

### 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）

##### 進化系統研究部門

###### 3.1.1 進化形態分野

###### <研究概要>

###### マカクの形態変異性と系統地理学

濱田穰、平崎鋭矢、伊藤毅

アカゲザルは北部ベトナムでは形態的に東グループ、そして分子系統学的に中国-東グループに属すると思われるが、中南部ベトナムの集団は、尾長から南グループ（インドシナ半島）に属すると考えられる。これらの二つ形態グループ、また分子系統グループの間になんらかの遺伝子流動を妨げる境界があるかどうかについて調査した。さらに北タイと北ミャンマーでアカゲザルに関する調査を行った。ミャンマーカニクイザル (*M. f. aurea*) は、分子系統学的に *sinica* 種群と *fascicularis* 種群の間はかなり古い時代の交雑によって分岐したとされるが、*M. f. fascicularis* と *M. f. aurea* はタイ南部のアンドマン海側で併存している。*M. f. aurea* は北方系で、タイでは Phuket・Krabi あたりが南限であろう。かつてはタイ湾側の Prachuab Khirikan や Chumpol 県あたりにも分布していたようであり、両県のカニクイザルは両亜種の特徴（例、頭顔部の毛並）を混合させてもつ。寒冷期に *M. f. aurea* が南下し、ミャンマー側から Kra 地峡あるいは Lenya 河沿いにタイ湾側に分散していたのであろうか。形態学的特徴のみならず、石器使用行動に *M. f. aurea* からの継承が認められる。亜種 *M. f. aurea* の形態学的特徴と遺伝子浸透に関して調査している。

###### 外来マカクザルとニホンザルの交雑個体の形態学的・遺伝学的研究

濱田穰、伊藤毅、若森参、川本芳（日本獣医生命科学大学）、他

遺伝マーカーを用いて交雑の進行過程を推定する手法を検討した。また、交雑の進行過程に伴った形態の変化について、とくに尾と頭蓋に着目して検討した。千葉県の外來種対策事業で捕獲されたアカゲザルとニホンザルの交雑個体の遺体を一部引き取り、博物学的資料として保存するために、骨格標本の作製を行った。

###### マカクの成長・加齢変化研究

濱田穰

ヒト (*Homo sapiens*) には幼児・コドモ・児童・思春期・成体期・老齢期という生活史区分があり、社会性や生態的発達などに合致し、身体成長の加速・減速のパターンによって画され、これがヒト化 (Hominization) を推進したとする仮説が与えられている（例、Portman, Bogin など）。実際にこのような生活史区分がヒト以外の霊長類に見られないのかについて、見解が分かれている。とりわけ思春期と老齢期がヒトに独特であるのかどうか。ヒト以外の霊長類、マカクとチンパンジーで、身体サイズ・性成熟・骨格発達と減縮によって、その年齢変化のありさまから、年齢変化のパターン変化(加減速)の実態を検討している。ニホンザル (*Macaca fuscata*) とアカゲザル (*Macaca mulatta*) における歯牙発達と損耗に関して検討した。

###### ニホンザルのロコモーションに関する実験的研究

平崎鋭矢、濱田穰、木下勇貴、鈴木樹理（人類進化モデル研究センター）、荻原直道（東京大学）

ニホンザル歩行の運動学的分析を継続中である。2019 年度には 12 歳と 10 歳の 2 個体について、段差歩行中の床反力データおよび運動学データを収集した。

###### 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。

### 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)

液浸標本を CT 撮像し、独自に開発した 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した。

### 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 (首都大学東京)

位相振動子をニホンザルの神経・筋骨格モデルに適用し、霊長類特有の四肢の運び順を自律的に生成できる四足歩行運動シミュレーションを作成した。実測データとの比較を行いつつ、シミュレーションモデルを実装したサル型ロボットの開発も継続中である。

### ニホンザルの筋線維構築に関する組織学的研究

平崎鋭矢、荻原直道 (東京大学)、大石元治 (麻布大学)

ニホンザルにおけるロコモーション時の筋の収縮特性を知るために、四肢体幹の骨格筋について筋線維構築を調べた。被験体には 2 体のニホンザル標本を用いた。

### 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。2019 年度は 2 体の標本を用いて、計測プロトコルを確立した。

### 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。2019 年度は側屈運動に注目し、ヒトと他の霊長類では骨盤と胸郭の動きが大きく異な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

