

### 3. 研究教育活動

#### 3.1. 研究部門及び附属施設（研究業績に記した#は共同利用研究の成果に基づくもの）

##### 3.1.1 進化系統研究部門 進化形態分野

###### <研究概要>

###### Structure from Motion 法を用いた手指の運動解析

平崎鋭矢、William Sellers（Manchester 大学）

複数の高精細ビデオ映像から、被験体の体表面形状をポイントクラウドとして再構築する手法、および圧力分布計測手法を用い、ニホンザルのロコモーション時およびマニピュレーション時の手指の動きについて分析を行った。2021 年度は共同実験を行えなかったため、過去の実験で得たデータの分析を行った。

###### 軟部組織の影響を考慮した骨盤形態の解析

平崎鋭矢、Lia Betti、Todd Rae（Roehampton 大学）

50 点以上のランドマークとセミランドマークを用いた幾何学的形態測定を行うことで、骨盤形態の種間差、雌雄差、ロコモーション適応、産科ジレンマについて検討中である。2020 年度に続き、2021 年度も共同計測が行えなかったため、2019 年度に CT 撮像した骨盤標本のデータに対し解析を進めた。

###### 位相振動子を用いたニホンザル四足歩行モデルの作成

平崎鋭矢、長谷和徳、吉田真（東京都立大学）

2019 年度までに作成したマカクザル四足歩行運動シミュレーションを改良するとともに、シミュレーションモデルを実装したサル型ロボットの 2 機目を製作中である。

###### ニホンザルの受動関節特性計測

平崎鋭矢、荻原直道（東京大学）

ニホンザル標本を用い、後肢関節の受動関節抵抗を計測している。2020 年度は、2021 年度に続いてコロナ禍の影響を受け共同計測を実施できなかった。既に得たデータの解析を継続中である。

###### 肩甲骨形態の 3 次元的解析

幾何学的形態計測法を用いた各種霊長類の肩甲骨の形態解析を開始した。2021 年度は霊長類研究所が所蔵する肩甲骨標本 150 個を光学的スキャナーでモデル化した。

###### ヒト歩行における体幹の変形の解析

歩行中の体幹部の変形について、幾何学的形態計測法を応用した分析を開始した。

###### 霊長類歩行における体幹姿勢調節戦略の検討

木下勇貴、平崎鋭矢

ヒトを含む霊長類（ニホンザル、テナガザル）の体幹運動について、歩行中の動きを運動学的に分析した。2021 年度は側屈運動と歩隔の関係に関するデータ解析を主に行い、霊長類種間で体幹側屈運動のパターンに違いがあることを明らかにした。

###### 霊長類の体幹運動の機能形態学的研究

木下勇貴、平崎鋭矢

霊長類の胸椎および腰椎の機能形態解析を継続中である。2021 年度は、関節角度測定装置を用いてニホンザル標本の脊椎の回旋範囲を測定した。

###### ニホンザルの集団史に関する研究

伊藤毅

ニホンザルの集団史を明らかにするために、全ゲノムリシーケンスデータの解析を行った。PSMC (pairwise sequentially Markovian Coalescent) というアルゴリズムを用いて、ニホンザルの各地域集団および近縁種のアカゲザルとタイワンザルの過去の個体数変動を推定した。

## 種間交雑群の形態変異に関する研究

伊藤毅

種間交雑が形態の多様性に及ぼす影響を明らかにするために、マカク交雑個体のゲノムと形態を解析した。ゲノムデータに基づき各個体の交雑率や交雑世代を推定し、それらと頭骨形態の個体発生アロメトリーの関係について評価した。

### <研究業績>

#### 原著論文

- # Blickhan R, Andrada E, Hirasaki E, Ogihara N. (2021) Trunk and leg kinematics of grounded and aerial running in bipedal macaques. *Journal of Experimental Biology* 224(Pt 2):jeb225532. doi: 10.1242/jeb.225532.
- # Anetai H, Tokita K, Kojima R, Hirasaki E, Sakai T, Ichimura K. (in press) Relationship between the lumbosacral plexus deviation and 12th rib length in Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *Anatomical Science International*.
- Ito T, Hayakawa T, Suzuki-Hashido N, Hamada Y, Kurihara Y, Hanya G, Kaneko A, Natsume T, Aisu S, Honda T, Yachimori S, Anezaki T, Omi T, Hayama S, Tanaka M, Wakamori H, Imai H, and Kawamoto Y. (2021) Phylogeographic history of Japanese macaques. *Journal of Biogeography* 48:1420–1431.
- Lee W, Hayakawa T, Kurihara Y, Hanzawa M, Sawada A, Kaneko A, Morimitsu Y, Natsume T, Aisu S, Ito T, Honda T, and Hanya G. (2021) Stomach and colonic microbiome of wild Japanese macaques. *American Journal of Primatology* 83: e23242.
- Morita T, Ito T, Koda H, Wakamori H, Nishimura T. (2022) Analyzing and visualizing morphological features using machine learning techniques and non-big data: A case study of macaque mandibles. *American Journal of Biological Anthropology*, DOI: 10.1002/ajpa.24469.
- # Shitara T, Goto R, Ito K, Hirasaki E, Nakano Y. (in press) Hip medial rotator action of gluteus medius in Japanese macaque (*Macaca fuscata*) and implications to adaptive significance for quadrupedal walking in primates. *Journal of Anatomy*

#### 学会発表

- 木下勇貴 (2021) 二足歩行時の体幹部の三次元動作解析—ヒト、テナガザル、ニホンザルの比較—. 第 37 回日本霊長類学会大会 (2021/7, 岡山理科大学, オンライン開催).
- # 櫻屋透真、江村健児、菌村貴弘、平崎鋭矢、荒川高光 (2021) フクロテナガザルとヒトのヒラメ筋における支配神経筋内分布比較. 第 37 回日本霊長類学会大会 (2021/7, 岡山理科大学, オンライン開催).
- # 江村健児、平崎鋭矢、荒川高光 (2021) ニシチンパンジー (*Pan troglodytes verus*) における浅指屈筋の筋束構成と支配神経パターン. 第 37 回日本霊長類学会大会 (2021/7, 岡山理科大学, オンライン開催).
- 木下勇貴、平崎鋭矢 (2021) ニホンザル体幹回旋時における各胸腰椎の相対的回旋量. 第 75 回日本人類学会大会 (2021/10, 東京大学, オンライン開催).
- # 設楽哲弥、伊藤幸太、藤原峻宇、後藤遼佑、平崎鋭矢、中野良彦 (2021) ニホンザル四足歩行と二足歩行における中殿筋の機能的差異について. 第 75 回日本人類学会大会 (2021/10, 東京大学, オンライン開催).
- # 伊藤滉真、大石元治、遠藤秀紀、平崎鋭矢、荻原直道 (2021) チンパンジー手関節の受動弾性特性計測に基づくナックルウォーク進化要因の検討. 第 75 回日本人類学会大会 (2021/10, 東京大学, オンライン開催).
- # 布施裕子、時田幸之輔、小島龍平、相澤幸夫、熊木克治、影山幾男、平崎鋭矢 (2021) ヒト・ニホンザル横突棘筋群の比較形態学. 第 75 回日本人類学会大会 (2021/10, 東京大学, オンライン開催).
- # 澤野啓一、田上秀一、濱田穰、安陪等思、横山高玲、伊藤毅、兼子明久、針原伸二、加藤正二郎、山田良広 (2021) ヒトとサル類との *Venae cerebri internae*, *Vena basalis Rosenthalii* 等の比較. 第 75 回日本人類学会大会 (2021/10, 東京大学, オンライン開催).
- # 櫻屋透真、江村健児、菌村貴弘、平崎鋭矢、荒川高光 (2022) ヒト上科におけるヒラメ筋支配神経筋内分布の比較解剖学的研究. 第 126 回日本解剖学会総会・全国学術集会 (2022/03, 大阪大学, オンライン開催).
- # 設楽哲弥、伊藤幸太、藤原峻宇、後藤遼佑、平崎鋭矢、中野良彦 (2022) ニホンザルにおける中殿筋の筋内機能分化について. 第 126 回日本解剖学会総会・全国学術集会 (2022/03, 大阪大学, オンライン開催).

- # 江村健児、平崎鋭矢、荒川高光 (2022) フクロテナガザル (*Symphalangus syndactylus*) における浅指屈筋の筋束構成と支配神経について. 第 126 回日本解剖学会総会・全国学術集会 (2022/03, 大阪大学, オンライン開催).
- # 内田哲太郎、橋本幸弥、時田幸之輔、姉帯沙織、小島龍平、平崎鋭矢 (2022) ニホンザル・カニクイザル橈骨神経における上腕筋枝の観察. 第 126 回日本解剖学会総会・全国学術集会 (2022/03, 大阪大学, オンライン開催).

### 3.1.2 進化系統研究部門 系統発生分野

#### <研究概要>

##### 東部ユーラシア地域における霊長類進化に関する研究

ミャンマー産新第三紀霊長類化石の研究

高井正成, 浅見真生 (大学院生)

ミャンマーの中新世～更新世の地層を対象に霊長類を中心とした哺乳類化石の発掘調査をおこない、テビンガン地域の後期中新世初頭の地層から複数種ホミノイド類化石を発見した。現在、詳しい形態解析を行っている。

##### 東部ユーラシア地域における古第三紀の霊長類進化に関する研究

高井正成

江木直子博士 (国立科学博物館) と共同で、ミャンマーのポンダウン地域に広がる中期始新世末の地層から産出する霊長類化石について研究を行っている。

##### 東アフリカ産コロブス類化石の研究

西村剛

中新世東アフリカ産コロブス化石の系統学的検討を行った。フランス・パリ国立自然史博物館のチームが発見したコロブス化石標本をマイクロ CT 撮像し、その内部構造を解析した。それらの形態学的特徴に基づき、他のアフリカ産コロブス化石種や現生種と比較を行い、記載と系統学的位置付けを行った。

##### 中国南部の更新世霊長類相に関する研究

浅見真生 (大学院生), 高井正成

中国科学院古脊椎動物・古人類研究所の金昌柱教授と張穎奇教授の調査隊に協力して、中国南部の広西壮族自治区の更新世の洞窟堆積物から産出する霊長類化石の解析を行った。特に同地域から見つかったマカク類 (オナガザル亜科) の化石の下顎第 3 大臼歯をもとに、幾何学的形態計測法を用いて種レベルの同定を試みている。

##### 東南アジア島嶼域における霊長類の進化に関する研究

高井正成

バンドン地質博物館の Halmi Insani 氏と共同で、更新世における東南アジア島嶼域 (インドネシア, フィリピン, マレーシア) の霊長類を中心とした古生物学的研究をしている。

##### ニホンザルを用いた歯のマイクロウェアに関する研究

平田和葉 (大学院生), 高井正成

歯の咬合面に残るマイクロウェア (微細咬痕) 解析による食性推定手法の確立を目指し、各地域の食性データが蓄積されているニホンザルを対象としてマイクロウェアと食性の相関性を検討している。タを取得し、表面性状解析ソフトウェアで解析している。

##### 現生霊長類の機能形態学的研究

##### サル類の音声解剖・生理に関する総合的研究

西村剛, 宮地重弘 (高次脳機能分野), 兼子明久 (人類進化モデル研究センター), 香田啓貴 (高次脳機能

分野), 中村冠太 (大学院生), 木下勇貴 (大学院生)

サル類における声帯形態の機能的適応を明らかにするために, 各種実験解析を行った。英・ケンブリッジ大と (公財) 日本モンキーセンターと共同して, マイクロ CT 及びマイクロ MRI を用いてサル類の声帯形態の比較解析を行い, ヒトを含む真猿類での形態進化プロセスを明らかにした。また, 久留米大学と共同して, 声帯の組織学的検討を開始した。オーストリア・ウィーン国立音楽大学および立命館大学と共同して, アカゲザルとチンパンジーの摘出喉頭を用いた声帯振動の吹鳴実験と EGG 測定をし, それぞれの振動特性を明らかにした。また, 生体アカゲザルを対象に, 電気生理学的処置により発声を誘導し, その声帯振動の観測に成功した。さらに, 立命館大学と共同して, サル類の声帯にみられる形態学的特徴の音響学的効果について, 数理シミュレーションを用いて解析した。オーストリア・ウィーン大学と共同して, 霊長類の音声解剖とその生理学的特徴の進化について検討した。

#### 機械学習技術を用いた形態解析手法の開発

西村剛, 香田啓貴 (高次脳機能分野)

CT データから作成した三次元形態データを用いることにより, 現実的なサンプル数での機械学習技術による形態解析手法の基盤技術を開発した。マカクザルの下顎骨形態に基づく雌雄判別を試行し, 高い判別成績を得た。

#### テングザルの鼻腔の音響学的効果に関する研究

西村剛, 香田啓貴 (高次脳機能分野)

中部大学及び立命館大学らと共同して, テングザルの鼻腔空間が有する音響学的効果について検討した。CT データから作成した鼻腔形状データをもとにした数値シミュレーションと, CT データから作成した鼻腔模型を用いた音響学的実験を対照して, その音響学的効果を実証した。

#### 拡散協調 MRI 撮像による舌筋の定量化手法の開発

中村冠太 (大学院生), 西村剛, 鴻池菜保 (高次脳機能分野)

サル類の舌筋の定量的理解を目指して, 舌の拡散協調 MRI 撮像技術の開発を行った。試料の選定, 保管・固定方法, 撮像パラメーター等の検討を行い, 筋ごとの繊維方向および密度 (相対量) が定量化できるかどうかを検討した。

#### マカクザルの下顎骨形態の個体発生に関する研究

豊田直人 (大学院生), 西村剛, 伊藤毅 (進化形態分野)

東京学芸大学と共同して, ニホンザルとカニクイザルの下顎骨形態の出生後個体発生を幾何学的形態計測により定量的に比較した。種差の形成機構とその進化的・生態学的意義を明らかにした。

#### 曲鼻猿類の頭部進化に関する数理形態学的研究

豊田直人 (大学院生), 西村剛

曲鼻猿類の頭部進化に関する適応的意義や進化拘束を明らかにするために, 顔面頭蓋および頭蓋エンドキャストの種間変異を解析し, 系統種間比較法によって進化プロセスの推定を行った。

#### 霊長類以外の生物を主な対象とした古生物学的研究

##### ミャンマー中部における古生物学的・地質学的研究

高井正成, 浅見真生 (大学院生)

江木直子博士 (国立科学博物館), 西岡佑一郎博士 (静岡県立ふじのみや博物館), 飯島正也博士 (クレムソン大学), 中島保寿博士 (東京都市大学), 佐野貴司博士 (国立科学博物館), 楠橋直博士 (愛媛大学) らと共同でミャンマーを中心とした東南アジアの動物相とその環境的背景となる地質学的研究をしている。

#### <研究業績>

##### 原著論文

Morita T, Ito T, Koda H, Wakamori H, Nishimura T (2022) Analyzing and visualizing morphological features using machine learning techniques and non-big data: A case study of macaque mandibles. American Journal of

- Biological Anthropology. (doi: 10. 1002/ajpa. 24469)
- Gommery D, Senut B, Pickford M, Nishimura TD, Kipkech J (2022) The Late Miocene colobine monkeys from Aragai (Lukeino Formation, Tugen Hills, Kenya). *Geodiversitas*, in press.
- Toyoda N, Ito T, Sato T, Nishimura T (2022) Ontogenetic differences in mandibular morphology of two related macaque species and its adaptive implications. *Anatomical Record*. in press.
- Naito YI, Hirose M, Belmaker M, Henry DO, Osawa M, Nakazawa T, Habinger SG, Tung P, Bocherens H, Massadeh S, Kadowaki S (In Press) Paleoenvironment and human hunting activity during MIS 2 in southern Jordan: isotope records of prey remains and paleosols. *Quaternary Science Reviews*.
- Naito YI, Hirose M, Belmaker M, Henry DO, Osawa M, Nakazawa T, Habinger SG, Tung P, Bocherens H, Massadeh S, Kadowaki S (In Press) Dataset of amino acid sequences for archaeological Bovidae species from Jordan and modern gazelles. *Data in Brief*.
- Rey, L., Naito, Y.I., Chikaraishi, Y., Rottier, S., Goude, G., Ohkouchi, N (In Press) Specifying subsistence strategies of Early farmers: new results from compound specific isotopic analysis of amino acids (CSIA-AA). *International Journal of Osteoarchaeology*. DOI: 10.1002/oa.3093
- Sano T, Tani K, Yoneda S, Hla Min, Thaug Htike, Zin Maung Maung Thein, Ishizuka O, Kusuhashi N, Kono R, Takai M, Conway CE (2022) Generation of Quaternary adakites by differentiation of partial melts of wedge mantle beneath central Myanmar. *Scientific Reports* 12:3137. doi.org/10.1038/s41598-022-07097-4
- Kaifu Y, Kurniawan I, Yurnaldi D, Seiawan R, Setiyabudi E, Insani H, Takai M, Nishioka Y, Takahashi A, Aziz F, de Vos J, Yoneda M (2022) Modern human teeth unearthed from below the ~128,000-year-old level at Punung, Java: A case highlighting the problem of recent intrusion in cave sediments. *Journal of Human Evolution* 163: 103122.
- Zin-Maung Maung-Thein, Takai M, Nishioka Y, Wynn J, Uno H, Thaug Htike, Egi N, Tsubamoto T, Maung Maung (2021) Stable isotope analysis of the Gwebin mammalian fauna (late Pliocene, central Myanmar) and its implication to paleoenvironmental changes in late Neogene of central Myanmar. *Journal of Asian Earth Sciences* 218:104884. doi.org/10.1016/j.jseaes.2021.104884
- Towle, I., MacIntosh, J., Hirata, K., Kubo, M., Loch, C (2022) Atypical tooth wear found in fossil hominins also present in a Japanese macaque population. *American Journal of Biological Anthropology*. DOI: 10.1002/ajpa.24500

## 総説

- 高井正成 (2021) ミャンマーにおける化石発掘調査の現状: コロナ禍におけるフィールドマネージメント. *霊長類研究*, 37: 39-41.
- 高井正成 (2021) 人類学. 『ブリタニカ国際年鑑』ブリタニカ・ジャパン. 180 頁.

