

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26330173

研究課題名(和文) ニシゴリラにおける比較認知発達科学的研究

研究課題名(英文) Comparative Cognitive Developmental Studies in Western Gorillas

研究代表者

田中 正之(TANAKA, MASAYUKI)

京都大学・野生動物研究センター・特任教授

研究者番号：80280775

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：京都市動物園では、「知性の展示」として、4種の霊長類(ニシゴリラ、チンパンジー、シロテテナガザル、マンドリル)を対象とした認知課題の学習の様子を公開している。課題はアラビア数系列の学習である。2011年12月生まれのニシゴリラ乳児は2017年3月までに1から13までの系列を習得した。この個体を対象として、系列の最初の数字である1に触れた時点で他の数字がすべて市松模様でマスクされる作業記憶課題を開始した。ゴリラ乳児は1から5までの数系列については、作業記憶課題でも80%以上の正答率を示した。作業記憶課題の習得過程においては、学習の効果が見られた。今後も系列学習課題を継続し、成績の推移を追跡する。

研究成果の概要(英文)：Cognitive tasks have been given to zoo primates in Kyoto City Zoo. This is not only for comparative cognitive studies, but cognitive enrichment for participants. Tasks were serial learning and working memory task with Arabic numerals. Three gorillas and other zoo primates participated in this study. Among participants, a three-year-old male gorilla infant learned more rapidly than others and acquired a sequence from 1 to 12 in one year. It started to learn a "masking memory task". When the subject touched 1, the remaining numerals were masked with checkered squares. The gorilla infant was able to choose the correct sequence from 1 to 5. Its performance in not above chance level, but he can choose correct sequence in 80% of trials. He stepped up to 1 to 6 sequence. In every step, he start from low-level performance and then acquired higher level by learning. These results suggest the gorilla infant did not see the whole sequence from the beginning, but learned to see them.

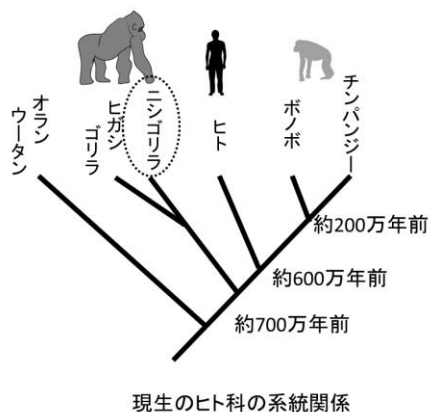
研究分野：比較認知科学

キーワード：比較認知科学 動物園 ゴリラ 系列学習 知性の展示 認知的エンリッチメント 作業記憶

### 1. 研究開始当初の背景

私たちヒトに備わっている知性を獲得する過程を、現生の近縁種との比較から明らかにしようとする比較認知科学研究は、チンパンジーを中心として展開されてきた。日本はこの研究分野においてトップレベルの研究成果をあげ続けている国のひとつであり、京都大学霊長類研究所の松沢哲郎教授らのグループによって、最先端でしかも多様な研究が現在もおこなわれている(Matsuzawa, Tomonaga, Tanaka (eds.) 2006; 松沢(編) 2010 他)。霊長類研究所では最近「アウトグループ」としてチンパンジーの近縁種であるボノボに注目し、ヒトも含めた3種の比較研究が始まろうとしている。

ゴリラは、ヒト科の大型類人猿の仲間であり、ゲノムによる系統解析からは、チンパンジーとボノボに次いでヒトに近い種だということがわかっている。最近ではヒガシゴリラとニシゴリラの2種に分類される。大人のオスでは200kgにも達する大きな体や、ドラミングなどの特徴的な行動から、チンパンジー以上に広く知られている類人猿だが、ドイツのマックスプランク進化人類学研究所におけるチンパンジーやオランウータンとの比較実験を除くと、研究はあまり盛んには行われていない。



現生のヒト科の系統関係

ゴリラは、保全生態学におけるシンボリックな存在として、野生のフィールドでの研究が盛んである。京都大学の山極寿一教授を中心としたグループにより、野生下での社会や生態についてのフィールド研究が進められている。ゴリラは、動物園におけるシンボル動物としても人気であり、種の保全目的や、動物福祉科学的目的から、主に動物園において調査が進められている。チンパンジーの研究は大学や研究機関が自ら個体を保有し、研究を進めているのに対して、ゴリラはほぼすべてが動物園の個体が研究対象となる。