CT 画像を用いた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。2019 年度は、ニホンザル標本を用いた分析を行い、体幹の回旋には下部胸椎の椎間関節が大きく関与することを明らかにした。

### 東南アジアにおけるマカク自然交雑帯の形成過程と形態進化に関する研究

伊藤毅、濱田穰、Schinda Malaivijitnond (チュラロンコーン大学)、Srichan Bunlungsup (チュラロンコーン大学)、Sreetharan Kanthaswamy (アリゾナ州立大学)、Robert Oldt (アリゾナ州立大学)、他

アカゲザルとカニクイザルの自然交雑帯に由来するサンプルを対象にゲノムワイド SNP 解析を行い、遺伝子型と表現型の地理的変遷について調査した。多くの遺伝子座において、アカゲザルタイプの対立遺伝子がカニクイザルの集団に広く浸透していた。一方で、一部の遺伝子座は、表現型の地理的変遷と同様のパターンを示し、従来観察された種間境界付近で急激に対立遺伝子頻度が変化していた。おそらく、これらの遺伝子座の近傍の遺伝子が、生殖隔離と種の形態の維持に寄与していると考えられる。

### ニホンザルの集団史と頭蓋の地理的変異に関する研究

伊藤毅

ニホンザルの 10 集団 (屋久島、幸島、高知、若桜、高浜、嵐山、滋賀、群馬、山形、下北) およびその近縁種を対象に RAD-Seq 解析を行い、系統推定を行った。ニホンザルは中国とインドのアカゲザル、タイワンザルで構成されるクレードと姉妹関係にあること、ニホンザル種内では中部地方を境界として東西の

クレードに分かれること、ヤクザルは西クレードに含まれることが明らかとなった。生態ニッチモデリングでニホンザルの最終氷期最盛期の分布を推定したところ、西日本の南岸と中国地方の一部に断続的にレフュジアが形成されていたことが示された。また、群馬県立自然史博物館から骨格標本を借用し、形態データの収集を進めた。

## <研究業績>

### 原著論文

# Buck LT, De Groote I, Hamada Y, Hassett BR, Ito T, Stock JT. (2019) Evidence of different climatic adaptation strategies in humans and non-human primates. *Scientific reports* 9: 1–12.

Ito T. (2019) Effects of different segmentation methods on geometric morphometric data collection from primate skulls. *Methods in Ecology and Evolution* 10: 1972–1984.

# Iwanaga J, Watanabe K, Kikuta S, Hirasaki E, Yamaki K, Bohm RP Jr, Dumont AS, Tubbs RS. (2020). Anatomical study of the incisivus labii superioris and inferioris muscles in non - human primates. *Anatomical Record* in press.

Kamaluddin SN, Tanaka M, Wakamori H, Nishimura T, Ito T. (2019) Phenotypic plasticity in the mandibular morphology of Japanese macaques: captive–wild comparison. *Royal Society Open Science* 6: 181382.

Nguyen VM, Dang TD, Thuong TTL, Hirasaki E, Hamada Y. (2019). Age-related changes in the cranial thickness of Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *International Journal of Morphology* 37:1142-1149.

Nishimura T, Morimoto N, Ito T. (2019) Shape variation in the facial part of the cranium in macaques and African papionins using geometric morphometrics. *Primates* 60: 401–419.

Takeuchi S, Hirasaki E (CA), Kumakura H. Muscle spindle density of lateral rotators of the thigh in Japanese macaques and a gibbon. *Cells Tissues Organs* 208: 1-12.

### 著書

平崎鋭矢. (2019). 霊長類の進化と移動. 奈良勲、高橋哲也、浅井仁、森山英樹編「移動と歩行 生命とリハビリテーションの根源となるマイクロ・マクロ的視座から」、医学書院 pp. 37-45.

### 学会発表

Aye Mi San, H. Tanaka, and Yuzuru Hamada (2020). Phylogeny and conservation of rhesus macaque (*Macaca mulatta*) in Myanmar. 7<sup>th</sup> Asian Primates Symposium (2020/2, Gawhati, India)

# 布施裕子, 時田幸之輔, 小島龍平, 平崎鋭矢 (2019) ニホンザル脊髄神経後枝の観察一分節による後枝走行形態の変化一. 第35回日本霊長類学会大会 (2019/07, 熊本) .

# 布施裕子, 時田幸之輔, 小島龍平, 相澤幸夫, 熊木克次, 影山幾男, 平崎鋭矢 (2019) 胸腰神経後枝内側枝の比較解剖学—ヒト、ニホンザル、シロネズミを用いて—. 第73回日本人類学会大会 (2019/10, 佐賀) .

# 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 (2020) 胸腰神経後枝内側枝および固有背筋内側縦束の比較解剖学. 第125回日本解剖学会・全国学術集会 (2020/03、誌上開催)