## その他

- 西村剛 (2021) サルとワニのヘリウム音声研究「*霊長類研究*」37: 37-52.
- 西村剛 (2021) ヘリウムを吸わせたワニとサルから学ぶ, 声の起源とコミュニケーション. 「IHI 技報」61(2): 64-69.
- 西村剛 (2022) 学びの満足度は、コミュニケーションで決まる. 「Future Is Now」(<https://fin.miraiteiban.jp/ignobel/>), 未来定番研究所.

## 学会発表

- Asami M, Zhang Y, Jin C, Takai M (2022) Three-dimensional morphological variations in the lower third molar of Asian macaques. (2022/1/13, The 28th International Primatological Society Congress, Quito, Ecuador, Online)
- Zin-Maung-Maung-Thein, Takai M, Thaug-Htike (2021) Stable isotope ecology of the extinct rhinoceros, *Brachypotherium* from the Middle Miocene of Central Myanmar. *Virtual GEOSEA 2021: 5 (+1) Years After ASEAN Integration* (Dec. 2021, online in Phillipine).
- Sano T, Tani K, Yoneda S, Hla Min, Thaug Htike, Zin Maung Maung Thein, Ishizuka O, Kusuhashi N, Kono R, Takai M, Conway C (2021) Generation of Quaternary adakites due to two-stage differentiations of arc magma beneath central Myanmar. *Goldschmidt2021* (July 2021, Lyon, France).
- Nakamura K, Sato K, Dunn JC, Shintaku Y, Nishimura T (2021) Morphological and histoanatomical studies of the larynx in lemurs. The 16th International Symposium on Primatology and Wildlife Science (2021/09/29-30, Kyoto University, Online)
- Toyoda N, Ito T, Sato T., Nishimura T (2021) Ontogenetic differences in mandibular morphology of two related macaque species and its adaptive implications. The 16th International Symposium on Primatology and Wildlife Science (2021/9/29-30, Kyoto University, Online).

- Tung P, Naito YI, Drucker D, Bocherens H (2021) CSIA for  $\delta^{15}\text{N}$  in amino acids unravel herbivorous diet of extinct cave bears in Romania. *IsoEcol2021* (2021/5/19-21, Gaming, Austria, Online)
- Bocherens H, Drucker DG, Krajcarz M, Naito YI, Tung P (2021) Single compound nitrogen isotopic analysis: a new tool for paleodietary reconstructions. 3rd Paleontological Virtual Congress (2021/12/1-15, Online).
- Toyoda N, Nishimura T (2022) Evolutionary patterns of the facial part of the cranium in strepsirrhines: Combining geometric morphometrics and phylogenetic comparative methods. The 17th International Symposium on Primatology and Wildlife Science (2022/3/7-8, Kyoto University, Hybrid).
- 平田和葉, 久保麦野, 高井正成 (2021) Estimation of food habits of Japanese macaques based on tooth microwear: detection of variations among regional populations. 14th PWS symposium 2021, (2021/9/29-30, online).
- 西村剛, 宮地重弘, 兼子明久, 木下勇貴 (2021) ハイスピードカメラを用いた生体アカゲザルにおける発声運動の観測. 第 37 回日本霊長類学会大会 (2021/7/17, 岡山理科大学今治キャンパス, オンライン開催).
- 豊田直人, 伊藤毅, 佐藤たまき, 西村剛 (2021) ニホンザルとカニクイザルの下顎骨の形態成長の種差とその適応的意義について. 第 75 回日本人類学会大会 (2021/10/9-11, 東京大学柏キャンパス, オンライン).
- 中村冠太, 佐藤公則, Jacob C. Dunn, 新宅勇太, 西村剛 (2021) キツネザル類の内喉頭構造に関する形態・組織学的研究. 第 75 回日本人類学会大会 (2021/10/9-11, 東京大学柏キャンパス, オンライン開催).
- 西村剛, 宮地重弘, 兼子明久, 木下勇貴, 香田啓貴, 平林秀樹, 小嶋祥三 (2021) チンパンジーとアカゲザルにおける発声運動の観測. 第 75 回日本人類学会大会 (2021/10/11, 東京大学柏キャンパス, オンライン開催).
- 矢野航, 西村剛, 荻原直道 (2021) ニホンザル頭蓋骨における島嶼矮小化効果の違いと集団間形態変異の形成. 第 75 回日本人類学会大会 (2021/10/11, 東京大学柏キャンパス, オンライン開催).
- 矢野航, 彦坂信, 清水大輔, 西村剛, 森本直記, 海部陽介 (2021) ヒト・チンパンジー・ニホンザルの周産期～乳児期における頭骨発育状況の比較. 第 75 回日本人類学会大会 (2021/10/11, 東京大学柏キャンパス, オンライン開催).
- 吉谷友紀, 宮崎琳太郎, 清野悟, 枝村一弥, 村田浩一, 松田一希, 西村剛, 徳田功 (2022) テングザルの鼻腔共鳴特性の解析. 日本音響学会 2022 年春季研究発表会 (2022/3/10, オンライン開催).
- 宮崎琳太郎, 吉谷友紀, 野口十夢, 金谷麻由佳, 宮地重弘, 兼子明久, 木下勇貴, 西村剛, 徳田功 (2022) In vivo および Ex vivo 実験に基づくアカゲザル仮声帯振動の解析. 日本音響学会 2022 年春季研究発表会 (2022/3/11, オンライン開催).
- 金谷麻由佳, 植村泰佑, 川端怜, 槌田悠希, 松本拓磨, 宮崎琳太郎, 吉谷友紀, 西村剛, 徳田功 (2022) 声帯膜形状を考慮した声帯膜物理モデルの発声実験. 日本音響学会 2022 年春季研究発表会 (2022/3/11, オンライン開催).
- 豊田直人, 西村剛 (2022) 曲鼻猿類の顔面頭蓋の形態多様性と進化傾向. 第 66 回プリマーテス研究会 (2022/3/27, 日本モンキーセンター, 犬山, ハイブリッド).
- 中村冠太, 佐藤公則, Jacob C. Dunn, 新宅勇太, 西村剛 (2022) キツネザル類の内喉頭構造に関する形態・組織学的研究. 第 66 回プリマーテス研究会 (2022/03/27, 日本モンキーセンター, 犬山, ハイブリッド).
- 高井正成, 中務真人, 江木直子, タウンタイ, ジンマウンマウンティン, 河野礼子, 河内まき子 (2021) ミャンマーの後期中新世大型ホミノイド上腕骨化石の形態解析. 第 171 回日本古生物学会例会 (2022 年 2 月 4-6 日, 名古屋, オンライン開催)
- 中島保寿, 高井正成, 平山廉, タウンタイ, ジンマウンマウンティン, 藪田哲平 (2022) 巨大リクガメ *Megalochelys* の骨組織が示す成長・体重支持戦略. 第 171 回日本古生物学会例会 (2022 年 2 月 4-6 日, 名古屋, オンライン開催)
- 高井正成 (2021) ミャンマーの後期中新世ホミノイド上腕骨遠位端化石の相同モデル解析と系統的位置. 第 75 回日本人類学会大会シンポジウム「ミャンマーの後期中新世ホミノイド上腕骨化石の形態解析」・進化人類分科会共催 (2021 年 10 月, 東京大学柏キャンパス, オンライン開催)
- 平田和葉, 久保麦野, 高井正成 (2021) ニホンザルにおけるマイクロウェアの地域および季節間の比較. 第 75 回日本人類学会大会 (2021 年 10 月, 東京大学柏キャンパス, オンライン開催)
- 平田和葉, 久保麦野, 高井正成 (2021) マイクロウェアによるニホンザルの食性推定; 地域変異および季節変異の検出. 2021 年度日本哺乳類学会 (2021/8/28-31, 東京農業大学厚木キャンパス, オンライン開催).

柏木健司, 辻大和, 高井正成 (2021) 豪雪地域のニホンザルによる冬季のトンネル利用. 哺乳類学会大会 (2021年8月28-31日, オンライン開催).

平田和葉, 久保麦野, 高井正成 (2021) ニホンザルにおけるマイクロウェアの地域および季節間の比較. 第37回日本霊長類学会大会 (2021年7月16-18日, 岡山理科大 (今治), オンライン開催)

#### 講演

西村剛 (2021) ヘリウムを吸ったワニとサル. 神戸市シルバーカレッジ (2021/6/12, online).

西村剛 (2021) ヘリウムを吸ったワニとサルから見る音声コミュニケーションの進化. 京大生物学教室 (2021/7/7, 7/22, online).

西村剛 (2021) ワニの発する音は「声」か? イグ・ノーベル賞の研究. 岐阜高校職業・学問体験プログラム (2021/10/20, 岐阜高校, 岐阜).

西村剛 (2021) 発声×イグノーベル賞「生き物の声の出し方」. 静岡科学館る・く・る 科学茶房 (2021/12/12, 静岡科学館る・く・る, 静岡).

西村剛 (2021) 鳴き声はどう変わる? ~ワニとヘリウムの研究~. はまぎんキッズ・サイエンストークイベント Vol. 8 ユーモアと科学のイグ・ノーベル賞 (2021/5/8, はまぎんこども宇宙科学館, 横浜).

浅見真生 (2022) サル化石を探せ! : 歯の化石から霊長類の進化を探る. 第72回京大モンキー日曜サロン (2022/03/20, 日本モンキーセンター, 犬山).

### 3.1.3 社会生態研究部門 生態保全分野

#### <研究概要>

##### ニホンザルの生態学・行動学

半谷吾郎, 本田剛章, He Tianmeng

人為的影響の少ない環境にすむ野生のニホンザルが自然環境から受ける影響に着目しながら、個体群生態学、採食生態学、行動生態学などの観点から研究を進めている。屋久島の瀬切川上流域では、森林伐採と果実の豊凶の年変動がニホンザル個体群に与える影響を明らかにする目的で、「ヤクザル調査隊」という学生などのボランティアからなる調査グループを組織し、1998年以来調査を継続している。今年も夏季に一斉調査を行って、人口学的資料を集めた。屋久島海岸部では、食物の固さと咀嚼について研究した。屋久島の山頂部で、分布限界に住むニホンザルとニホンジカについての分布と植生に関する調査を行った。

##### 霊長類とほかの生物との関係

湯本貴和, 半谷吾郎

アフリカ熱帯林に生息する大型類人猿 (チンパンジー、ボノボ、ゴリラ) が、植生の異なる多様な生息環境をどのように利用しているかについて調べた。屋久島のニホンザルを対象に、果実や葉、キノコの採食を通じて、霊長類が森林に与える影響について研究した。また、哺乳類のDNAを集めてくれる動物として、ヤマビルやハエの生態についての調査を行った。

##### 腸内細菌の研究

半谷吾郎, Lee Wanyi

霊長類がさまざまな食物を食べるための適応として、腸内細菌に着目して研究を行っている。屋久島など各地のニホンザル、マレーシアのオランウータン、ウガンダのクロシコロブス、マダガスカルのパンブーレムール、ガボン、タイ、中国、モロッコに生息する複数の野生霊長類を対象に、食性の季節変化と腸内細菌相の関連についての分子生態学的研究や、試験管内発酵実験による発酵能力の評価を行った。

##### 野生チンパンジーとボノボの研究

橋本千絵, 竹元博幸, 毛利恵子

ウガンダ共和国カリンズ森林保護区、コンゴ民主共和国ルオー学術保護区でそれぞれチンパンジー、ボノボの社会的・生態学的研究を行った。遊動や行動と果実量との関係や、非侵襲的試料による生殖ホルモン動態の研究、非侵襲的試料による病歴や遺伝的間研究の研究、隣接する2集団の関係に関する研究など

を行った。

### アフリカ熱帯林の霊長類の生態学的研究

湯本貴和、橋本千絵、徳重江美、峠明杜

野生霊長類が同所的に棲息するウガンダ共和国カリンズ森林保護区で、チンパンジーの生態行動の研究、アビシニアコロブスの葉の選択性の研究、ブルーモンキー、レッドテイルモンキー、ロエストモンキーのグエノン3種の採食生態と寄生虫の感染状況などに関する生態学的研究を行った。とくにグエノン3種の昆虫食について、野外観察と次世代シーケンサーを用いた糞内DNAの探索による研究を行なった。

### 新世界ザルの採食生態および浸水林生態系に関する研究

湯本貴和、武真祈子

ブラジル連邦共和国・マナウスの熱帯雨林で、サキ、リスザル、タマリンについて、植物との関係を中心にした採食生態に関する研究を進めた。また、マナウス郊外クイエiras川の浸水林において、水域と陸域をつなぐ生物間作用として、霊長類の役割についての研究をおこなった。

### 東南アジア熱帯林の霊長類の生態学的研究

半谷吾郎

マレーシア領ボルネオ島・サバ州で、多種の霊長類が共存する生態学的メカニズムと腸内細菌叢、レッドリーフモンキーの採食生態などについて、東南アジア熱帯林に特有の一斉開花結実現象に着目して研究を行った。