現代の動物園には、研究・教育機能の強化が求められ、動物園の4つの主要な役割に挙げられている(他の2つは種の保存と娯楽)。しかし、まだ動物園における研究は獣医学的なものか、飼育環境の影響を調べるための基礎的な行動調査が主体である。近年、高い知性をもつ動物種に対しては、その知性を発揮

する機会を与えることが環境の豊饒化(エンリッチメント)につながることを提唱されている。この目的から大型類人猿を対象として、認知課題を与える試みがいくつかの動物園で行われている。日本でも京都大学霊長類研究所での研究成果の一部を京都市動物園と名古屋市東山動物園で見られるようにしている。ゴリラについては、米国シカゴのリンカーンパーク動物園の非公開エリアにおいて、タッチモニターを使った認知課題を与えているのが唯一の施設である。国内では、ゴリラを対象とした実験的研究が可能な施設はまったくなく、本研究計画が進めば唯一の拠点となる。

申請者は、2008年4月から2013年3月までは京都大学野生動物研究センターの教員として、2013年4月からは京都市動物園職員として連携協定を結んでいる京都市動物園において、チンパンジー、テナガザル、マンドリルを対象として、タッチモニターへの反応を訓練し、彼らの認知能力に関する研究を行ってきた。これらの研究はすべて来園者に公開で行われ、研究解説や教育イベントなどにも協力してきた。平成25年4月からは、同動物園 生き物・学び・研究センターのセンター長を兼務し、動物園における研究・教育を統括する立場となっている。折しも、京都市動物園では施設のリニューアルが進み、25年度中にゴリラ舎が新設され、現代動物園の設備として、施設内にタッチモニターが設置できる多目的室が設計された。



### 2. 研究の目的

本研究期間で目指すのは、国内唯一のゴリラの認知能力研究の拠点を作ることである。対象とするゴリラは、日本国内で調査可能なゴリラとしては最適な個体が揃っている。両親とも動物園生まれであり、子どもは開始時に2歳3か月の好奇心盛りの年齢である。しかも、生後の11か月間、人工保育されているため人工物環境に慣れている。初年度にはタッチモニターを使った認知課題の訓練を完了し、これまでチンパンジー、テナガザル、マンドリルで取ってきたアラビア数系列課題を習得させる。2年目以降はさらに訓練を続けて課

題に習熟させるとともに、様々な課題状況に慣れさせることを目標とする。さらに、施設内に設置した監視カメラや、温湿度などの環境データ、さらに健康チェックなどで取得する体温や心拍といった生理データも統合したデータベースを構築することを期間内の目標とした。

### 3. 研究の方法

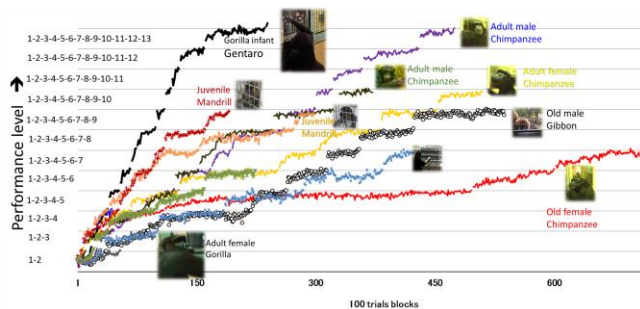
京都市動物園には平成26年4月に新しい「ゴリラ舎」が建設され、同年5月にはゴリラ3個体が引っ越した。ゴリラ舎には認知課題の他、体温や心拍測定等の生理データを取るための多目的室が設置された。この多目的室に、同園「チンパンジー学習室」で設置していると同様のタッチモニターを用いた認知検査システムを導入した。室内にはネットワーク式の監視カメラを設置し、課題の様子はビデオサーバに保存した。認知検査システム以外は、ゴリラ舎建設時に組み込まれた設備であり、研究のために利用可能である。これらのシステムをもって、すでにチンパンジーで使用していたアラビア数系列の課題をゴリラ用に改変して訓練した。27年度以降は同じ装置を使って作業記憶課題など多様な課題の訓練も開始した。また、体温や心拍計測データを計測して、健康管理の外、ストレス評価にも利用した。

