこれらの動物から 60 時間以上の直接の観察データと、40 時間以上の動画データを収集しました。現在これらのデータを分析し、今後のさらなる観察に向けて準備を行っています。

フサオマキザルでの予備的な結果では、個体が頻繁な常同行動のパターン、特に首や頭を回転させている場合、彼らの全体的な行動パターンが時間の経過とともに無秩序になることが示唆されました。また複数の動物種からより多くのデータがデータセットからも同様のパターンが成り立つ場合は、行動の時間的構造が、動物福祉に関する重要な情報を提供できる可能性があるという仮説を支持しています。さらに異常行動の種類と異常行動の時系列との相関関係より、行動の時系列を測定することが、ストレスや健康状態の変化などの他の兆候が発生する前でも、動物の心身の健康を監視する効果的な方法になり得ることも示唆されました。

理論的には、この結果は動物の行動の時間的構造の一定の特徴が、野生の動物、あるいは動物園などの場所の動物にとって最適である可能性があることを示唆しており、動物園における動物の自然な行動パターンを促進することの必要性を強調しています。そしてこのことはすでに、京都市動物園のような場所の明確な目標となっています。

本プロジェクトについての成果はの一部は、2022 年 3 月 27 日に日本モンキーセンター (JMC) で開催された第 66 回プリマーテス研究会で発表されました。JMC の研究者らは、京都市動物園でも行われているより広範なプロジェクトの共同研究者でもあります。また私たちは研究に加えて、動物園での動物福祉と新しいテクノロジー/分析フレームワークの活用についての、アニメーションのプロモーション動画も作成しました。私たちは今後も、新しい（間もなく立ち上げられる）ウェブサイトを通じて、「Zooentropy」というプロジェクトについての最新の情報をパートナーと一般の方に提供していきます ([www.zooentropy.com](http://www.zooentropy.com))。

## 動物福祉の取り組みと来園者の行動変容の関わり、家畜動物の AW 啓発に向けて

岡部光太, 河村あゆみ (京都市動物園), 加瀬ちひろ, 植竹勝治 (麻布大学)

京都市動物園の来園者を対象に鶏卵の購入価格、購入要素に関するアンケートを実施した。調査は 3 期間 (a:2021 年 7 月 13 日-8 月 22 日, b:10 月 12 日-11 月 3 日, c:2022 年 2 月 22 日-3 月 5 日) に分け実施した。a では、来園直後 (n=150) とジャガー舎前に設置した「鶏の動物福祉」に関する掲示を見た直後 (n=152) の来園者を比較すると、鶏卵の購入価格や購入要素に有意な違いは見られなかった。その後、8 月 27 日に鶏の屠体給餌に関する

動画配信を行い、b において、来園直後(n=172)と屠体給餌イベント参加者 (n=132) を比較した。鶏卵価格には有意な差は見られなかったが、イベント参加者の鶏卵への「鶏の飼育環境」の重視度は低い傾向にあった(P=0.06)。c において、b のイベント参加群、未経験群を比較すると、イベント参加群は未経験群に比べ、購入する鶏卵価格が有意に高かった (P<0.01)。しかし、「鶏の飼育環境」重視度に有意差はなく(P=0.19)、鶏の福祉向上を反映したものではない可能性も考えられた。

## アカゲザルの加齢と味覚の関係についての分子生物学解析

早川卓志 (北海道大学大学院地球環境科学研究院)

日本の動物園では世界的に見ても高齢個体が飼育されている。長く大切にケアしていこうという日本の動物園の飼育技術や動物福祉、そして長寿の動物を見守ろうと市民理解の賜物である。一方で、長寿の動物はそれだけ加齢・老化にともなう心身能力の低下や特有の疾患が伴うが、分子生物学的な見地からの分析や飼育ケアへの還元についてはまだ検討の途上にある。老化現象として、ヒトでは味覚の低下が知られている。味覚の低下は、食欲の低下につながり、飼育下動物でも QOL を下げる原因となる。貴園で世界最高齢で亡くなったアカゲザルのイソコの味覚はどうだったのだろうか。本研究では、死後の剖検時に分離されたイソコの舌から、味覚受容体遺伝子が発現している乳頭を採取し、遺伝子発現産物 (RNA) を抽出して分析することを計画した。失敗の許されない希少な検体であるため、まずは同様に動物園等で死後採取・提供いただいて、舌乳頭が豊富な複数の哺乳類から RNA 抽出をする実験系をまず組み立て、安定的に分析できるようになった。R4 年度では、イソコの検体の分析に着手し、味覚老化の理解に還元する。