### <研究業績>

#### 原著論文

- Kano F, Furuichi T, Hashimoto C, Krupenye C, Leinwand J, Hopper LM, Martin CF, Otsuka R, Tajima T. (2021) What is unique about the human eye? Comparative image analysis on the external eye morphology of human and nonhuman great apes. *Evolution and Human Behavior*. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2021.12.004>.
- Hanya G, Bernard H (2021) Interspecific encounters among diurnal primates in Danum Valley, Borneo. *International Journal of Primatology* 42: 442-462.
- Hashimoto C, Ryu Heungjin, Mouri K, Shimizu K, Sakamaki T, Furuichi T. (2022). Physical, behavioral, and hormonal changes in the resumption of sexual receptivity during postpartum infertility in female bonobos at Wamba. *Primates* 63: 109-121.
- Ito T, Hayakawa T, Suzuki-Hashido N, Hamada Y, Kurihara Y, Hanya G, Kaneko A, Natsume T, Aisu S, Honda T, Yachimori S, Anezaki T, Omi T, Hayama S, Tanaka M, Wakamori H, Imai H, Kawamoto Y (2021) Phylogeographic history of Japanese macaques. *Journal of Biogeography* 48: 1420-1431.
- Lee W, Hayakawa T, Kurihara Y, Hanzawa M, Sawada A, Kaneko A, Morimitsu Y, Natsume T, Aisu S, Ito T, Honda T, Hanya G (2021) Stomach and colonic microbiome of wild Japanese macaques. *American Journal of Primatology* 83: e23242.
- Matsuda I, Hashimoto C, Ihobe H, Yumoto T, Baranga D, Clauss M and Hummel J (2022) Dietary Choices of a Foregut-Fermenting Primate, *Colobus guereza*: A Comprehensive Approach Including Leaf Chemical and Mechanical Properties, Digestibility and Abundance. *Front. Ecol. Evol.* 10:795015. doi: 10.3389/fevo.2022.795015
- Tsuchida S, Hattori T, Sawada A, Ogata K, Watanabe J, Ushida K. (2021). Fecal metabolite analysis of Japanese macaques in Yakushima by LC-MS/MS and LC-QTOF-MS. *Journal of Veterinary Medical Science* 21-0076. DOI: 10.1292/jvms.21-0076
- Nakabayashi M, Kanamori T, Matsukawa A, Tangah J, Tuuga A, Malim PT, Bernard H, Ahmad AH, Matsuda I, Hanya G (2021) Temporal activity patterns suggesting niche partitioning of sympatric carnivores in Borneo, Malaysia. *Scientific Reports* 11: 19819.
- Yoshida T, Takemoto H, Sakamaki T, Tokuyama N, Hart J, Hart T, Dupain J, Cobden A, Mulavwa M, Hashimoto C, Isaji M, Kaneko A, Enomoto Y, Sato E, Kooriyama T, Miyabe-Nishiwaki T, Suzuki J, Saito A, Furuichi T, Akari H. Prevalence of antibodies against human respiratory viruses potentially involving anthroozoonoses in wild bonobos. 2021. *Primates*

#### その他の執筆

武真祈子 (2021) 『今日のモップくん シロガオサキのモップくん観察記』監修・一部執筆, 著者: 根本慧



## 学会発表

- 半谷吾郎, Henry Bernard ボルネオ島ダナムバレーの昼行性霊長類の異種間出会い 第 37 回日本霊長類学会大会 2021 年 7 月
- 半谷吾郎 屋久島のヤクスギ林の伐採後 20 年間の森林の更新とニホンザルの個体数 第 69 回日本生態学会大会大会 2022 年 3 月
- 橋本千絵、リュフンジン、毛利恵子、清水慶子、坂巻哲也、古市剛史. 野生ボノボの産後不妊期中の発情再開時における性ホルモンや行動の変化について. 第 37 回日本霊長類学会大会, オンライン開催, 今治 2021 年 7 月 16 - 18 日.
- He T, Lee W, Hanya G. Reducing food particle size may not be important for eating fruits: examining determinants of fecal particle size in Japanese macaques. The 16th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, オンライン開催, 2021 年 9 月 29 - 30 日
- He T, Lee W, Hanya G. Examining the role of diet and age-sex class in fecal particle size variation in Japanese macaques (*Macaca fuscata yakui*). IPS-SLAPrimm 2022 (Quito, Ecuador), オンライン開催, 2022 年 1 月 9 - 15 日
- He T, Lee W, Hanya G. Does particle size reduction important for eating fruits: Examining the effects of food particle size on in vitro digestion. 第 68 回日本生態学会大会, 福岡, オンライン開催, 2022 年 3 月 14 - 19 日
- 松田一希、橋本千絵、五百部裕、湯本貴和、Baranga D、Clauss M、Hummel J. ウガンダ・カリンズ森林におけるアビシニアコロブスの葉の選択性. 第 37 回日本霊長類学会大会, オンライン開催, 今治 2021 年 7 月 16 - 18 日.
- 毛利恵子, 戸田和弥, 服部裕子, 足立幾磨, 橋本千絵. 尿中生理指標の様々な保存条件での安定性. 第 37 回日本霊長類学会大会, オンライン開催, 今治 2021 年 7 月 16 - 18 日.
- 中川尚史, 半沢真帆, 澤田晶子, 藤田志歩, 田伏良幸, 杉浦秀樹 屋久島のニホンザルにおける方法行動の文化的群間変異. 第 37 回日本霊長類学会大会, オンライン開催, 今治 2021 年 7 月 16 - 18 日.
- Take M, Bitencourt A, Saunier E, Jesus R, Roderigues AM, Koolen HHF, Barnett AA, Spironello WR, Yumoto T, Pulp and seed choice by “seed predators”, golden-faced saki. A comparison with “non-seed-predators”, common squirrel monkeys., The 28th International Primatological Society Congress, Quito, Ecuador (Virtual), 9-15 January 2022
- 武真祈子, Bitencourt A, Saunier E, Jesus R, Roderigues AM, Koolen HHF, Spironello WR, Barnett AA, 湯本貴和. 『種子食者』と『昆虫食者』は異なる基準で果肉を選択する, 第 36 回日本霊長類学会大会, P15, オンライン開催, 2021 年 7 月 16 日-18 日
- 武真祈子, Spironello WR, Barnett AA, 湯本貴和. 種子食者キングオサキと非種子食者コモンリスザルの果実利用. 第 69 回日本生態学会大会, P1-038, オンライン開催, 2022 年 3 月 14-19 日
- 徳重江美. 「予防のために敵を知る ～霊長類における鞭虫伝播～」未来博士 3 分間コンペティション 2021 日本語部門, YouTube での動画提出, オンライン開催(主催：広島, 2022 年 11 月 3 日)
- 徳重江美, 田中洋之, 川本芳, 兼子明久, 岡本宗裕. 「マカク類の糞便サンプルを用いた消化管内寄生蠕虫検出とそこから見えた寄生虫感染リスクの検討」第 66 回プリマーテス研究会, ポスター発表 14-O, 日本モンキーセンター, 犬山, 2022 年 3 月 27 日
- Wanyi LEE, Tianmeng HE, Yosuke KURIHARA, Izumi SHIROISHI, Kazunari USHIDA, Sayaka TSUCHIDA, Goro HANYA. “Seasonal variation in the fermentative ability of Japanese macaques’ gut microbiome”. International Primatological Society Congress, Quito, Ecuador (13 January, 2022).

## <招待講演>

- 武真祈子 第 3 回京都大学霊長類研究所技術部セミナー「野生から学ぶ、飼育霊長類の食事」, 「南米小型ザルの採食内容、行動、栄養に関する話題」, オンライン開催, 2022 年 3 月

### 3.1.4 社会生態研究部門 社会進化分野

#### <研究概要>

##### ボノボとチンパンジーの攻撃性と集団間関係についての研究

古市剛史、戸田和弥、徳山奈帆子、石塚真太郎

集団間関係が平和的とされるボノボでも、出会いの際にはオス間の敵対的行動がある程度の頻度で見られることがわかった。また、出会いの際にオスが他集団のメスに攻撃的行動を仕掛けた場合、異集団のメスが協力してこういったオスに対抗するという興味深い傾向が見られ、ボノボの平和的集団関係に対するメスの貢献が明らかになった。

##### 霊長類の採食行動と自己治療行動に関する研究

M. A. Huffman, Paula Pebsworth (Univ. of Texas at San Antonio)

サハラ砂漠以下のアフリカに生息するヒヒ類の植物性食物に含まれている生理活性物質と寄生虫感染疾の低減についての調査とデータ解析を継続した。

##### Extensive distribution survey of Sri Lanka's endemic diurnal primate species, the toque macaque, purple-faces langur, and grey langur

Michael A Huffman, Charmalie AD Nahallage, Raveendra Kumara (University of Sri Jayewardenepura)

Starting from 2006, a national wide survey of the distribution of Sri Lanka's three endemic diurnal species has been underway. The database was computerized recording sub-species, altitude, and ecological zone. This information was organized, GPS maps were made, and species habitat preferences were classified. This data base will be used for conservation and basic species description updates.

##### A twenty-three-year population dynamics study of the Affenberg translocated troop of Japanese monkeys in Souther Austria

Michael A Huffman, Lena S. Pfluger (University of Wien), Pia Boem, Katharina Pink, Bernard Wallner

The Affenberg troop, a sub-group of the Mino-H troop translocated to southern Austria in 199X has been under study from the beginning of their transfer to the Affenberg Monkey Park. The longitudinal data analysis is ongoing as new projects are being initiated, including behavioral analysis of homosexual constort behavior, troop fission, and birthing behavior.

##### ボノボとチンパンジーの隣接集団の個体間の血縁に関する研究

徳山奈帆子、戸田和弥、古市剛史

ワンバのボノボとカリンズのチンパンジーのそれぞれの地域個体群を対象に、集団内と集団間のオスの血縁度を比較する研究を行った。すべての組み合わせをプールした分析では集団内のオス間の血縁度が集団間のオス間の血縁度より優位に高く、Pan 属の父系社会の構造を裏付ける結果となった。一方種ごとに見ると、ボノボではこの違いが有意であったが、チンパンジーでは統計的な有意差はなかった。ボノボでとくにこの差が大きいのは、第1位オスによる繁殖の独占傾向が強く、そのため集団内のオス間の血縁関係がより近くなっているためだと考えられた。

##### ボノボのメスの移籍に関する至近要因の解明

戸田和弥、古市剛史

ボノボのメスがチンパンジーよりかなり若い年齢で出自集団を出ることから、メスの移籍を促す至近・究極要因の分析を行った。その結果、ワカモノ期にオスが母親との距離を置くようになるチンパンジーと異なり、ボノボではかなり若い年齢でメスが母親との距離を置くようになっていることがわかった。また、移出の年齢には個体差があるが、性ホルモンの分泌が盛んになってから移出することがわかり、性的成熟が移出の重要な要因になっていることが示唆された。

##### Animal welfare in two primate species: Japanese Macaques and Pygmy Loris

Josue Alejandro, Michael A. Huffman

We explored if one behavior in a group of Japanese macaques, known as bar hanging, is related to stress management. We also included females in our study to represent all age-sex classes and added substrates to the places where they exhibited the behavior most frequently to see if there was any preference for substrate. We concluded our data

collection on lorises at the Japan Monkey Center and continued our project at the Endangered Primate Rescue Center in Vietnam, to understand how to better keep the species in captivity by looking at behavioral and physiological markers. Additional analyses and manuscripts were written up.

### **Studying the acute stress response of the monkeys at Koshima**

Nelson Broche Jr., Takafumi Suzumura, Michael A. Huffman

In a previous study, we found that salivary alpha-amylase responds quickly to stress in captive Japanese macaques. The goal of the present study was to expand non-invasive saliva collection in a semi wild group of Japanese macaques in order to monitor salivary stress hormones within minutes from their behavior. Monkeys on the island of Koshima were monitored by continuous behavioral sampling and saliva was collected after behaviors such as grooming, foraging, and conspecific aggression. All data have been acquired and analysis is ongoing to fully report these results. This research is important because it contributes to stress monitoring using salivary hormones in a field environment.

### **ヒト科におけるオスの共存メカニズムの進化-Pan 属 2 種のオス間関係の比較**

柴田翔平、橋本千絵、古市剛史

ウガンダ共和国カリンズ森林保護区のチンパンジー、コンゴ民主共和国ワンバのボノボを対象に、オスの個体追跡法を用いた観察を行った。両種のオスのパーティ形成傾向や近接関係が、オス間の攻撃交渉頻度に与える影響を分析した。

### **ボノボのメスの同性間性交渉における相手選択の傾向と生理的基盤の解明**

横山拓真、古市剛史

ボノボでは、オス間の性的競合にまつわる攻撃的行動が少ないにもかかわらず、第一位オスの子が多く生まれている。この理由を解明するために、メスがどういう時期にどういうオスと近接あるいは交尾を行っているかを分析した。その結果、メスが性皮腫脹を見せる時期には、高順位オスがより頻繁にメスと近接・交尾を行っていることが確認され、高順位オスが母親とともにメスの集まりに参加していることがこういった傾向に関係していると考えられた。一方、前の出産から年数が経っているほどメスの妊娠可能性は高いと考えられるが、こういった年数は高順位オスの行動に統計的に有意な影響を及ぼして折らず、妊娠の可能性が低い授乳期におけるメスの発情がオス間の性的競合を緩和しているという仮説を支持する結果となった。

### **Infant development in social partner choices and interactions with non-mother partners in Yakushima Japanese macaques**

Boyun Lee, Takeshi Furuichi

We tracked how infants actively build their social relations for the first year of their lives in wild macaques-in particular, (1) how infants become to select their social partners; (2) how relations between infants and their social partners change according to infant growth. 12 infant-mother pairs of a macaque troop on Yakushima island were observed with focal and continuous behavioral samplings. Initiator and recipient of each behavior (affiliative, avoidance and aggressive behavior) and distance between the infant and the mother/partner were recorded. This study will compensate the rearer-centered perspective on infant development which still prevails in behavioral studies, as it propose the way to see infants as active social agents in their lives.

### **京都・嵐山のニホンザル群における母親以外の個体による養育的行動に関する研究**

南 俊行、古市剛史

京都府西京区の嵐山モンキーパークいわたやまで観察できる餌付けニホンザル群を対象に、個体追跡法による幼齢個体の行動観察を実施し、母親以外の個体による養育的な行動が幼齢個体の行動や発達に及ぼす影響を分析した。また、対象群全個体の顔写真を撮影し、ニホンザルにおいて幼齢個体らしさを示す顔特徴を特定した。

### **<研究業績>**

#### **原著論文**

Alejandro J, Yamanashi Y, Nemoto K, Bercovitch FB, Huffman MA (2021) Behavioral Changes of Solitary Housed Female Pygmy Slow Lorises (*Nycticebus pygmaeus*) after Introduction into Group Enclosures. *Animals*. 2021; 11(9):2751. <https://doi.org/10.3390/ani11092751>

Alejandro J, Huffman MA, Bercovitch FB (2021) Costs and benefits of living in a vegetated, compared with non-

- vegetated, enclosure in male Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *Zoo Biology*, 1– 11.
- Graham KE, Furuichi T, Byne (2021). Context, not sequence order, affects the meaning of bonobo (*Pan paniscus*) gestures. *Gesture* 19: 335-364.
- Huffman, MA (2021). Folklore, animal self-medication, and phytotherapy—something old, something new, something borrowed, some things true. *Planta Medica* DOI 10.1055/a-1586-1665.
- Toda K, Furuichi T (2022) Do immigrant female bonobos prefer older resident females as important partners when integrating into a new group?. *Primates* 63, 123–136.
- 徳山奈帆子, 戸田 和弥, 古市 剛史 (2021) コロナ禍におけるコンゴ民主共和国ルオー学術保護区ワンパでの研究・保全活動継続の取り組み. *霊長類研究* 37::95-97.
- Yamanashi Y, Nemoto K, Alejandro J (2021) Social relationships among captive male pygmy slow lorises (*Nycticebus pygmaeus*): Is forming male same-sex pairs a feasible management strategy? *Am J Primatol.* 83(2):e23233. doi: 10.1002/ajp.23233
- 山梨 裕美, 徳山 奈帆子, 竹ノ下 祐二, 大塚 亮真, 森村 成樹, 赤見 理恵 (2021) 大型類人猿と人の関わりの変遷：過去・現在・そして未来に向けて. *霊長類研究* 37:155-159.
- Yoshida T, Takemoto H, Sakamaki T, Tokuyama N, Hart J, Hart T, Dupain J, Cobden A, Mulavwa M, Hashimoto C, Isaji M, Kaneko A, Enomoto Y, Sato E, Kooriyama T, Miyabe-Nishiwaki T, Suzuki J, Saito A, Furuichi T, Akari H (2021) Prevalence of antibodies against human respiratory viruses potentially involving anthroozoonoses in wild bonobos. *Primates* 62:897-903.