### 4. 研究成果

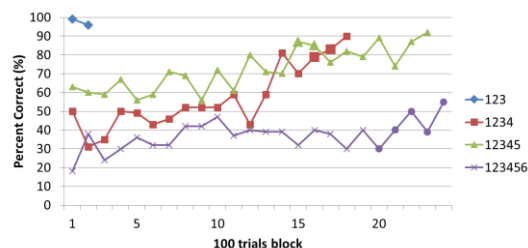
京都市動物園では、霊長類の知性を、実感をともなって知ってもらうための「知性の展示」として、4種の霊長類(ニシゴリラ *Gorilla gorilla*、チンパンジー *Pan troglodytes*、シロテナガザル *Hylobates lar*、マンドリル *Mandrillus sphinx*)を対象とした認知課題の学習の様子を公開している。課題はアラビア数系列の学習であり、タッチモニター画面に提示される数字を昇順に選択して触れていくことが課題である。この取り組みは、飼育下霊長類に対する認知エンリッチメントとしても実施しており、課題には食物報酬がともなうものの、参加自体は強制的なものではなく、各個体の自発的な意志によるものとして実施してきた。その中でも2014年5月から開始したニシゴリラを対象とした学習では、2011年12月生まれのニシゴリラ乳児(愛称:ゲンタロウ, 男)が最も積極的に参加し、2016年4月時点で1から12までの系列を習得し、13を加えた系列を学習中である。このゲンタロウを対象として、この個体が1から9までの系列を習得した時点から、系列の最初の数字である1に触れた時点で他の数字がすべて市松模様でマスクされる作業記憶課題(cf. Inoue, Matsuzawa, 2007)を開始した。課題は系列学習と同様に、1-2の2つの数系列から開始し、習得する毎に後続する数を加えていった。2016年4月時点で、ゲンタロウは1から5までの数系列については、

作業記憶課題でも80%以上の正答率を示しており、現在は6を加えた系列の学習中である。作業記憶課題の習得過程においては、最初から高い正答率を示すことはなく、3以上の過程においては徐々に正答率が上がっていく学習の効果が認められた。1から6までの課題においては、正答率が50%程度からの成績の上がり方がそれまでの課題と比べて時間を要している。今後も系列学習課題とともに学習を継続し、成績の推移を追跡する。

京都市動物園では大人の雄個体(16歳)と雌個体(30歳)も飼育しており、両個体とも系列学習を開始している。習得レベルはまだ低いですが、訓練を継続していく。



各参加個体の系列学習の習得過程を示した。



ゴリラ幼児の作業記憶課題の成績

## 動物園における研究と教育の役割

かつて動物園といえば、子どものためのアミューズメントパークであった。しかし多様なレジャー施設が作られた 20 世紀後半から、動物園はその存在意義が変わってきた。今や、動物園に求められる役割は、以下の 4 つのキーワードで語られる (Hosey et al., 2009; 村田ほか, 2014)

- ① 種の保存 conservation: 絶滅危惧種の生息域外 (飼育下) で繁殖させ、保全する。
- ② 教育・環境教育 education: 実感に基づく知識を伝え、自然環境の現状を知らせる。
- ③ 調査・研究 research: 飼育動物についての研究を通して適切な管理につなげる。
- ④ レクリエーション: recreation: 命の大切さ、生きることの美しさを感じられる場所

このことは、公益社団法人日本動物園水族館協会 (JAZA) のホームページ ([www.jaza.jp/](http://www.jaza.jp/)) で掲げられているとおり、国内の JAZA 加盟園館でならどこでも謳っていることだ。ただし、その実情はその志の高さに追いついていないと言いがたいのが現状だろう。拙著「生まれ変わる動物園」(田中, 2013) を著したときにも書いたことだが、2011 年に原稿を書いていた当時から 4 年経過したが、残念ながら飛躍的に変化したとは言いがたい。しかし、全体ではなく個々の園館では最近の動物園のリニューアルの流れにも乗って、アミューズメントパークとしての動物園からの脱却を図ろうとしているのではないだろうか。本稿では、とくに著者の属する京都市動物園を例に挙げて、生まれ変わりつつある動物園について紹介したい。

### 大学との連携：京都市動物園の事例

2008 年、京都市と京都大学は、野生動物保全に関する教育及び研究に関する連携協定を結んだ。京都市動物園と京都大学野生動物研究センター (Wildlife Research Center; WRC) がその中心的役割を担うこととなった。WRC は設立時に掲げた 3 番目の使命として、「地域動物園や水族館等との協力により、実感を基盤とした環境教育を通じて、人間を含めた自然のあり方についての深い理解を次世代に伝える」としており、その実践の舞台が京都市動物園となった。著者は当時 WRC の教員として京都市動物園に常駐し、その任にあたることとなった (田中 2013)。