# 羽賀雄海, 長谷和徳, 吉田真, 平崎鋭矢 (2019) ニホンザル型四足歩行ロボットによる歩行シーケンスと体重心との関係の力学解析. バイオメカニズム学会 第40回バイオメカニズム学会学術講演会 (2019/11, 春日井) .

# 平崎鋭矢, William Sellers (2019) ニホンザルのロコモーション時における手掌圧分布の分析. 第73回日本人類学会大会 (2019/10, 佐賀) .

平崎鋭矢 (2019) 足の動きと形態から見た霊長類の二足歩行と四足歩行. バイオメカニズム学会 第40回バイオメカニズム学会学術講演会 (2019/11, 春日井) .

伊藤毅, 早川卓志, 橋戸南美, 田中美希子, 濱田穰, 栗原洋介, 半谷吾郎, 兼子明久, 夏目尊好, 愛洲星太郎, 本田剛章, 谷地森秀二, 姉崎智子, 新宅勇太, 近江俊徳, 羽山伸一, 今井啓雄, 若森参, 川本芳 (2019) 核ゲノムの系統から見直すニホンザルの形態変異と進化史. 日本進化学会第21回大会 (2019/8, 札幌).

伊藤毅, 木村亮介, 濱田穰, 若森参, 手塚あゆみ, 永野惇, 川本芳 (2019) ゲノムワイド SNP を利用した和歌山タイワンザル交雑個体群の集団史推定. 第35回日本霊長類学会大会 (2019/7, 熊本).

木下勇貴, 後藤遼佑, 中野良彦, 平崎鋭矢 (2019) 二足歩行時の前額面における体幹姿勢調節: ヒト、シロテテナガザル、ニホンザルの比較. 第35回日本霊長類学会大会 (2019/07, 熊本) .

Kinoshita Y, Goto R, Nakano Y, Hirasaki E (2019) Coordination of trunk motion during bipedal walking in the frontal plane: a comparison between human, white-handed gibbon and Japanese macaque, The 12th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, (2019/09, Inuyama).

- 木下勇貴, 平崎鋭矢 (2019) ニホンザル体幹回旋時の胸腰椎椎間関節角度に関する予備的報告. 第 73 回日本人類学会大会 (2019/10, 佐賀) .
- 木下勇貴 (2019) シロテテナガザルとニホンザルにおける二足歩行時の骨盤・腰部・胸郭の運動. 第 73 回日本人類学会ヒト・霊長類比較解剖学分科会シンポジウム (2019/10, 佐賀).
- 木下勇貴 (2019) 霊長類における二足歩行時の体幹運動—ヒト, シロテテナガザル, ニホンザルの比較. 第 40 回バイオメカニズム学術講演会 (2019/11, 春日井).
- # 小池魁人, 時田幸之輔, 小島龍平, 平崎鋭矢 (2019) 二頭筋短頭支配神経比較解剖学的考察. 第 35 回日本霊長類学会大会 (2019/07, 熊本) .
- # 緑川沙織, 時田幸之輔, 小島龍平, 平崎鋭矢 (2019) 数種霊長類における腹鋸筋・肩甲挙筋・菱形筋の比較解剖学. 第 35 回日本霊長類学会大会 (2019/07, 熊本) .
- # 緑川沙織, 時田幸之輔, 小島龍平, 影山幾男, 相澤幸夫, 熊木克治, 平崎鋭矢 (2019) 霊長類における背側肩帯筋の支配神経と背側斜角筋との関係. 第 73 回日本人類学会大会 (2019/10, 佐賀) .
- # 荻原直道, 平崎鋭矢 (2019) 重心位置の前方シフトがニホンザル四足歩行時の接地パターンに与える影響. 第 73 回日本人類学会大会 (2019/10, 佐賀) .
- # 櫻屋透真, 江村健児, 平崎鋭矢, 山本凜太郎, 荒川高光 (2020) 霊長類におけるヒラメ筋と足底筋の神経束分岐パターン比較. 第 125 回日本解剖学会・全国学術集会 (2020/03, 誌上開催) .
- # Sellers WI, Hirasaki E (2019) Functional classification of dynamic hand shape in primates. International Congress of Vertebrate Morphology 2019 (2019/07, Prague).
- Suchina Malaivijitnond, M.D. Gumert, K. Srikulnarth, Y. Yamazaki, A. Tan, Y. Hamada, and A. Iriki (2020) Piak Nam Yai Island: A natural Laboratory for macaque Stone Tool Use research. 7<sup>th</sup> Asian Primates Symposium (2020/2, Gawhati, India)
- Yuzuru Hamada (2019) Morphology of *Macaca fascicularis aurea*: Is it distinct? Seminar and Workshop Southern Thai Long-tailed macaques: Stone tool-use behavior, genetics, morphology and Infectious disease (2019/8, Phabng-Nga, Thailand)
- Yuzuru Hamada (2019) Variation in Head and Facial Hair Pattern in Long-tail macaque (*Macaca fascicularis*). 9<sup>th</sup> International Symposium and Asian Vertebrate Species Diversity (AVIS9). (2019/9, Hue, Vietnam)
- Yuzuru Hamada, Tsyuyoshi Watanabe, and Mitsuo Iwamoto (2019) Physical Age Change in Japanese Macaque (*Macaca fuscata*): Growth, Development, Maturation and Aging I – Dental Eruption. 第 73 回日本人類学会大会 (2019/10, 佐賀市)
- Yuzuru Hamada (2020) Plenary Lecture: Macaque Diversity and the ecological Segregation. 7<sup>th</sup> Asian Primates Symposium (2020/2, Gawhati, India)