### 学会発表

- Huffman, M.A. (2021) KeyNote Lecture, The evolution of animal self-medication and the control of parasites., World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology, Dublin, Ireland (Zoom based), 2021 July 20<sup>th</sup>.
- Huffman, M.A. (2021) KeyNote Lecture, Animal origins of ethnomedicinal plants: folklore revisited from an animal self-medication perspective. Pre-conference Symposium on Veterinary Phytotherapy September 5<sup>th</sup>, 2021, 69<sup>th</sup> International Congress and Annual Meetings of the Society for Medicinal Plant and Natural Product Research (GA), Annual Meeting 2021.9.6~8, Bonn, Germany, Virtual conference.
- 石塚真太郎、竹元博幸、坂巻哲也、徳山奈帆子、戸田和弥、橋本千絵、古市剛史 (2021) オスが分散しない大型類人猿の社会の進化—血縁選択の視点から。第 68 回日本生態学会、岡山、2021 年 3 月。
- 徳山奈帆子 (2021) 野生ボノボにおける集団の出会いの際の親和的・性的交渉相手の選択。第 37 回日本霊長類学会

### シンポジウム

- Huffman, M.A. (2021) Animal self-medication and insights into traditional medicine. May 11<sup>th</sup>, 2021, Australian Satellite, Gastronauts 2021 International Symposium 2021.5.11~13. (Zoom based)
- Lee, B. (2021) Selective infant handling in Yakushima Japanese macaques (*Macaca fuscata yakui*). Sep 29<sup>th</sup>, 2021, The 16th International Symposium on Primatology & Wildlife Science 2021.9.29~30. (Poster presentation)
- Lee, B. (2022) Asymmetry of early social interactions between infants and non-mother individuals in Yakushima Japanese macaques (*Macaca fuscata yakui*). Mar 7<sup>th</sup>, 2022. The 17th International Symposium on Primatology & Wildlife Science 2022.3.7~8 (Poster presentation).
- Shibata S, Hashimoto C, Furuichi T (2021) What Did He See on the Surface of the Puddle? A Male Chimpanzee Produced an Alarm Call at a Water Puddle, P-23, The 15th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, Online, March-2021, (Poster).
- Shibata S (2021) How do males associate with other males in their group? Comparative studies of male aggression and association pattern of the genus *Pan*, The 16th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, Online, September-2021.
- 徳山奈帆子 (2021) 展示動物の福祉～野生での行動生態から考える～. 第 7 回動物福祉市民講座.
- 徳山奈帆子 (2021) ヒトとボノボが共に生きるアフリカの森で考えたこと. 京大 森里海ラボ by ONLINE 2021.
- Yokoyama T (2021) Variable functions of genito-genital rubbing among female Bonobos (*Pan paniscus*). The 15th International Symposium on Primatology and Wildlife Science\*. Online, Japan, March, 2021.

### 3.1.5 認知科学研究部門 思考言語分野

#### <研究概要>

##### チンパンジーの比較認知発達研究

足立幾磨, 服部裕子(国際共同先端研究センター), 鈴木樹理, 宮部貴子, 前田典彦, 兼子明久, 山中淳史, 井上千聡, ゴドジャリ静(以上, 人類進化モデル研究センター), Gao Jie, Pavel Voinov, 高島友子, 市野悦子, 徐沈文, 三田歩(以上, 思考言語分野), 平栗明実(中部大学, 創発学術院), 村松明穂(高等研究院), 狩野文浩(マックスプランク研究所)

1 群 12 個体のチンパンジーとヒトを対象として, 比較認知発達研究を総合的におこなった。認知機能の解析として, コンピュータ課題、アイトラッカーを用いた視線計測、対象操作課題など各種認知課題をおこなった。主として, 1 個体のテスト場面で, 数系列学習, 色と文字の対応, 視線の認識, 顔の知覚, 身体の知覚, 赤ちゃん図式の知覚, 注意, パターン認識, 参照性の認識, カテゴリー認識, 物理的事象の認識, 視聴覚統合, 情動認知, 行動の同調などの研究をおこなった。また, チンパンジー 2 個体を対象とし, チンパンジーの行動が他者に影響されるかどうかを社会的知性の観点から検討した。

##### 飼育霊長類の環境エンリッチメント

足立幾磨, 市野悦子, 打越万喜子(以上, 思考言語分野), 鈴木樹理, 前田典彦, 山中淳史, 井上千聡, ゴドジャリ静, 橋本直子(以上, 人類進化モデル研究センター)

動物福祉の立場から環境エンリッチメントに関する研究をおこなった。3 次元構築物の導入や植樹の効果の評価, 飼育施設に併設した実験スペースを活用した認知エンリッチメント、採食エンリッチメントなどの研究をおこなった。2015 年に犬山第 2 大型ケージの本格稼働がはじまり、住空間の拡大が達成され、離合集散の生活が可能となった。

##### 鯨類の比較認知研究

足立幾磨, 三田歩(以上, 思考言語分野), 山本知里, 森阪匡通(三重大学), 中原史生(常磐大), 三谷曜子(北海道大学), 栗田正徳, 神田幸司(以上, 名古屋港水族館)、柏木伸幸, 大塚美加(以上, かごしま水族館)

名古屋港水族館、かごしま水族館、との共同研究として, 鯨類の認知研究を進めている。とくに, イルカ・シャチを対象とした視覚認知, サインの理解, 空間認知, 視覚的個体識別, 道具使用などを大型類人猿との比較研究として進めている。

#### <研究業績>

##### 原著論文

- Gao J, Adachi I, Tomonaga M (2022) Chimpanzees (*Pan troglodytes*) detect strange body parts: an eye-tracking study. *Animal Cognition* (2022). <https://doi.org/10.1007/s10071-021-01593-2>
- Gonçalves A, Hattori Y, Adachi I *accepted* Staring death in the face: chimpanzees' attention towards conspecific skulls and the implications of a face module guiding their behaviour. *The Royal Society*
- Kano F, Kawaguchi Y, Hanling Y (2022) Experimental evidence that uniformly white sclera enhances the visibility of eye-gaze direction in humans and chimpanzees. *Elife* 11, e74086
- Kawaguchi Y, Nakamura K, Tomonaga M, Adachi I (2021) Impairment effect of infantile coloration on face discrimination in chimpanzees. *Royal Society open science* 8 (11), 211421
- Kawaguchi Y, Tomonaga M, Adachi I (2021) No evidence of spatial representation of age, but “own-age bias” like face processing found in chimpanzees. *Animal cognition*, 1-10
- Morita T, Toyoda A, Aisu S, Kaneko A, Suda-Hashimoto N, Adachi I, Matsuda I, Koda H (2021) Effects of short-term isolation on social animals' behavior: An experimental case study of Japanese macaque. *Ecological Informatics* 66, 101435
- Morita T, Toyoda A, Aisu S, Kaneko A, Suda-Hashimoto N, Adachi I, Matsuda I, Koda H (2021) Nonparametric analysis of inter-individual relations using an attention-based neural network. *Journal Methods in Ecology and Evolution*
- 川口ゆり, 中村航洋, 友永雅己 (2021) 比較認知科学的に見る「幼児図式」の認知の進化 エモーション・スタディーズ 6 (1), 13-19
- 川口ゆり (2021) 霊長類の乳児特徴とその認知の進化を探る 霊長類研究, 37. 043

足立幾磨, 服部裕子, 湯本貴和 (2021) 新型コロナウイルス感染症パンデミックへの対応ーチンパンジー一認知実験をおこなう研究室の場合ー 霊長類学研究 37(1), 115-117

韩宁, 刘杰, 高洁. 聰明的海洋精灵: 海豚 (Dolphins: smart creatures in the ocean) . 森林与人类. In press.

## 学会発表

- Gao J, Tomonaga M, Adachi I. (2022). Body Representations in Chimpanzees. The 17th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, Online & Kyoto, 7 March – 8 March. (Oral)
- Gao J, Tomonaga M. (2021). Chimpanzees detect strange body parts: an eye-tracking study. The 28th International Conference on Comparative Cognition, Online, 7 April – 10 April. (Oral)
- Gao J, Adachi I (2021). A body-part matching task in chimpanzees. The 81st Annual Meeting of the Japanese Society for Animal Psychology, Online, 30 – 31 October. (Poster)
- Kawaguchi Y, Nakamura K, Tomonaga M, Adachi I (2021) Impairment Effect of Infantile Coloration on Face Discrimination in Chimpanzees. the annual conference of the Cognitive Science Society, on Comparative Cognition—Animal Minds. 26-29 July 2021. Vienna. (Poster)
- Muramatsu, A. Longitudinal Study of Working Memory in Chimpanzees (Pan troglodytes). The XXVIIIth Congress of International Primatological Society, #758, Quito (Online), Ecuador, January, 2022.
- Muramatsu, A. Longitudinal Working Memory Study in Chimpanzees. The 17th Annual Symposium of Leading Graduate Program in Primatology and Wildlife Science, P28, Kyoto (Online), Japan, March, 2022.
- Pavel Voinov. How can interaction in a shared environment replace communication for optimal decision-making?, TeaP2022 (Tagung experimentell arbeitender Psychologinnen; Conference of Experimental Psychologists), 2022.03.22
- Santa A, Adachi I, Kanda K. The effect of brightness contrast in luminance discrimination tasks for killer whales.. The 16th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, 2021 年 9 月 (Poster)
- Santa A, Adachi I (2021) The effect of ‘brightness contrast’ in luminance discrimination tasks for killer whales The 81st Annual Meeting of the Japanese Society for Animal Psychology, Online, 30 – 31 October. (Oral)
- Santa A, Adachi I, Kanda K (2022) Training of Matching to Sample Task for Killer Whales (Orcinus orca). The 17th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, Online & Kyoto, 7 March – 8 March. (Poster)
- Sarabian C, MacIntosh AJJ, Adachi I (2021) Exploring the effects of disgust-related images on cognition in chimpanzees. Animal Behavior Society Virtual Meeting (Online)
- Sarabian C, MacIntosh AJJ, Adachi I (2021) Exploring the effects of disgust-related images on cognition in chimpanzees. the annual conference of the Cognitive Science Society, on Comparative Cognition—Animal Minds. 26-29 July 2021. Vienna. (Poster)
- Uchikoshi, M. (2021) Overview of gibbon husbandry and breeding in Japanese zoos. Annual Conference of Chinese Association of Zoological Gardens and Gibbon CCP: China endangered species Conservation Program. 24 October, Guangzhou city, Online (Oral)
- Uchikoshi, M., Ishida, S., & Yamada, M. (2022). Difference in Great-Call structures in an agile gibbon (*Hylobates agilis*) in single and paired housed conditions. IPS-SLAPrim 2020 congress, 13 January. Quito, Online (Poster)
- Xu S, Adachi I (2021) Chimpanzees can learn to utilize referential information from video to choose a tool for future use. The 81st Annual Meeting of the Japanese Society for Animal Psychology, Online, 30 – 31 October. (Oral)
- Xu S, Tomonaga M, Adachi I (2021) Chimpanzees utilize video information when facing its referent later in another room. the annual conference of the Cognitive Science Society, on Comparative Cognition—Animal Minds. 26-29 July 2021. Vienna. (Poster)
- Xu S, Adachi I (2022) Generalization of Video-Referent Correspondence in Chimpanzees. The 17th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, Online & Kyoto, 7 March – 8 March. (Poster)
- 打越万喜子 (2022) テナガザルの食生活-野生ではどのようにくらしているのか. 霊長類研究所第 3 回技術部セミナー. 「野生から学ぶ、飼育霊長類の食事」. 3 月 3 日、オンライン開催. 犬山市 (口頭発表)
- 打越万喜子・ユリラ・服部裕子 (2022) テナガザルのアイ・トラッキング: 予備的研究. 第 66 回プリマールテス研究会. 3 月 27 日、ハイブリッド開催. 犬山市 (口頭発表)
- 生形咲奈. C 繊維を賦活するタッチが情動状態の変化に及ぼす効果. 第 9 回顔身体学領域会議, 香川 (現地), 2022 年 3 月.
- 生形咲奈. C 繊維を賦活するタッチが情動状態の変化に及ぼす効果. 第 12 回 Society for Tokyo Young Psychologists, 早稲田大学 (オンライン), 2022 年 3 月.
- 村松明穂. チンパンジーの作業記憶に関する縦断的研究. 第 37 回日本霊長類学会大会, P25, 愛媛 (オンライン), 2021 年 7 月.
- 村松明穂. コロナ下におけるウェブサイト・SNS を利用したアウトリーチ活動の試み. 第 66 回プリマール

テス研究会, L-2, 愛知 (オンライン), 2022年3月.

#### 講演等

- Adachi (2021) "Conceptual Blending in Animal Cognition: A Comparative Approach." A symposium of CogSci 2021, the annual conference of the Cognitive Science Society, on Comparative Cognition—Animal Minds. 26-29 July 2021. Vienna.
- Gao Jie (2021) From hand mystery to body perception: my research stories on chimpanzee cognition. Lecture for high school students. JSPS Science Dialogue, Fukui Prefectural Katsuyama Senior High School, Katsuyama, Fukui
- 足立幾磨 (2021) 人ならではの認知構造 NHK文化センター名古屋教室の講座「ひとの大学 2021」 2021年8月25日
- 足立幾磨 (2022) 霊長類における視覚認知について~顔知覚を中心に~ 多摩の知覚なヒトたちの会 2022年2月28日
- 打越万喜子 (2021) 国際テナガザルの日. 日本モンキーセンター. ミュージアムトーク. 10月24日、ハイブリッド開催. 犬山市 (口頭発表)
- 川口ゆり (2021) Recognition of infant faces in non-human primates. Fruits of Ethology hosted by Eötvös Loránd University, Hungary. (Oct. 2021)
- 川口ゆり (2021) 乳児顔に対する大型類人猿の認知第37回日本霊長類学会高島賞受賞記念講演 (2021年7月)

### 3.1.6 認知科学研究部門 認知学習分野

#### <研究概要>

##### 行為嗜癖の認知・情動機能障害とその脳神経基盤解明にむけた研究

後藤幸織、浅岡由衣、Sanjana Kadam、元武俊 (共和病院)、石川恵己 (共和病院)、森田智也 (共和病院) 病的窃盗症や性嗜好障害などの行為嗜癖 (行為依存症) 患者を対象に、行為嗜癖に関連する認知機能や情動機能の特徴、またそれらに関連する脳神経基盤を光トポグラフィーや視線追跡技術、全ゲノムメチル化解析といった手法を用いて調査している。

##### 発達障害における社会認知機能研究

後藤幸織、金子杏日香、浅岡由衣、小川詩乃(子どもの発達・学習支援研究所)、上田祥行 (京都大学こころの未来研究センター)、Young-A Lee (Daegu Catholic University) 他者の社会的地位の推測や社会的親密度の影響など、社会情報が処理される認知メカニズム、また、自閉症スペクトラムをはじめとする発達障害において、その社会認知メカニズムがどのように変化しているかを調査している。さらにげっ歯類などの動物を用いて、注意欠陥・多動性障害などの発達障害の脳神経基盤の解明にむけた研究を行っている。

#### <研究業績>

##### 原著論文

- Lee YA, Kim YJ, Lee JS, Lee SH, and Goto Y (2021) Imbalance between dopamine and serotonin caused by neonatal habenula lesion. *Behavioural Brain Research*, 409: 113316.
- Kaneko A, Asaoka Y, Lee YA, and Goto Y (2021) Cognitive and affective processes associated with social biases. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 24: 645-655.
- Lee YA and Goto Y (2021) The habenula in the link between ADHD and mood disorder. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 15: 699691.
- Asaoka Y, Won MJ, Morita T, Ishikawa E, and Goto Y (2021) Comparable level of aggression between patients with behavioral addiction and healthy subjects. *Translational Psychiatry*, 11: 375.

##### 学会発表

- Lee YA, Kim YJ, Jeon SY, Goto Y, and Choi JS (2021) Ameliorative effects of the brown alga *Ecklonia stolonifera* on ADHD-related behavior and neural activity. 32nd CINP World Congress of Neuropsychopharmacology, P105, Virtual Congress.

- Asaoka Y, Won MJ, Ishikawa E, Morita T, and Goto Y (2021) Affective dysfunction and its association with cognitive bias in behavioral addiction. 32nd CINP World Congress of Neuropsychopharmacology, P179, Virtual Congress.
- Kaneko A, Asaoka Y, Lee YA, and Goto Y (2021) Cognitive and affective process involved in social biases. 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, 2P-108, Kobe, Japan.
- Lee YA, Kim YJ, Kim NH, Goto Y, and Lee KA (2021) Alterations of amphetamine response by excessive sucrose intake in different ages of rodents. 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, 4P-211, Kobe, Japan.
- Kim NH, Kim JW, Kim YJ, Goto Y, and Lee YA (2021) Alterations of glutamate and dopamine receptor expressions by nano plastic in cerebral cortical neurons. 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, 4P-211, Kobe, Japan.
- Asaoka Y, Won MJ, Ishikawa E, Morita T, and Goto Y (2021) Information processing of environmental stimuli that provokes addicted behavior in behavioral addiction. 10th Annual Meeting of the Japan Emotionology Society, O-7, Nagoya, Japan.
- Kadam ST and Goto Y (2021) Explore-exploit decision making in smokers and non-smokers. 10th Annual Meeting of the Japan Emotionology Society, P-5, Nagoya, Japan.