**知性の展示** 「実感」を伴った理解を伝える手法として、著者が動物園と協力して始めたことのひとつが、チンパンジーとサルの「お勉強」だった。京都大学霊長類研究所 (Primate Research Institute; PRI) において、Ai プロジェクトとして 30 年以上にわたって行われていた、タッチモニターを使った比較認知科学研究 (Matsuzawa, 2003) を、動物園の霊長類を対象にして行った。これを「知性の展示」として、来園者に公開で訓練を開始した。もっとも研究機関である PRI

と同じことを動物園ではできない。最先端の研究をやって見せたところで基本となる知識がバラバラな来園者のほとんどは、理解ができないだろう。動物園は小さな子どもから、その両親や祖父母の世代までが訪れる場所だ。そのような人たちに何かを伝えるには、「わかりやすさ」が重要となる。その点で、すでに何度もテレビ番組やニュースで放映されていた、チンパンジーのアイやその息子アユムたちの、アラビア数字を順に触っていく「数字の順序を覚える課題」は比較的よく知られていて有効だった。また、そのことを知らない人でも、チンパンジーやサルが数字に触っているところを見れば、自分が教える通りに触っていくことにすぐに気が付き、課題を理解してくれた。2008 年にシロテテナガザルとマンドリルで始めたこの課題は、2009 年にチンパンジーでも始め、2014 年からはニシゴリラでも開始した。彼らの知性を「実感をもって伝える」ための展示としては、まずまず成功しているようだ (阪口ほか, 2013; この他新聞・テレビ報道多数)。

4 種の霊長類を対象としたアラビア数系列の学習は、比較認知科学研究の側面ももつ。チンパンジーを除けば、この種の認知課題での研究例の少ない種であり、その能力を調べる意義がある。全体としての結果は未公表であるが、部分的にはいくつかの機会でも発表してきた (田中 2013, 2014, 2015)。共通して、どの種でも 1 個体以上が常に参加しており、学習が継続している。その成績は、種による違いよりもむしろ、個体としての差が大きく、その要因としては年齢の効果が大きいと考えられる。現時点で、チンパンジーのタカシ (27 歳) とニシゴリラのゲンタロウ (4 歳) が 1 から 12 までの数系列を習得しているが、その獲得速度は、学習開始から 4 年以上かかったタカシと比べて、子どものゲンタロウが約 1 年半で学習してしまった。また、マンドリルにおいても生後 1 年以内に学習を開始した 2 個体では、1 から 8 までの数系列を 2 年以内には習得しており、習得に要した試行数はチンパンジーよりも少なかった (Tanaka, 2014)。一方、学習開始時に 25 歳を過ぎていたシロテテナガザルのシロマティーは、現在も課題を続けており、もっとも長く参加している個体である。その学習速度は速くはないが、全体の中では中間的なもので、年齢の高さによる負の効果は大きくなさそうだ。

もうひとつ見られているのが、個体から個体への観察学習を通じたタッチパネルへの反応の伝播だ。これは毎年のように子どもが生まれていたマンドリルで顕著であったが、母親のそばで年長個体がタッチパネルに向かって学習している様子を見て育った子どもは、生後半年から 1 年の間には自らタッチパネルへの反応を開始した。とくにシェーピングの必要はなく、画面の数字への反応を学習していた。ただし、課題の習得は個別に訓練が必要だった。同様のことは、チンパンジ

一の子どもでも見られた。ニイニと名付けられた赤ん坊は、生後 10 か月で自らタッチモニターへの反応を開始した。ニシゴリラでは、子どものゲンタロウが先行し、その後に両親が子どもを観察後にタッチモニターへの反応を開始するという過程をたどった。これらの結果は、すでにチンパンジーの子どもの学習過程では報告されているが、群れで生活する霊長類では同様の過程が見られることがわかった。