### 3.1.2 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, 江木直子

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

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。

##### ユーラシア産大型ヒヒ族化石の研究

西村剛, 高井正成, 伊藤毅 (進化形態分野)

ルーマニア産とタジキスタン産のパラドリコピテクス属の系統学的関係の検討を行った。その基礎資料である現生ヒヒ亜族とマカク亜族の顔面頭蓋の外表形状について、幾何学的形態計測法とコンピューターグラフィック技術を用いて比較分析した。両亜族にみられる形状差異の多くは、体サイズの変異に関連することを明らかにした。さらに、体サイズの変異の影響を除くことで、一見してはわからない両系統間の形状差異を明らかにした。必ずしも現生近縁種と体サイズが同程度とは限らない化石種の所属系統推定への応用について検討した。

##### 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

Halmi Insani (大学院生), 高井正成

東南アジア島嶼域 (インドネシア, フィリピン, マレーシア) における霊長類の進化について研究している。

##### 現生霊長類の機能形態学的研究

##### サル類の音声生理に関する総合的研究

西村剛, 香田啓貴 (認知学習分野), 國枝匠 (認知学習分野)

サル類における声帯振動の機能形態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、霊長類の大分類群間での形態変異を解析した。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、ニホンザル、テナガザル、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解析した。大阪大学と共同して、生体テナガザル類での EGG 解析を行い、その声帯振動特性の解析を行った。また、ヒトの声帯振動モデルとしてよく用いられるブタの声帯振動の吹鳴実験により、その声帯と仮声帯の振動特性を明らかにし、ヒトのモデルとしては不適當であること示した。

##### 哺乳類の鼻腔の生理学的機能に関する流体工学的研究

西村剛, 兼子明久 (人類進化モデル研究センター)

鼻腔内における温度調整機能に関する数値流体力学的シミュレーションについて, マカクザルとヒヒの鼻腔内温度分布を計測し, サル類を含む哺乳類一般の機能をより正確に推定しうるモデルを開発した。

### 霊長類以外の生物を主な対象とした古生物学的研究

#### 古第三紀を中心とした哺乳類相の解析

江木直子, 高井正成

古第三紀 (6500 万年前~2400 万年前) の陸棲脊椎動物相を解析することによって, 哺乳類の進化の実態を明らかにすることを目指している。本年度は, 始新世ミャンマーのポンダウン動物相の化石について, 奇蹄類体肢骨と肉食哺乳類を中心に追加のデータ収集を行った。また, 共産するワニ目・鱗竜目爬虫類について同定のための標本整理を行った。

#### ミャンマー中部における新第三紀哺乳類相の解析

高井正成, 江木直子, 西村剛, 西岡佑一郎, 浅見真生 (大学院生)