### 3.1.7 神経科学研究部門 高次脳機能分野

#### <研究概要>

##### 神経変性疾患モデルマーマセットの作出と評価

中村克樹, 三輪美樹, 鴻池菜保

アルツハイマー病モデルを作出するため、マーマセットの脳内に $\beta$ アミロイドを局所投与した。投与前に認知課題を訓練し認知機能の成績を評価した。また、飼育ケージでの活動量計測および脳構造 MRI 撮影を実施した。

##### 発達初期のサイトカイン暴露に誘導される行動異常の検討

中村克樹, 三輪美樹, 鴻池菜保, 那波宏之 (和歌山県立医科大)

発達初期のマーマセットとアカゲザルをサイトカインに暴露し、発達とともにどのような行動異常が出現するかを検討している。マーマセットでは活動量の変化や認知機能の低下に加え、アイコンタクトや異性に対する行動に異常が見られることが分かってきた。アカゲザルでも行動や脳波の異常が確認されている。今年度はマーマセットのコントロールおよびサイトカイン暴露個体において脳波および構造 MRI による評価を実施した。

##### 血漿タンパク成分による老齡ザルの若返り法の開発

中村克樹, 三輪美樹, 鴻池菜保, 今村公紀 (ゲノム進化分野)

サル類を対象に血漿タンパク成分を投与することにより、体細胞を活性化させ加齢により低下した機能を回復する方法の確立を目指す。このため、投与前データとして老齡ニホンザルおよびマーマセットの血液・体細胞サンプルを採取し、血漿成分および体細胞増殖能を調べた。また、老齡マーマセット認知課題を訓練し、その正答率および反応時間を解析し、二重エックス線吸収法(DXA)による体組成の計測を実施した。

##### 情動行動に関わる脳領域の神経結合様式の研究

宮地重弘, 鴻池菜保, 禰占雅史 (筑波大学), 金 侑璃, 酒多穂波 (新潟大学), 池田琢朗, 中村克樹

情動行動に関わる神経回路を解明することを目的に、ニホンザルの脳の前部帯状回に複数の神経トレーサーを注入し、前頭葉各領域において標識された神経細胞体及び神経終末の分布を解析した。

##### 両手の協調運動の基盤となるサル運動関連皮質領野の半球間神経連絡の解析

宮地重弘, 勝山成美, 鴻池菜保, 岩沖晴彦

両手の協調運動制御の基盤となる半球間神経連絡を明らかにする目的で、ニホンザル2頭の一次運動野手指領域と肘領域の中心溝前壁並びに表面部に神経トレーサーを注入し、半球間の神経連絡を比較した。

##### 発声制御に関わる神経連絡の解析

宮地重弘, 西村剛 (系統発生分野), 香田啓貴, 兼子明久 (人類進化モデル研究センター)



アカゲザルにおいて、発声に関わる中脳領域を電気刺激により同定し、刺激による発生時の声帯振動を観測するとともに、当該部位に神経トレーサーを注入し、皮質における逆行性ラベルを観察した。

#### 言語能力を支える認知・運動機能の認知生物学実験

香田啓貴, 森田堯 (大阪大学), 國枝匠, 石田恵子, 中村克樹

ヒトに固有と考えられる言語能力が発現する仕組みについて、系列的運動や構成的な推論といった関連する認知機能と運動制御の状態について、ヒト以外の霊長類で実験的に調べた。

#### 動物の系列的発声による音声コミュニケーションの可視化と行動評価についての実験的研究

香田啓貴, 森田堯 (大阪大学), 中村克樹

動物の系列的な発声である「歌」の状態や規則性を自動的に関する手段として、深層学習など機械学習の手法を利用して評価する先端的手法の開発に取り組んでいる。

#### 驚異刺激についての視覚的特性に関する実験心理学的研究

香田啓貴, 川合伸幸 (名古屋大学), 中村克樹

注意についての心理学的実験課題の一つであるフリッカー課題を利用して、ニホンザルがヘビなどの驚異の対象に想定される視覚刺激への特殊な視覚処理が行動学的に確認できるかについて検討した。

(川合先生, 共同利用追加分)

#### コモンマーモセットにおける聴覚情報処理に関わる神経基盤の解明

鴻池菜保, Ozan Celayir, 眞下久美子, 三輪美樹, 中村克樹

マーモセットの聴覚野および前頭前野に 16 チャンネルのシート電極を埋め込み、マーモセットに特定の周波数の音や他個体の鳴き声など様々な聴覚刺激を呈示した。この間の脳活動をワイヤレスシステムにて記録し、刺激ごとの応答性を調べた。

#### サル類における聴覚事象関連電位の記録

鴻池菜保, 岩沖晴彦, 三輪美樹, 中村克樹, 酒多穂波 (中京大学), 伊藤浩介 (新潟大学)

コモンマーモセットおよびアカゲザルを用いて頭皮上から無麻酔・無侵襲記録で聴覚誘発電位を計測した。ヒトでも同様の刺激を用いた脳波計測を実施し、サルとヒトの応答性の違いについて解析した。

#### 距離画像センサーを用いたサルの三次元行動モニタリングシステムの開発

鴻池菜保, 曾彩華 (九州工業大学), 花沢明俊 (九州工業大学), 中村克樹

飼育ケージ内でのサルの自然な行動を定量化するため、距離画像センサーを用いて飼育ケージ内のコモンマーモセットの行動を三次元で推定・追跡するシステムを開発した。今年度は幾何学模様のマーカータグを用いた複数個体の識別システムの構築を試みた。

#### マカクザルを用いたラバーハンド錯覚モデルの確立

勝山成美, 中村克樹

身体所有感は重要な脳機能のひとつであるが、その神経メカニズムは明らかになっていない。そのため、サルでラバーハンド錯覚を誘導し、映像の手を自身の手と錯覚させた時に生じる到達運動のずれを指標とし、ラバーハンド錯覚の動物モデルの確立を目指す。

#### 視線計測に基づく視覚認知トレーニングの効果

勝山成美, 中村克樹

野球選手を対象に、打率や盗塁成功率の高い選手はプレー中に投手の動きのどこを、どのように見ているのかを視線計測装置によって調べ、その結果を他の選手の練習に取り入れることで、新たなトレーニング方法の開発を目指す。

#### 逆向現象 (Postdiction) の神経メカニズムの研究

勝山成美, 中村克樹

先行する刺激に対する知覚が、時間的に後続する刺激によって影響を受けることを逆向現象 (Postdiction) という。本研究では、ヒトで確立された多感覚統合による逆向現象課題をニホンザルに適用し、サルでも

ヒトと同様に遡りによる知覚が生じるかを、行動実験を通じて検討する。さらに、サルの大脳皮質から神経活動を記録して、逆向現象の神経基盤の解明を目指す。

#### コモンマーモセットの活動量計測の試み

勝山成美, 三輪美樹, 渡邊紀子, 菅井晴菜, 落合知恵美, 皿井友美子, 中村克樹

活動量計測は、動物の行動解析においてもっとも基本となる指標のひとつである。本研究では、コモンマーモセットの個体に活動量計をとりつけるためのウェアラブルデバイスの開発を行ない、様々な環境下での活動量を計測するとともに、ストレス度など他の指標と比較・検討することで、よりよいマーモセットの飼育環境を探る。

#### グルテンフリー飼料がマーモセットの成長に及ぼす影響の検討

中村克樹, 三輪美樹, 渡邊紀子, 菅井晴菜, 落合知恵美, 皿井友美子

飼料中のグルテンはコモンマーモセットに下痢を引き起こす一因であると考えられている。試作開発中のグルテンフリー飼料をコモンマーモセットの家族に給餌し、下痢の頻度や程度、生まれてきた個体の成長に及ぼす影響、飼料形態による嗜好性の差などを検討した。ゲル飼料は市販に向けた準備が進んでいる。

#### コモンマーモセットにおける筋肉量評価

三輪美樹, 鴻池菜保, 中村克樹

コモンマーモセットの栄養状態と体格を評価する目的で、小動物用 DXA 体組成測定装置および超音波装置によりアダルトのコモンマーモセットの筋肉量を計測した。

#### コモンマーモセットの体調不良早期発見を目的としたバイオマーカー探索

三輪美樹, 兼子明久 (技術部), 中村克樹

コモンマーモセットは小型であるが故に体調不良に陥ると急変しやすく、異常の早期発見が重要となる。検出に有用なバイオマーカー探索を目的として、平常時のデータ収集を進めた。異常時のデータも収集し、血清アミロイド A 値, CRP, 血小板数, 蛋白分画の動態を検討した。

#### 集合体恐怖症の進化的基盤-非ヒト霊長類モデル確立

三輪美樹, 香田啓貴, 岩沖晴彦, 濱寄裕介, 中村克樹

集合体恐怖症の非ヒト霊長類モデル確立を目指し、コモンマーモセットで集合体恐怖症が惹起されるかどうか評価するため、視覚刺激による行動評価を実施し、現物刺激についての検討も進めた。

#### コモンマーモセットの Twin-Fight 発生機序とその意義の解明

三輪美樹, 濱寄裕介, 香田啓貴, 中村克樹

コモンマーモセットの Twin-Fight がどのようなタイミングで発生するか、その後の個体間の上下関係がどうなっているのか等について観察と実験により調査・解析し、論文を作成した。また、発生に関与する内分泌機構を探るため、個体から継時的な尿サンプルの収集を実施した。

#### コモンマーモセットの口腔疾患治療薬選抜に関する研究

三輪美樹, 渡邊紀子, 菅井晴菜, 落合知恵美, 皿井友美子, 中村克樹

コモンマーモセットの歯垢や歯石および歯肉炎症部位から歯周病関連細菌を分離し、その菌種構成と薬剤耐性評価を実施した。次亜塩素酸水に対する耐性も評価した。

#### コモンマーモセットにおけるデンタルケア

三輪美樹, 渡邊紀子, 菅井晴菜, 落合知恵美, 皿井友美, 中村克樹

コモンマーモセットの歯垢歯石付着および歯肉炎発生状況を調査・解析し、好発部位の症状緩和に有効なケア方法の検討を進めた。

#### アラビアガム給餌がコモンマーモセットの腸内環境および栄養状態に及ぼす影響の検討

三輪美樹, 渡邊紀子, 菅井晴菜, 落合知恵美, 皿井友美, 中村克樹

コモンマーモセット本来の食性である食物由来の天然樹脂が腸内環境や栄養状態に及ぼす影響を調べる

ことを目的として、アラビアガムの継続給餌および評価法の検討を進めた。

#### コモンマーモセットの認知機能計測

中村克樹, 岩沖晴彦, 眞下久美子, 三輪美樹

コモンマーモセットの認知機能(知覚・記憶等)を調べるために, 逆転学習課題や遅延見本合わせ課題など, 複数の認知課題を開発し, ホームケージ内で自由行動下のマーモセットを対象に認知課題の訓練を行った

#### 扁桃核・前帯状皮質ニューロンにおける情動情報処理の検討

岩沖晴彦, 戸塚めぐみ, 中村克樹

視覚刺激の情動価値が脳内でどのように情報処理されているかを調べるため, サルの視覚刺激に対する情動価値を定量化した上で扁桃核ニューロンから神経活動記録を実施し, 得られたデータを解析して論文を作成した. また, 扁桃核と神経接続をもち情動に関わると考えられている前帯状皮質における情動情報の処理過程も明らかにするべく, 情動的な視覚刺激を観察中のニホンザル前帯状皮質ニューロンからも神経活動記録を行っている。

#### コモンマーモセットの音声コミュニケーションの可視化と自動解析手法の開発

濱寄裕介, 香田啓貴, 三輪美樹, 中村克樹

コモンマーモセットの音声の鳴き交わし行動を, 視覚的に可視化し, 高精度に個体間相互作用を評価する方法について, 環境の構築と推定手法の機械的実装を進めた。

#### 情動情報処理における帯状膝下野の役割の解明

戸塚めぐみ, 岩沖晴彦, 鴻池菜保, 中村克樹

情動情報の処理におけるサル帯状膝下野の役割を明らかにする目的で, ニホンザルの帯状膝下野から単一ニューロン活動を記録するため実験を進めた。

#### <研究業績>

##### 原著論文

Yukiko Otsuka, Hitomi Tsuge, Shiori Uezono, Soshi Tanabe, Maki Fujiwara, Miki Miwa, Shigeki Kato, Katsuki Nakamura, Kazuto Kobayashi, Ken-ichi Inoue 1, and Masahiko Takada (2021) Retrograde Transgene Expression via Neuron-Specific Lentiviral Vector Depends on Both Species and Input Projections. *Viruses* 2021, 13, 1387. <https://doi.org/10.3390/v13071387> Published: 16 July 2021.

Kosuke Itoh\*, Haruhiko Iwaoki, Naho Konoike, Hironaka Igarashi, & Katsuki Nakamura(2021) Noninvasive scalp recording of the middle latency responses and cortical auditory evoked potentials in the alert common marmoset. *Hearing Research*, 405: 108229 – 108229. [doi.org/10.1016/j.heares.2021.108229](https://doi.org/10.1016/j.heares.2021.108229) Available online 27 March 2021.

Daisuke Koketsu, Satomi Chiken, Tatsuhiro Hisatsune, and Shigehiro Miyachi, Atsushi Nambu. (2021) Elimination of the cortico-subthalamic hyperdirect pathway induces motor hyperactivity in mice. *The Journal of Neuroscience*: 23 June 2021, 41 (25). <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1330-20.2021>

Morita, T., Toyoda, A., Aisu, S., Kaneko, A., Suda-Hashimoto, N., Adachi, I., Matsuda, I., & Koda, H. (2021). Nonparametric analysis of inter-individual relations using an attention-based neural network. *Methods in Ecology and Evolution*, 2041-210X.13613. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13613> First published: 13 April 2021

Kosuke Itoh, Naho Konoike, Masafumi Nejime, Haruhiko Iwaoki, Hironaka Igarashi, Satoshi Hirata, Katsuki Nakamura, Cerebral cortical processing time is elongated in human brain evolution. *Scientific Reports* volume 12, Article number: 1103 (2022) <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05053-w>

Morita, T., Toyoda, A., Aisu, S., Kaneko, A., Suda-Hashimoto, N., Adachi, I., Matsuda, I., & Koda, H. (2021). Effects of short-term isolation on social animals' behavior: An experimental case study of Japanese macaque. *Ecological Informatics*, 66(September), 101435. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101435>

Morita, T., Koda, H., Okanoya, K., & Tachibana, R. O. (2021). Measuring context dependency in birdsong using artificial neural networks. *PLOS Computational Biology*, 17(12), e1009707.

## 著書

中村克樹：「人生100年時代の脳科学」くもん出版, ISBN978-4-7743-3226-0, 2021年9月28日出版, 160頁.

## 学会発表等

Naho Konoike, Haruhiko Iwaoki, Miki Miwa, Honami Sakata, Kosuke Itoh, Katsuki Nakamura, Comparison of ASSRs (auditory steady-state responses) among humans, rhesus monkeys, and common marmosets, The 11th NIPS-PRI-BRINU Joint Symposium, (2022年2月16-17日, ZoomとRemoを用いたオンライン形式)

鴻池菜保, 岩沖晴彦, 三輪美樹, 酒多穂波, 伊藤浩介, 中村克樹, コモンマーモセット、アカゲザル、ヒトにおける非侵襲頭皮上脳波記録による聴性定常反応の比較, 第44回日本神経科学大会・第1回CJK国際会議 (2021年7月28-31日, 神戸コンベンションセンター Hybrid開催, 神戸市)

宮地重弘, 勝山成美, 鴻池菜保, 岩沖晴彦, マカク一次運動野上肢領域への同側および反対側前頭葉皮質からの神経入力, 第44回日本神経科学大会・第1回CJK国際会議 (2021年7月28-31日, 神戸コンベンションセンター Hybrid開催, 神戸市)

三輪美樹, コモンマーモセットの給餌法 あんな時・こんな時. 第3回マーモセット飼育研修会 (2021年12月3日, Zoomを用いたオンライン形式.)