**動物福祉の実践** 霊長類の特徴として、その高い知性は伝えるべき重要な要素だが、それが使役によって引き出されている印象を与えてしまうと、「サルのお勉強ショー」と混同されてしまう。動物園での展示においては、その動物の生態や行動の特性を理解して、動物福祉に基づいた配慮がされる必要があり、そのことも来園者に伝えなければならない。「知性の展示」で気を付けていることは、参加個体の自発的意思による参加という点だ。研究者はその場にいるものの、命令を出すわけではない。課題には食物報酬が伴うが、食物への動機づけを高めるために食餌や給水の制限は一切しない。そして、「お勉強」時間が採食時間の延長と認知的刺激をもたらし、環境エンリッチメントの効果をもつこと。この3つの点を、動物園で認知研究をおこなう上で自らに課した。このことは、毎月一回、テナガザルとマンドリルの勉強の場で来園者向けにガイドを行っているが、毎回伝えている。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 件)

- ① 吉田信明・田中正之・和田晴太郎、動物園における教育プログラムのための動物行動観察支援システム。2017、情報処理学会論文誌 (印刷中)
- ② 田中正之、動物園動物のこころをさぐる。2016、動物心理学研究 66(1): 53-57。  
<http://doi.org/10.2502/janip.66.1.8>
- ③ Yamanashi Y, Matsunaga M, Shimada K, Kado R, Tanaka M, Introducing tool-based feeders to zoo-housed chimpanzees as a cognitive challenge: spontaneous acquisition of new types of tool use and effects on behaviours and use of space. 2016、Journal of Zoo and Aquarium Research 4(3): 1-9。  
<http://doi.org/10.19227/jzar.v4i3.235>
- ④ 塩田幸弘・八代田真人・河村あゆみ・田中正之、動物園で給餌している樹葉の重量推定と栄養含量の季節変化。2017、日本畜産学会報 88(1): 9-17
- ⑤ 田中正之、ちびっこチンパンジーと仲間たち 161 (勉強するゴリラの子、勉強しな

いチンパンジーの子)、2015、科学 85(5): 458-459.

- ⑥ 花塚優貴・木村幸一・今西鉄也・田中正之・緑川晶、認知エンリッチメントツールとしての iPad の利用可能性—スマトラオランウータンを対象とした事例研究—、2015、動物水族館雑誌 56(3): 71-79.
- ⑦ 田中正之、動物園での研究・教育のためにできること—京都市動物園の取り組み紹介—、2014、日本野生動物医学学会誌 19(1): 1-7.
- ⑧ 長尾充徳・釜鳴宏枝・山本裕己・高井進・田中正之、京都市動物園における人工哺育ニシゴリラ (*Gorilla gorilla*) 乳児の早期群れ復帰事例、2014、霊長類研究 30(2): 197-208。  
<http://doi.org/10.2354/psj.30.017>

[学会発表] (計 21 件)

- ① Tanaka M, Nagao M, Mizuno A, Serial learning of Arabic numerals and working memory in a captive infant western gorilla. 第 76 回日本動物心理学会大会 (2016 年 11 月 24 日, 札幌市)
- ② Tanaka M, Serial learning and working memory in an infant western gorilla (*Gorilla gorilla*). (August 25, 2016, Chicago, US).
- ③ Tanaka M, Serial learning in zoo primates -cognitive enrichment and exhibition of primate intelligence in Kyoto City Zoo- (PS27A-06-328). 31st International Congress of Psychology (July 27, 2016, Yokohama, Japan).
- ④ 田中正之・水野章裕・松永雅之・長尾充徳、群れ飼育チンパンジーにおける認知エンリッチメント課題参加意欲に及ぼす影響。日本家畜管理学会・応用動物行動学会 2016 年度春季合同研究発表会 (2016 年 3 月 30 日, 武蔵野市)
- ⑤ Tanaka M, Maegaki S, Itoh F, Sasaki T, Nagao M, Spatial use of western gorillas at a new Kyoto City Zoo -An exhibition of arboreal gorilla-. 49th congress of the International Society for Applied Ethology (Sept 14-16, 2015, Sapporo, Japan).
- ⑥ 田中正之・松永雅之・島田かなえ・伊藤二三夫・佐々木智子、京都市動物園における飼育下霊長類 4 種における系列学習—霊長類の知性を展示する—。第 31 回日本霊長類学会大会 (2015 年 7 月 19 日, 京都市)
- ⑦ Tanaka M, Maegaki S, Itoh F, Matsunaga M, Sasaki T, Shimada K, Serial learning in zoo primates -An exhibition of primate intelligence-. International Conference on Environmental Enrichment (May 25-27, 2015, Beijing, China)
- ⑧ Yamanashi Y, Matsunaga M, Shimada K,