兼子明久・三輪美樹, 霊長類研究所におけるマーモセットの健康診断. 第3回マーモセット飼育研修会 (2021年12月3日, Zoomを用いたオンライン形式.)

土田さやか, 牛田一成, 三輪美樹, 中村克樹, 飼育コモンマーモセットから分離された歯周病菌の薬剤耐性評価と予防法の検討. 2021年度飼育野生動物栄養研究会大会 (2021年12月4-5日, 第三博多偕成ビル, 福岡市)

Sayaka Tsuchida, Kazunari Ushida, Miki Miwa and Katsuki Nakamura, Antibiotic resistance of periodontitis-related bacteria isolated from dental plaques of captive common marmosets (*Callithrix jacchus*). The 14th Asian Society of Conservation Medicine / 27th Japanese Society of Zoo and Wildlife Medicine 2021 Joint Conference (September 21<sup>st</sup>-24<sup>th</sup>, 2021, Online and onsite hybrid meeting, Onsite venue: Hokkaido University, Sapporo, Japan)

土田さやか, 牛田一成, 三輪美樹, 中村克樹, 飼育コモンマーモセットの歯垢から分離された歯周病関連菌の病原性と薬剤耐性評価. 第37回日本霊長類学会大会(2021年7月16-18日, Zoomを用いたオンライン形式.)

## 講演

中村克樹: 教育講演4「遠隔教育と非言語コミュニケーション」, 日本看護学教育学会 第31回学術集会 特別講演(招待), (2021年8月18日~2021年9月17日, オンライン開催, オンデマンド)

中村克樹: 「脳を育てるために大切なこと」, 聖徳学園, (2021年8月26日, オンライン開催).

中村克樹: 「(脳の発達に大切なこと) 学童期以降を中心に」, くもん教育研究会, 奈良事務局, (2021年11月24日, 奈良市).

## 広報業績

中村克樹: 「かわいい小さなサルが、人類の福音に——その老化研究が広げる、ヒトの健康長寿の未来」国立大学附置研究所・センター会議, インタビュー企画「未踏の領野に挑む、知の開拓者たち」vol.94, (2021年8月4日掲載).

中村克樹: NHK 教育テレビジョン『サビ抜きで。』第四弾「涙抜きの結婚式」, 2021年7月23日.

### 3.1.8 神経科学研究部門 統合脳システム分野

#### <研究概要>

#### 発達障害に関わる神経生物学的機構の霊長類的基盤の解明

高田昌彦, 大石高生, 井上謙一, 野々村聡

5つの研究項目に関する進捗は以下のとおりである。

<研究項目1>神経路選択的な光遺伝学的/化学遺伝学的活動操作を同時適用できる新規介入手法の開発:新たに開発したキャプシド改変によるモザイクアデノ随伴ウイルスベクター(AAV2.1)にオプシン遺伝子、DREADDレセプター分子をそれぞれ搭載した高性能ウイルスベクターの作製を完了し、それらを用いた共同研究を精力的に展開するとともに、今後の波及的な研究発展を考慮して、ニューロン種選択的活動制御による特定の神経回路への介入・操作を実現するため、霊長類脳においてニューロン種特異的プロモータを搭載した新規ウイルスベクターの開発を推進し、ドーパミン細胞や小脳プルキンエ細胞選択的に遺伝子導入できるAAVベクターの作製にすでに成功している。なお、現時点での必要性に鑑みて、同一個体において神経路選択的な光遺伝学および化学遺伝学的活動操作を併用できるウイルスベクターシステムの開発には至っていないが、いつでも着手できる状態にある。

<研究項目2>全脳的かつ全ニューロンの遺伝子導入技術の開発:キャプシド改変によるモザイクベクター(AAV9.2)を開発、改良し、当該ベクターをマカクザルやマーモセットの新生児に血管内投与し、従来のベクターに比べてニューロンへの遺伝子導入効率が全脳レベルで向上したことを確認した。特にマーモセットでは、さまざまな脳部位において高い効率で遺伝子導入できることを検証した。また、血液脳関門(BBB)が閉鎖している幼弱期や成体期における全脳的遺伝子導入を実現するため、マイクロバブルおよび経頭蓋集束超音波照射を利用したBBBの一過性開放技術による遺伝子導入システムの最適化にも着手している。

<研究項目3>神経回路操作による発達障害霊長類モデルの作出と行動・神経活動解析:AAV2.1を用いた神経路選択的活動制御による発達障害モデル作出の基盤となる、前部帯状皮質から側坐核と扁桃核への局在投射を解剖学的解析によって見出すとともに、作出したモデルの行動変容と神経活動変化を解析する研究分担者の松本、二宮がそれぞれ独自の社会的認知行動課題を開発し、すでに健常個体から予備知見を得ている。

<研究項目4>全脳的遺伝子操作による発達障害霊長類モデルの作出と行動・神経活動解析:研究分担者の橋本が網羅的ゲノム解析により同定した、発達障害に関わるリスク遺伝子POGZの*de novo*変異に基づき、研究協力者の中澤と連携して、POGZを標的とするshRNA配列を組み込んだAAV9.2の作製に成功し、現在、当該ベクターの全脳導入による発達障害モデルマーモセットの作出に着手する準備を進めている。

<研究項目5>集団行動特性解析システムの構築:マカクザルとマーモセットの両者において、集団ケージを利用した社会的行動特性解析システムの基盤的構築をおこなうとともに、日立製作所と連携し、多個体行動同時トレースシステムの構築に向けて、長期にわたる連続記録が可能な個体装着型ロガー(ビジネス顕微鏡)を共同開発した。

#### 新規ウイルスベクターシステムを用いた霊長類脳への遺伝子導入技術に関する研究開発

高田昌彦, 井上謙一, 兼子峰明

3つの研究開発項目に関する進捗は以下のとおりである。

<研究開発項目1>長期発現型狂犬病ウイルスベクターを利用した神経回路選択的活動制御法の確立:特定の神経回路をターゲットにした逆行性遺伝子導入ツールとして、極めて優れた逆行性感染能を有するCVS株由来の狂犬病ウイルス(RV)を改変し、細胞毒性を低下させた感染伝播能欠損型RVベクターの開発を進めた。目的遺伝子の発現強度を向上させるとともに、ウイルス由来遺伝子の発現量を低下させたG遺伝子欠損型RVベクターの開発をおこなった結果、3種類の候補ベクターのうち少なくとも1種類で従来のRVベクターに比べて細胞毒性の低減が確認されたが、感染ニューロンそのものは1カ月程度しか生存しなかったため、ベクターの細胞毒性(増殖能)を更に低減させる必要があることが示された。現在、ウイルス由来遺伝子の発現減弱を試みた改変ベクターを構築、回収し、当該ベクターをラットおよびマーモセット脳に注入することにより*in vivo*における検証を進めている。

<研究開発項目2>改変順行性感染型ウイルスベクターを利用した神経回路選択的活動制御法の確立:開発したキャプシド改変型アデノ随伴ウイルスベクター(AAV2.1)に関する研究成果をまとめた原著論文を投稿中である。また、当該ベクターを霊長類の脳科学研究者に提供し、すでに多数の研究成果を上げて

いる。加えて、Tet-Off システムなどにより発現量を増強した AAV2.1 ベクター（異なる蛍光色素を発現）を用いて、サルの前部帯状回における 3 つの領域を対象にした順行性多重トレーシングを同一個体で実施し、当該ベクターの霊長類脳における高感度マルチカラー順行性トレーサーとしての有用性を示すとともに、単一ニューロントレーシング技術の開発に向けた研究計画を開始した。

＜研究開発項目 3＞改変アデノ随伴ウイルスベクターを利用した全脳的遺伝子導入技術の開発：ニューロンへの遺伝子導入効率が大幅に向上したキャプシド改変型アデノ随伴ウイルスベクター（AAV9.2B）の開発に成功し、CMV および synapsin プロモータ下に GFP 遺伝子を挿入したベクターをマーマセット新生児に静脈内投与することにより、広範なニューロンへの遺伝子導入を実現できることを確認した。更に、小脳プルキンエ細胞に特異的に発現する L7 プロモータを搭載したベクターを用いて、プルキンエ細胞選択的な遺伝子導入にも成功した。現在、これらの研究成果をまとめた原著論文の発表に向けて論文原稿の作成・投稿作業を鋭意進めている。また、マイクロバブルと経頭蓋集束超音波照射を用いた BBB の一過性開放技術により、マーマセット成体において AAV9.2B ベクターを介した遺伝子導入が促進することを検証した。

### 光操作技術による基底核ドーパミン回路の機能局在解明と機能再建

高田昌彦, 井上謙一, 網田英敏

蛍光ドーパミンセンサー（dLight）をマカクザルの線条体・側坐核の広い領域に発現させることにより、ファイバーフォトメトリー法を用いて線条体・側坐核に入力するドーパミンシグナルを計測するシステムを構築した。マカクザルの線条体・側坐核への dLight を発現するアデノ随伴ウイルスベクターを注入し、ファイバーフォトメトリー法による脳内ドーパミン動態の計測を実施した。ドーパミンシグナルが適切に計測できていることを確認するため、ドーパミン入力の起始核である黒質・腹側被蓋野を刺激した際のドーパミンシグナルと古典的条件づけをおこなった際のドーパミンシグナルの両者を計測中である。

### 自然発症の難病と考えられるニホンザルに関する研究

大石高生, 高田昌彦, 香田啓貴（高次脳機能）、今井啓雄（ゲノム進化）、今村公紀（ゲノム進化）、釜中慶朗（NBRP）、森本真弓（技術部）、兼子明久（技術部）、宮部貴子（人類進化モデル研究センター）、橋本直子（技術部）、平崎鋭矢（進化形態）、木下こづえ（野生動物研究センター）、郷康弘（自然科学研究機構）、伊藤孝司（徳島大）、北川裕之（神戸薬科大）

若桜群由来のムコ多糖症 I 型自然発症サル 1 頭に糖鎖の異なる組換えカイコ由来ヒト IDUA を、休業期間を置きながら順次投与して、効果を検討した。血漿中のグリコサミノグリカンの減少、尿中グリコサミノグリカンの排泄減少、肥厚した皮膚の柔軟化、歯肉増生の抑制、運動機能の改善が見られた。若桜群のサルのライソゾーム酵素数種について活性測定を行い、酵素活性の高い個体、低い個体を選抜して次世代シーケンシングを実施した。

### 手続き学習に関わる霊長類大脳皮質－大脳基底核ループ回路の構造と機能の解明

井上謙一

前年度までに開発を行なった感染伝播速度を低下型・高発現型 RV ベクターと、Tet-Off 法を利用した超高発現型 AAV ベクターを利用して、逆行性越シナプスのトレーシングと、軸索トレーシングの同時適用による入出力同時トレーシングに成功した。現在、大脳皮質・大脳基底核ループの構築様式の解析に適用するとともに、ラベル検出感度の増強を図っている。逆行性ラベルを半自動的に解析する手法の構築に関しては、AI を利用して、少ない教師データで全脳のラベルを高精度で推定するアルゴリズムの精度向上に成功した。また、上記 RV ベクターをベースとして細胞毒性低減型の伝播能欠損 RV ベクターを開発することに成功した。

### 報酬連合学習にかかわる大脳基底核のドーパミン情報表現

網田英敏

報酬予測誤差やサリエンシーを伝達するドーパミン信号がマカクザル線条体のどの領域に入力しているかを調べるため、線条体に AAV ベクターを局所注入し、蛍光ドーパミンセンサー（dLight）を発現させた。ファイバーフォトメトリー法を用いて線条体から蛍光信号を計測したところ、図形-報酬連合課題遂行中において、図形に対して強い応答を示す領域と報酬に対して強い応答を示す領域とを見出した。この結果は、中脳黒質において報酬予測誤差とサリエンシーに応答するドーパミン細胞があるとする先行研究の結

果と一致する。さらに、これらの線条体領域から神経活動記録をおこなったところ、線条体の神経活動とドーパミン信号との間に類似性を見出した。このことは、連合学習における複数のドーパミン-線条体ネットワークの存在を示唆する。

### 全半球皮質脳波計測による視覚入力から眼球運動にいたる大脳情報ダイナミクスの解明

兼子峰明

視覚系は機能的に異なる腹側と背側の視覚経路から構成されていることが知られている。しかし、自然な視覚行動において、これらの経路がどのような時空間ダイナミクスで機能するのかは未解明である。そこで本研究では、マーモセット大脳皮質の外側面全体をカバーする 96 チャンネル皮質脳波記録を用いて、能動的視覚における脳神経ダイナミクスを記録した。その結果、サッカーボールに伴って背側視覚系が一次視覚野より先に活性化され、その後、腹側視覚系に抑制信号と興奮信号が順に伝達されていくことを見出した。また、この信号伝達が完了して全脳の活動がバックグラウンドレベルに戻るのはいおよそ 220ms ほどで、これはサッカーボールの平均的な間隔と一致していることを見出した。その一方で、個別のサッカーボールは先の信号伝搬のどの時点でも起こりうるということが確認され、運動指令の並列計算が行われていることが示唆された。以上の結果から自然な視覚行動における腹側系と背側系の時空間ダイナミクスが明らかとなった。また、自然な視覚行動が視覚系全体の情報ダイナミクスといかに相互に効率化された関係にあるかが示された。

### 運動発現の制御と目標指向行動に関わる大脳基底核・直接路および間接路の神経基盤研究

野々村聡

本研究の目的は、運動発現の制御と目標指向行動に関わる線条体内の小区分（背外側・背内側・腹側）における直接路および間接路の神経活動特性を明らかにすることである。今年度は、前年度に光遺伝学的手法を用いて同定と記録を行なった頭部固定下で課題遂行中のラット背外側(DLS)・背内側線条体(DMS)の直接路・間接路の神経活動データの解析を行った。その結果、運動発現の制御に関わる時期の神経活動は、小区分や神経路において大きな差がないことが明らかになった。一方で、報酬が得られる時期においては、DMS 領域が顕著な活動を示し、直接路・間接路で拮抗的な活動特性を示していた。これらの結果は、従来、拮抗的な活動特性を持つとされていた直接路と間接路の神経活動は、より精密に条件や領域を分けることで、従来仮説だけでは説明のできない特性があることを示唆していた。この成果は、現在、論文投稿準備中である。

#### <研究業績>

##### 原著論文

- Yamanaka H, Takata Y, Nakagawa H, Isosaka-Yamanaka T, Yamashita T, Takada M (2021) An enhanced therapeutic effect of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with antibody treatment in a primate model of spinal cord injury. *PLoS ONE* 16:e0252023.
- #Oyama K, Hori Y, Nagai Y, Miyakawa N, Mimura K, Hirabayashi T, Inoue K, Suhara T, Takada M, Higuchi M, Minamimoto T (2021) Chemogenetic dissection of the primate prefronto-subcortical pathways for working memory and decision-making. *Sci Adv* 7:eabg4246.
- Otsuka Y, Tsuge H, Uezono S, Tanabe S, Fujiwara M, Miwa M, Kato S, Nakamura K, Kobayashi K, Inoue K, Takada M (2021) Retrograde transgene expression via neuron-specific lentiviral vector depends on both species and input projections. *Viruses* 13:1387.
- #Chiken S, Takada M, Nambu A (2021) Altered dynamic information flow through the cortico-basal ganglia pathways mediates Parkinson's disease symptoms. *Cereb Cortex* 31:5363-5380.
- #Kudo M, Sidikejiang W, Fujiwara M, Saito Y, Kubota S, Inoue K, Takada M, Seki K (2021) Specific gene expression in myelinated dorsal root ganglion neurons in nonhuman primates by intra-nerve injection of adeno-associated virus 6 vector. *Molecular Therapy - Methods & Clinical Development* 23:11-22.
- Oguchi M, Jiasen J, Yoshioka TW, Tanaka YR, Inoue K, Takada M, Kikusui T, Nomoto K, Sakagami M (2021) Microendoscopic calcium imaging of the primary visual cortex of behaving macaques. *Sci Rep* 11:17021.
- #Hori Y, Mimura K, Nagai Y, Fujimoto A, Oyama K, Kikuchi E, Inoue K, Takada M, Suhara T, Richmond BJ, Minamimoto T (2021) Single caudate neurons encode temporally discounted value for formulating