- Kado R, Kobayashi Y, Tanaka M, Do chimpanzees pound to eat? -Spontaneous acquisition of new types of tool-using behaviors and effects on welfare in zoo-living chimpanzees-. International Conference on Environmental Enrichment (May 25-27, 2015, Beijing, China)
- ⑨ Okabe K, Nakano K, Sato M, Kawaguchi K, Tanaka M, Effects of conspecifics on behaviors of an infant red panda reared by human. International Conference on Environmental Enrichment (May 25-27, 2015, Beijing, China).
- ⑩ 田中正之・前垣慧・伊藤二三夫・佐々木智子・長尾充徳、動物園のニシゴリラ屋外グラウンドにおける空間エンリッチメント. 日本家畜管理学会・応用動物行動学会 2015 年度春季合同研究発表会 (2015 年 3 月 30 日, 宇都宮市)
- ⑪ 田中正之・伊藤二三夫・佐々木智子・長尾充徳、京都市動物園における新しいニシゴリラ展示と管理の方法. 第 30 回日本霊長類学会大会 (2014 年 7 月 5 日, 大阪) 霊長類研究 30, suppl. 73.
- ⑫ Tanaka M, Serial learning in zoo primates -To make an exhibition of primate intelligence-. The 2nd Annual Symposium of Leading Graduate Program in Primatology and Wildlife Science in Primatology and Wildlife Science (Mar 7, 2015, Kyoto, Japan)
- ⑬ Tanaka M, Ito F, Sasaki T, Nagao M, Cognitive studies in western gorillas (Gorilla gorilla) -An introduction of Kyoto City Zoo-. The 1st PWS Interim Symposium (Aug 29, 2014, Kyoto, Japan).
- ⑭ Tanaka M, Shimada K, Matsunaga M, Serial learning and metacognition in a white-handed gibbon (*Hylobates lar*). International Primatological Society XXV Congress (Aug 14, 2014, Hanoi, Vietnam).
- ⑮ Yamanashi Y, Teramoto M, Morimura N, Hirata S, Kinoshita K, Tanaka M, Hayashi M, Suzuki J, Inoue-Murayama M, Idani G, Hair cortisol analysis of captive chimpanzees (*Pan troglodytes*): stability and effects of captive environment. International Primatological Society XXV Congress (Aug 12, 2014, Hanoi, Vietnam).
- ⑯ Nagao M, Itoh F, Sasaki T, Tanaka M, New approach for husbandry and exhibition of western gorillas in Kyoto City Zoo, International Gorilla Workshop (June 12, 2014, Atlanta, GA, USA)
- ⑰ Nagao M, Itoh F, Sasaki T, Tanaka M, Reintroduction of an infant gorilla at Kyoto City Zoo. International Gorilla Workshop (June 12, 2014, Atlanta, GA,

USA)

〔図書〕 (計 1 件)

- ① 田中正之、3.2.2 動物の学習に関する基礎知識、村田浩一・成島悦雄・原久美子 (編) 朝倉書店、動物園学入門、2014、pp. 32-35.

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ

京都市動物園 生き物・学び・研究センター

<http://www5.city.kyoto.jp/zoo/crew>

京都市動物園における研究成果 (2016 年度)

<http://www5.city.kyoto.jp/zoo/crew/20160527-19643.html>

京都市動物園における研究成果 (2015 年度)

<http://www5.city.kyoto.jp/zoo/crew/20150701-15464.html>

京都市動物園における研究成果 (2014 年度)

<http://www5.city.kyoto.jp/zoo/crew/20140621-11463.html>

毎日新聞 大阪版夕刊「きょうの動物園」

<http://mainichi.jp/>きょうの動物園

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

田中 正之 (TANAKA, Masayuki)

京都大学・野生動物研究センター・特任教授

研究者番号： 8 0 2 8 2 0 7 5

### (2) 研究分担者

### (3) 連携研究者

### (4) 研究協力者

長尾充徳 (NAGAO, Mitsunori) 京都市動物園、動物管理係長

山梨裕美 (YAMANASHI Yumi) 京都大学野生動物研究センター、特定助教

花塚優貴 (HANAZUKA Yuki) 中央大学大学院文学研究科

塩田幸弘 (SHIOTA Yukihiro) 京都市動物園、獣医師

岡部光太 (OKABE Kota) 京都市動物園、地区水産技術者

吉田信明 (YOSHIDA Nobuaki) (公財) 京都高度技術研究所、副主任研究員