- motivation for action. *eLife* 10:e61248.
- #Mimura K, Nagai Y, Inoue K, Matsumoto J, Hori Y, Sato C, Kimura K, Okauchi T, Hirabayashi T, Nishijo H, Yahata N, Takada M, Suhara T, Higuchi M, Minamimoto T (2021) Chemogenetic activation of nigrostriatal dopamine neurons in freely moving common marmosets. *iScience* 24:103066.
- #Hirabayashi T, Nagai Y, Hori Y, Inoue K, Aoki I, Takada M, Suhara T, Higuchi M, Minamimoto T (2021) Chemogenetic sensory fMRI reveals behaviorally-relevant bidirectional changes in primate somatosensory network. *Neuron* 109:3312-3322.
- #Ohara S<sup>#</sup>, Yoshino R<sup>#</sup>, Kimura K, Kawamura T, Tanabe S, Zheng A, Nakamura S, Inoue K, Takada M, Tsutsui K, Witter MP. (2021) Laminar organization of the entorhinal cortex in macaque monkeys based on cell-type-specific markers and connectivity. *Front Neural Circuits*, 15:790116.
- Kaneko T, Komatsu M, Yamamori T, Ichinohe N, Okano H. (2022) Cortical neural dynamics unveil the rhythm of natural visual behavior in marmosets. *Communications Biology* 5:108.
- #Ogata K, Kadono F, Hirai Y, Kawamura T, Inoue K, Takada M, Karube F, Fujiyama F (2022) Conservation of the direct and indirect pathways dichotomy in mouse caudal striatum with uneven distribution of dopamine receptor D1- and D2-expressing neurons. *Front NeuroAnat*, 16:809446.
- #Niu M, Kasai A, Tanuma M, Seiriki K, Igarashi H, Kuwaki T, Nagayasu K, Miyaji K, Ueno H, Tanabe W, Seo K, Yokoyama R, Ohkubo J, Ago Y, Hayashida M, Inoue K, Takada M, Yamaguchi S, Nakazawa T, Kaneko S, Okuno H, Yamanaka A, Hashimoto H (2022) Claustrum mediates bidirectional and reversible control of stress-induced anxiety responses. *Sci Adv*, in press.
- #Oyama K, Hori Y, Nagai Y, Miyakawa N, Mimura K, Hirabayashi T, Inoue K, Takada M, Higuchi M, Minamimoto T (2022) Chronic behavioral manipulation via orally delivered chemogenetic actuator in macaques. *J Neurosci*, in press.
- #Suzuki M, Inoue K, Nakagawa H, Ishida H, Kobayashi K, Isa T, Takada M, Nishimura Y (2022) A multisynaptic pathway from the ventral midbrain toward spinal motoneurons in monkeys. *J Physiol*, in press.
- #Inagaki M, Inoue K, Tanabe S, Kimura K, Takada M, Fujita I (2022) Rapid processing of threatening faces in the amygdala of non-human primates: subcortical inputs and dual roles. *Cereb Cortex*, in press.
- Miyajima K, Sudo Y, Sanechika S, Hara Y, Horiguchi M, Xu F, Suzuki M, Hara S, Tanda K, Inoue K, Takada M, Yoshioka N, Takebayashi H, Mori-Kojima M, Sugimoto M, Sumi-Ichinose C, Kondo K, Takao K, Miyakawa T, Ichinose H (2022) Perturbation of monoamine metabolism and enhanced fear responses in mice defective in the regeneration of tetrahydrobiopterin. *J Neurochem*, in press.

## 学会発表

- Labuguen R, Matsumoto J, Negrete SB, Nishimaru H, Nishijo H, Takada M, Go Y, Inoue KI, Shibata T. MacaquePose: A Novel "In the Wild" Macaque Monkey Pose Dataset for Markerless Motion Capture. *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) 2021, CV4Animals: Computer Vision for Animal Behavior Tracking and Modeling (2021/6/25)* (オンラインによる開催)
- #禰占 雅史, 俣 夢曦, 川合 隆嗣, 山田 洋, 井上 謙一, 高田 昌彦, 松本 正幸. 経済学的意思決定に関わるサル報酬系神経活動ダイナミクス. 第 44 回日本神経科学大会 (2021/7/28) 神戸コンベンションセンター、兵庫県神戸市
- 井上 謙一, 木村 慧, 吉田 哲, 田辺 創思, 藤原 真紀, 上野 瑠惟, 高田 裕生, 兼子 峰明, 篠本 有里, 中野 真由子, 田中 江美子, 角谷 絵里, 岡野 栄之, 高田 昌彦. 改変 AAV ベクターを用いた非ヒト霊長類新生仔への全脳的遺伝子導入. 第 44 回日本神経科学大会 (2021/7/29) 神戸コンベンションセンター、兵庫県神戸市 (オンラインによる発表)
- 野々村 聡, Alain Rios, 加藤 成樹, 酒井 裕, 南部 篤, 高田 昌彦, 小林 和人, 磯村 宜和, 木村 實. 背外側線条体・間接路細胞による予測的行動選択信号. 第 44 回日本神経科学大会 (2021/7/29) 神戸コンベンションセンター、兵庫県神戸市 (オンラインによる発表)
- Andi Zheng, 木村 慧, 永井 佑茉, 藤原 真紀, 中野 真由子, 永安 一樹, 井上 謙一, 高田 昌彦. 霊長類線条体へのパルブアルブミン陽性ニューロン選択的遺伝子導入. 第 44 回日本神経科学大会 (2021/7/29) 神戸コンベンションセンター、兵庫県神戸市
- オ ジョンミン, 雨森 智子, 井上 謙一, 木村 慧, 高田 昌彦, 雨森 賢一. 化学遺伝学的手法を用いた霊長類側坐核の活動低下は接近回避葛藤タスク開始時の意欲を低下させる. 第 44 回日本神経科学大会



- (2021/7/29) 神戸コンベンションセンター、兵庫県神戸市
- #吉野 倫太郎, 川村 太一, 中村 晋也, 木村 慧, 田辺 創思, Andi Zheng, 井上 謙一, 高田 昌彦, Menno Witter, 筒井 健一郎, 大原 慎也. 細胞種特異的分子マーカーと神経トレーサーを用いたマカクザル嗅内皮質の構造解析. 第44回日本神経科学大会 (2021/7/30) 神戸コンベンションセンター、兵庫県神戸市
- #松本 惇平, ラブグエン ローリン, 兼子 峰明, ブランコ サルバートル, ジア グオ, 西丸 広史, 西条 寿夫, 高田 昌彦, 郷 康広, 井上 謙一, 柴田 智広. 精神神経疾患の霊長類モデル確立に向けたマカクザルのマーカーレスモーションキャプチャー用大規模教師データセットの作成とその応用. 第44回日本神経科学大会 (2021/7/30) 神戸コンベンションセンター、兵庫県神戸市
- 池田 琢朗, 川崎 章弘, 武田 千穂, 合瀬 恭幸, Autio Joonas, 高田 昌彦, Glasser Matthew, Van Essen David, 林 拓也. MRIによるヨザル大脳皮質構造の表面解析. 第44回日本神経科学大会 (2021/7/30) 神戸コンベンションセンター、兵庫県神戸市
- 網田 英敏, 高安 環, ヤン ガオゲ, 彦坂 興秀, 高田 昌彦. スキル習得にかかわる黒質外側部ペリニューロナルネットの機能. 第44回日本神経科学大会 (2021/7/30) 神戸コンベンションセンター、兵庫県神戸市
- 小口 峰樹, 蔣 嘉森, 吉岡 敏秀, 田中 康裕, 井上 謙一, 高田 昌彦, 菊水 健史, 野元 謙作, 坂上 雅道. 課題遂行中のサル第一次視覚野からの微小内視鏡カルシウムイメージング. 第44回日本神経科学大会 (2021/7/31) 神戸コンベンションセンター、兵庫県神戸市 (オンラインによる開催)
- #宮川 尚久, 永井 裕司, 川寄 圭祐, 堀 由紀子, 小山 佳, 折原 あすみ, 松尾 健, 鈴木 隆文, 井上 謙一, 高田 昌彦, 須原 哲也, 樋口 真人, 南本 敬史. 化学遺伝学によるてんかん制御～薬剤モデルマカクザル研究. 第44回日本神経科学大会 (2021/7/31) 神戸コンベンションセンター、兵庫県神戸市 (オンラインによる開催)
- #石田裕昭, 井上謙一, 木村 慧, 高田昌彦. 内側前頭極は記憶と社会的な視覚・聴覚情報を統合する. 日本心理学会 (2021/9/1-8) (オンラインによる開催)
- 篠田知果, 西岡宗一郎, 小林功, 炭谷-笠嶋めぐみ, 立松謙一郎, 飯塚哲也, 松崎祐二, 飯野健太, 木下崇司, 三谷藍, 大石高生, 兼子明久, 今村公紀, 宮部貴子, 北川裕之, 灘中里美, 瀬筒秀樹, 伊藤孝司. ムコ多糖症I型ニホンザルへの遺伝子組換えカイコ由来ヒトリソソーム酵素の補充効果. 第94回日本生化学会大会 (2021/11/3-5) (オンラインによる開催)
- Louie Ueno. Use of an infrared-monitored staircase device in analyzing symptom progression of preformed fibril- and virus vector-induced alpha-synuclein overexpression in the common marmoset. Neuroscience 2021 (2021/11/11) (オンラインによる開催)
- Oh J, Amemori S, Inoue K, Kimura K, Takada M, Amemori K. Pathway-selective silencing of ventral striatum neurons projecting to the ventral pallidum elevates motivational states under approach-avoidance conflict in nonhuman primates. Neuroscience 2021 (2021/11/11) (オンラインによる開催)
- 大石高生, 兼子明久, 宮部貴子, 伊藤孝司. 組換えカイコ繭由来ヒト酵素のムコ多糖症I型ニホンザル個体への有効性・安全性評価. 日本薬学会第142年会(2022/3/25-28)愛知県名古屋市 (オンラインによる開催)
- 伊藤孝司, 西岡宗一郎, 篠田知果, 竹内美絵, 佐々井優弥, 月本準, 大石高生, 灘中里実, 北川裕之, 原園景, 石井明子, 小林功, 笠嶋めぐみ, 立松謙一郎, 瀬筒秀樹. 組換えカイコと天然糖鎖資源を活用するネオグライコバイオロジクスの創製と機能評価. 日本薬学会第142年会(2022/3/25-28)愛知県名古屋市 (オンラインによる開催)

### 3.1.9 ゲノム細胞研究部門 ゲノム進化分野

#### <研究概要>

#### 霊長類の甘味・旨味受容体の機能解析

糸井川壮大、戸田安香 (明治大学)、石丸喜朗 (明治大学)、今井啓雄

様々な霊長類の旨味受容体 TAS1R1/TAS1R3 の機能解析の論文を発表すると共に、同様の高感度機能解析

系を用いてキツネザルの甘味受容体 TAS1R2/TAS1R3 の機能解析を行った。

#### 哺乳類の苦味受容体の進化解析

糸井川壮大、早川卓志、今井啓雄

TAS2R16 や関連する苦味受容体について、機能解析によりリガンド候補を探索し、哺乳類の進化過程における苦味受容体機能の多様化過程を推定した。

#### 小腸タフト細胞の解析

稲葉明彦、岩槻健（東京農業大学）、今井啓雄

小腸オルガノイドを作成して IL-13 等によって分化誘導することにより、タフト細胞を多く含む試料を調製した。この試料の RNAseq や免疫染色等により、小腸タフト細胞の機能を推定した。

#### 霊長類消化管内分泌細胞の解析

林 美紗、稲葉明彦、岩槻健（東京農業大学）、片野坂公明（中部大学）、城戸瑞穂（佐賀大学）、今井啓雄

消化管内で味覚受容体を発現している可能性のある内分泌細胞について、様々な一マーカーと共に免疫染色を行うことにより、その機能を推定した。

#### スラウエシマカク類のゲノムと毛色関連遺伝子の解析

Yan Xiaochan、寺井洋平（総合研究大学院大学）、Kanthi Arum Widayati、Bambang Suryobroto（以上ボゴール農科大学）、鈴木-橋戸南美（中部大学）、糸井川壮大、今井啓雄短期間に種分化したスラウエシマカクについて、エクソームとゲノム解析を進めた。また、毛色に関する遺伝子機能の種間差も検討した。

#### 精巣における季節性繁殖機構の検討

杉山宗太郎、今村公紀、吉村崇（名古屋大学）、今井啓雄

季節性を示すアカゲザルの生殖調節機能を解明するため、2020 年度に2ヶ月に一度精巣サンプルを採材して、様々な遺伝子の発現パターンを検討した。これらの解析に加えて、免疫組織化学的解析を実施することにより、季節繁殖におけるセルトリ細胞の寄与について示唆することができた。

#### 味覚受容体の機能と食行動の関連

沼部令奈、梅村美穂子、糸井川壮大、今井啓雄

ヒトの苦味受容体 TAS2R43, TAS2R46 の遺伝子多型とコーヒーの苦味感知能力との関連を、培養細胞や味覚試験を用いて検討した。

#### 霊長類 iPS 細胞を用いた初期神経発生動態の解析

仲井理沙子、今村公紀ヒト iPS 細胞の初期神経発生動態について、RNA-seq による継時的なトランスクリプトーム解析を行った。また、ニホンザル iPS 細胞の初期神経発生過程における遺伝子発現とニューロン分化能の精査を行い、ヒト/チンパンジー/ニホンザルの発生進行の種差と相関する遺伝子発現の特徴を探索した。

#### <研究業績>

##### 原著論文

Toda Y#, Hayakawa T#, Itoigawa A, Kurihara Y, Nakagita T, Hayashi M, Ashino R, Melin AD, Ishimaru Y, \*Kawamura S, \*Imai H, \*Misaka T. (2021) Evolution of the primate glutamate taste sensor from a nucleotide sensor. *Current Biology* 31, 1–9.

\* Ito T, Hayakawa T, Suzuki-Hashido N, Hamada Y, Kurihara Y, Hanya G., A. Kaneko, T. Natsume, S. Aisu, T. Honda, S. Yachimori, T. Anezaki, T. Omi, S. Hayama, M. Tanaka, H. Wakamori, H. Imai, Y. Kawamoto. (2021) Phylogeographic history of Japanese macaques. *Journal of Biogeography* 48, 1420-1431.

Inaba A, Arinaga A, Tanaka K, Endo T, Hayatsu N, Okazaki Y, Yamane T, Oishi Y, \*Imai H, \*Iwatsuki K. (2021) Interleukin-4 Promotes Tuft Cell Differentiation and Acetylcholine Production in Intestinal Organoids of Non-Human Primate. *Int. J. Mol. Sci.* 22, 7921

Tabata E, Itoigawa A, Koinuma T, Tayama H, Kashimura A, Sakaguchi M, Matoska V, Bauer PO, \*Oyama F. Non-Insect-Based Diet Leads to Structural and Functional Changes of Acidic Chitinase in Carnivora. *Molecular Biology and Evolution* 2021 msab331.

## 学会発表

- Itoigawa A, Fierro F, Chaney ME, Lauterbur ME, Hayakawa T, Tosi AJ, Niv MY, Imai H. Low sensitivity of bitter taste receptor TAS2R16 to  $\beta$ -glucosides may contribute to feeding on cyanogenic bamboo in bamboo lemurs. *Joint Meeting of the International Primatological Society and the Latin American Society of Primatology (IPS-SLAPrim 2022)*, Quito-Ecuador, Online (Poster, peer-reviewed) 2022/1/9-15
- Itoigawa A, Hayakawa T, Zhou Y, Manning AD, Zhang G, Grutzner F, Imai H. Response profiles of bitter taste receptors in egg-laying mammals provide insight into foraging behavior and functional evolution of the receptors in mammals. *The 2nd AsiaEvo Conference*, Tokyo-Japan, Online (Poster) 2021/8/16-19
- Rena Numabe, Akihiro Itoigawa, Hiroo Imai. Difference in the sensitivity to bitter compounds in coffee based on TAS2R gene polymorphism (ポスター・査読なし) The 16th International Symposium on Primatology & Wildlife Science, online 2021/9/29-30
- Numabe R, Itoigawa A, Imai H. Difference in the sensitivity to bitter compounds in coffee based on TAS2R gene polymorphism (口頭) The 17th International Symposium on Primatology & Wildlife Science, ハイブリッド 2022/3/7-8
- Sakamoto S, Matsushita Y, Itoigawa A, Fujitani T, Takakura K, Zhou Y, Zhang G, Grutzner F, Kawamura S, Hayakawa T. Genetics, behavior, and evolution of the visual adaptation in egg-laying mammals. *The 17th International Symposium on Primatology and Wildlife Science*, Kyoto-Japan, Hybrid (Poster) 2022/3/7-8
- 稲葉明彦, 有永理峰, 田中啓介, 遠藤高帆, 早津徳人, 岡崎康司, 岩槻健, 今井啓雄. 非ヒト霊長類モデルを用いた腸管 Tuft 細胞の分子発現解析 (ポスター・査読なし) 第 44 回日本分子生物学会, 横浜 (2021/12/2)
- 今井啓雄, 伯川美穂, 林 美紗, 糸井川壮大, Leonardo Melo, Valdir da Silva, Maria Aderia. マーモセットの gum 食における CaSR の役割第 11 回日本マーモセット研究会大会 オンライン 2022/2/1
- 今村公紀. ヒト老化表現型/関連疾患のモデルとしての希少疾患ニホンザル家系とその iPS 細胞. 超異分野学会東京大会 2022, TOC 五反田メッセ 2022/3/4-5
- 今村公紀. 霊長類幹細胞研究の総括. 第 21 回日本再生医療学会総会, オンライン 2022/3/17
- 沼部令奈, 糸井川壮大, 今井啓雄. TAS2R の遺伝子多型によるコーヒーに含まれる苦味物質への応答性の差異 (ポスター・査読なし) 日本味と匂学会第 55 回大会, オンライン 2021/9/22-24

## 総説

- 沼部令奈, 今井啓雄 (2021) 味覚の個人差と味覚受容体の遺伝子進化. 「アグリバイオ 味覚・食嗜好性研究の最前線」(北隆館) p. 23-27

## 出版

- 今井啓雄, 糸井川壮大. 味覚にかかわる遺伝子 「ヒトゲノム事典」(一色出版) p. 263-264 分担執筆

## 報道

- NHK BS プレミアム 「ヒューマニエンス」6/10 (木) 舌

### 3.1.10 ゲノム細胞研究部門 細胞生理分野

#### <研究概要>

#### ヨザル(夜猿)の夜行性適応に伴って進行したセントロメア構造の変化

古賀章彦(東京工業大学、総合研究大学院大学との共同研究)

ヒト、ゴリラ、ニホンザル、リスザル、マーモセットなどが含まれる真猿類は昼行性であるが、その中で例外的にヨザルのみ、夜行性の行動様式を示す。過去に昼行性から夜行性に移行したものである。移行に伴い、視細胞の核に微小レンズを獲得した。その微小レンズを構成するヘテロクロマチンの DNA 成分は、本来はセントロメア DNA であったものを流用している。そして現在は、新しく生じた別の DNA が、セントロメア DNA の役を果たしている。すなわち、微小レンズの獲得と連動して、セントロメア DNA の

置き換わりが進行した。この置き換わりが起こった時期を、新旧のそれぞれにみられる塩基配列変異の量を測定することで、推定した。マーモセットはヨザルに系統的に近く、昼行性である。これを比較の対象とした。両者の系統が分岐した後ヨザルの系統で、換わりが急速に進行したという結果が、得られた。この結果を論文として発表した。

### 個体外からの感染または細胞内での転移を最近起こした内在性レトロウイルスの探索

古賀章彦（高知県立のいち動物公園との共同研究）

レトロウイルスでは、逆転写で作られる DNA がホストの染色体に入り込む反応が、増殖サイクルの一部となっている。これが生殖系列の細胞で起こると、入り込んだ DNA は、内在性レトロウイルスとして後の世代へ受け継がれる。一般に哺乳類は、膨大な数の内在性レトロウイルスを、ゲノムの一部としてもつ。ただし、内在化はほとんどが遠い過去（100 万年単位）に起こったもので、コピーの大部分は現在までに崩壊し、感染や転移を起こす能力を失っている。

現在でもこの能力を失っていない内在性レトロウイルスを同定するための戦略を立てて、それを適用しての探索を、従来より行っていた。アルビノ変異体の色素関連遺伝子に挿入となっているコピーを見つけるという戦略である。アルビノ表現型の原因となる変異遺伝子は、自然では長く存続しないため、見つかった場合は、その挿入は最近起こったことになる。

これまでにカニクイザル、マントヒヒ、タヌキで試みたが、同定には至らなかった、今年度はワラビー（小型のカンガルー）を対象に、探索を行った。その結果、チロシナーゼ遺伝子（黒色素メラニン合成に必須）に挿入となっているコピーが見つかった。内部構造などから、内在性レトロウイルスであることが確認できた。この結果を論文として発表した。

### 崩壊の初期にある DNA トランスポゾンの探索

古賀章彦（名古屋大学との共同研究）

DNA トランスポズンは、新しい生物種に進入してゲノムで拡散しても、いずれは崩壊する運命にあると、理論的には予測されている。しかしこの過程の進行は長期間（10 万年単位）に渡るため、崩壊していない、あるいは崩壊が始まったばかり DNA トランスポズンに遭遇する可能性は、きわめて小さい（分子生物学の研究対象となって 100 年にも満たない）。そのような時期にある DNA トランスポズンを実際に検出できれば、理論的での予測に裏付けを与えることになる。これを目的に、メダカの DNA トランスポズンである Tol2 因子の構造変異を調べた。このトランスポズンも、アルビノ表現型の原因として自身で同定したものであり、最近の拡散が期待できるからである。

ゲノム塩基配列データベースから、崩壊が始まったばかりと考えられるコピーを選び出し、候補とした。このコピーのみ唯一、内部の遺伝子にアミノ酸が換わる変異をもっていたためである。候補の遺伝子をヒト培養細胞で発現させて、転移を誘発する能力を測定した。その結果、転移誘発しない（あるいは強く抑制されている）ことが判明した。Tol2 因子が崩壊の初期過程にあることの確認となった。この結果を論文として発表した。

### サルマラリアの疫学に関する研究

岡本宗裕・桂有加子

サルマラリアは、東南アジアのマカク類を中心に 30 種ほどが報告されており、そのうち 10 種ほどがヒトへも感染するとされているが、野生マカク類のサルマラリアに関する情報は極めて限られている。本研究は、タイの野生由来マカク類に寄生しているサルマラリア原虫を網羅的に調べる感染状況を把握するとともに、それらを分離・凍結保存すること、各サルマラリア原虫の媒介蚊の種を特定すること、宿主特異性を規定する宿主側の遺伝的要因を特定する。2021 年度は、新型コロナウイルス流行のため、タイ国立霊長類センターを訪問することができなかった。そこで、2020 年度と同様に、共同研究者が保管していた各種マラリアの DNA を用い、ナノポアシーケンシングによるマラリア同定法を検討した。

### サルマラリアの感染モデルに関する研究

岡本宗裕

三日熱マラリアは、肝臓に侵入したスポロゾイトの一部が休眠体を形成するため、最も対策の困難なマラリアと言われている。肝内休眠体に対して唯一有効な薬剤はプリマキンだが、副作用が非常に強いこと、投与禁忌の患者がいること、将来薬剤耐性生じる可能性があることから、早急な対応が望まれている。し

しかし、三日熱マラリア原虫はヒトにしか感染しないことから、休眠体に関する生物学的基盤情報は不足している。サルマラリア原虫 (*Plasmodium cynomolgi* : 以下 Pcy) は、三日熱マラリア原虫と極めて近縁であり、休眠体を形成するなどその生物学的特性も酷似している。しかし、サルの使用が困難なこと、蚊を用いた感染系が必要なこと、肝内の虫体を検出する方法が確立されていないことからなかなか研究が進展してこなかった。我々の研究グループは、2020 年度に、Pcy に GFP とルシフェラーゼの遺伝子を組み込んだ可視化 Pcy を作成した。2021 年度は、この可視化 Pcy をアカゲザルに感染させて、肝内休眠体の検出を試みた。

### 哺乳類の線虫類に関する研究

岡本宗裕

2019 年度に、第 3 放飼場中国群のアカゲザル全頭にイベルメクチン、ミルベマイシン、アルベンダゾール、メベンダゾールの 4 剤の同時投与し、鞭虫を完全に駆虫した。2021 年度は、飼育管理の都合で個別ケージに収容された個体を用いて、この駆虫法の有効性を検討した。

### 霊長類の繁殖工学に関する研究

岡本宗裕

北海道大学の柳川助教のグループならびに広島大学の信清助教・外丸教授とのグループと共に、ニホンザルの繁殖工学に関する共同利用・共同研究を実施している。2021 年度は、電気刺激により精子を採取して、凍結保存法を検討した。また、体外受精に用いる精子を採取する個体を定めるため、精巣上体より精子を採取し、精子の活性を調べた。新型コロナウイルスの流行のため、広大グループは来所することができず、授精卵移植の実験は実施できなかった。

### 性染色体進化に関する研究

桂有加子

性染色体進化における XY 染色体から ZW 染色体への変化について調べるために、同一種内に XY と ZW 染色体をもつツチガエルに着目し、研究を展開している。前年度発表したツチガエルのゲノムシーケンスにアノテーションを実施した。また、2 集団の精巣と卵巣、筋肉での遺伝子発現を調べ、性染色体の候補配列を同定した。本研究は、東京工業大学の梶谷助教・伊藤教授と遺伝学研究所の豊田教授らとの共同研究で実施している。

また、霊長類の性染色体上の遺伝子について分子進化的解析を行い、種特異的な X 染色体と Y 染色体の遺伝子変換について調べた。

### 東アジアで流行するピロリ菌に関する研究

桂有加子

法政大学の小林教授らの研究グループとの共同研究で東アジア人が保有するピロリ菌のゲノムシーケンスを用いた進化遺伝学研究を行っている。私は、ピロリ菌の東アジア集団の中で遺伝的分化の程度 (Fst) の高い遺伝子を同定し、自然選択圧を調べた。その結果、東アジアに特異的なピロリ菌の進化的な特性の一端が明らかになった。

### <研究業績>

#### 原著論文

Hayashi S, Shimizu K, Honda Y, Katsura Y, \*Koga A (2022). An endogenous retrovirus presumed to have been endogenized or relocated recently in a marsupial, the red-necked wallaby. *Genome: E pub*. doi: 10.1139/gen-2021-0047.

Nishihara H, Stanyon R, Tanabe H, \*Koga A (2021). Replacement of owl monkey centromere satellite by a newly evolved variant was a recent and rapid process. *Genes to Cells* 26 (12): 979-986. doi: 10.1111/gtc.12898.

Hayashi S, Tsukiyama T, Iida A, Kinoshita M, \*Koga A (2021). The medaka fish *Tol2* transposable element is in an early stage of decay: identification of a nonautonomous copy. *Genome: E pub*. doi: 10.1139/gen-2021-0010.

Frias L, Hasegawa H, Chua TH, Sipangkui S, Stark DJ, Salgado-Lynn M, Goossens B, Keuk K, Okamoto M, MacIntosh AJJ (2021) Parasite community structure in sympatric Bornean primates. *International Journal for Parasitology* 51, 925-933. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2021.03.003>

Yanagida T, Swastika K, Dharmawan NS, Sako Y, Wandra T, Ito A, Okamoto M (2021) Origin of the pork tapeworm *Taenia solium* in Bali and Papua, Indonesia. *Parasitology International* 83, 102285

<https://doi.org/10.1016/j.parint.2021.102285>

- Kusolsuk T, Chaisiri K, Poodeepiyasawad A, Sa-Nguankiat S, Homsuwan N, Yanagida T, Okamoto M, Watthanakuloanich D, Waikagul J, Dekumyoy P, Komalanisra C, Ito A (2021) Risk factors and prevalence of taeniasis among the Karen people of Tha Song Yang District, Tak Province, Thailand. *Parasite* 28, 53 <https://doi.org/10.1051/parasite/2021041>
- Kaneko A, Takasu M, Miyabe-Nishiwaki T, Nakamura K, Okamoto M (2021) Physiological variation in Japanese macaques (*Macaca fuscata*) housed in different outdoor cages evaluated using the metabolic profile test. *Primates* 62(4), 609-615. doi: 10.1007/s10329-021-00915-9.
- Takaesu N, Kanno C, Sugimoto K, Nagano M, Kaneko A, Indo Y, Imai H, Hirai H, Okamoto M, Sashika, Shimozuru M, Katagiri S, Tsubota T, Yanagawa Y (2022) Semen collection by urethral catheterization and electro-ejaculation with different voltages, and the effect of holding temperature and cooling rate before cryopreservation on semen quality in the Japanese macaque (*Macaca fuscata*). *Journal of Veterinary Medical Science* (in press)
- Takaesu N, Minami M, Nagano M, Kaneko A, Indo Y, Imai H, Hirai H, Sashikai M, Shimozuru M, Okamoto M, Katagiri S, Tsubota T, Yanagawa Y (2022) Ovulatory follicle size investigated by ultrasonography and single artificial insemination with ovulation induction in Japanese macaque. *Japanese Journal of Veterinary Research* (in press)
- You Y, Thorell K, He L, Yahara K, Yamaoka Y, Cha JH, Murakami K, Katsura Y, TEAMHp, Kobayashi I, Falush D, Zhang J. Genomic differentiation within East Asian *Helicobacter pylori*. *bioRxiv*. 2021. doi: 10.1101/2021.06.05.447026
- You Y, Thorell K, He L, Yahara K, Yamaoka Y, Cha JH, Murakami K, Katsura Y, TEAMHp, Kobayashi I, Falush D, Zhang J. Genomic differentiation within East Asian *Helicobacter pylori*. *Microbial genomics* 8(2). 2022. doi: 10.1099/mgen.0.000676

#### 学会発表

- 林咲良・古賀章彦 有袋類で転移活性を保持する LTR レトロトランスポゾン：自律的コピーの同定 2021 年 12 月 第 44 回日本分子生物学会年会（横浜市）
- 林咲良・桂有加子・古賀章彦 有袋類の新規 LTR レトロトランスポゾンの進化的起源 2021 年 9 月 日本遺伝学会第 93 回大会 2021 年 9 月（オンライン開催）

#### 報道

- 「相次ぎ生まれる白ワラビー、祖先は同じ？ 京大チームが遺伝子変異を特定」  
京都新聞（2022/02/08）、中日新聞（2022/02/08）、産経新聞（2022/02/02）、読売新聞（2022/03/23）等

### 3.2 附属施設

#### 3.2.1 人類進化モデル研究センター

霊長類研究所では、7 種約 1100 頭の研究用サル類を飼育している。人類進化モデル研究センターは所内の各種研究の支援やナショナルバイオリソースプロジェクト (NBRP ニホンザル) へのサルの供給のために、施設整備、各種母群の維持、飼育・繁殖、健康管理をおこなうとともに、これらのサルについての種々の研究を推進している。各々の専門性を活かし、飼育管理業務だけではなく、施設管理、データベースの構築・維持、検査業務等、多方面にわたって所内の活動を支援している。

平成 12 年度より開始した、熊本サルクチュアリおよび日本モンキーセンターの獣医師との合同カンファレンスは、さらに京都大学ウイルス・再生医科学研究所の獣医師を加え、二月に 1 度の割合で実施した。また、平成 16 年度からは日本モンキーセンター獣医師との連携を深め、一月に一度程度の割合で、手術のサポートを行った。

ニホンザル NBRP に関しては別途記載があるので、その項目を参照されたい。

人事に関しては、以下の通りである。2021 年 5 月より技術補佐員の辻薫、10 月より事務補佐員の和田晶子、11 月より事務補佐員の櫻井佐矢香、2022 年 1 月より教務補佐員の岩本由美子と技能補佐員の長谷川素子を雇用した。また、2021 年 4 月に事務補佐員の大堀美佳と技能補佐員の佐々木敬子および子川みど