ミャンマーの新第三紀哺乳類相とその進化史の解明を目指し, 中新世から更新世に生息していた哺乳類化石群集の古生物学的研究を行っている。本年度は, ミャンマー中部のテビンガン地域に分布する後期中新世初頭の地層から見つかった哺乳類化石相の解析を行っている。

### 霊長類以外の生物を主な対象とした機能形態学的研究

江木直子

アフリカ獣類と霊長類, カンガルーなどの限られた哺乳類に保持されていることが知られている距骨の形態形質について, 形態の差異を観察し, 系統分類における有用性と関節の可動における機能を検討した。

### <研究業績>

#### 原著論文

Insani H, Takai M (2019) Mainland versus Island adaptation: palaeobiogeography of Sunda Shelf primates revisited. In "Pleistocene Archaeology - Migration, Technology, and Adaptation" (eds. Ono R. & Pawlik A.) Intech Open.

Kamaluddin SN, Tanaka M, Wakamori H, Nishimura T, Ito T (2019). Phenotypic plasticity in the mandibular morphology of Japanese macaques: captive-wild comparison. Royal Society Open Science 6: 181382. (<https://doi.org/10.1098/rsos.181382>)

Nakatsukasa M, Morimoto N, Nishimura T (2019) Sesamoids of the pollical metacarpophalangeal joint and the evolution of hominoid hands. Anthropology Science 127: 159-164. (doi: 10.1537/ase.190908)

Nishimura T, Morimoto N, Ito T (2019). Shape variation in the facial part of the cranium in macaques and African papionins using geometric morphometrics. Primates 60: 401-419. (doi: 10.1007/s10329-019-00740-1)

Nishimura T, Kaneko A (2019) Temperature profile of the nasal cavity in Japanese macaques. Primates 60: 431-435. (doi: 10.1007/s10329-019-00741-0)

Nishioka Y, Takai M, Tsubamoto T, Egi N, Nishimura T, Kono R, Ogino S, Vidhayanon C (2019) Bovidae (Mammalia, Artiodactyla) from the Neogene Irrawaddy beds, Myanmar. Palaeontographica Abteilung A. 314: 11-68. (doi: 10.1127/pala/2019/0088)

Setiyabudi E, Kurniawan E, Insani H, Takahashi A (2019) Late Pleistocene fossil record of *Cuora amboinensis* (Testudines: Geomydidae) from the Wajak site, East Java Indonesia and its palaeozoogeographic and archaeozoological implications. Palaeontological research (under review)

Suharyogi I, Wibowo UP, Insani H, Setiyabudi E (2019) *Duboisia santeng* (Bovidae, Artiodactyla) from Bumiayu. Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY 17, h1, pp. 1-8.

#### 総説

西村剛 (2019) 恐竜の音声. 『生き物と音の辞典』(一般社団法人生物音響学会編, 朝倉書店, 東京), 254-255.

高井正成 (2020) 人類学. 『ブリタニカ国際年鑑』ブリタニカ・ジャパン. 200-202 頁.

#### 学会発表

Asami M, Zhang Y, Jin C, Takai M (2019) Does the tooth shape of macaque provide taxonomic character? 12<sup>th</sup>

- International Symposium on Primatology and Wildlife Science (2019/09/20-22, Inuyama, Aichi).
- Egi N (2019) Differences in position of the cotylar fossa on the astragalus and its function in the proximal talar joint between primates and other mammals. 12th International Congress of Vertebrate Morphology. *Journal of Morphology* 280: S144. (2019/07, Prague, Czech Republic).
- Herbst CT, Nishimura T, Garcia M, Migimatsu K, Tokuda IT (2019) Effect of ventricular folds on vocalization fundamental frequency in domestic pigs (*Sus scrofa domestica*). The 48<sup>th</sup> Annual Symposium of the Voice Foundation (2019/5/19-6/2, The Westin Philadelphia Hotel, Philadelphia, PA, USA).
- Insani H, Takai M (2019) Mainland versus island adaptation: Impacts and consequences on body size and biodiversity of primates. The 12<sup>th</sup> International Symposium on Primatology and Wildlife Science (2019/09/20-22, Inuyama, Aichi).
- 浅見真生, 高井正成, 張穎奇, 金昌柱 (2019) アジアのマカク属下顎第三大白歯における種群間変異. 第35回日本霊長類学会大会. 霊長類研究 35 Suppl. : 40 (2019/07/12-14, 熊本).
- 浅見 真生, 張 穎奇, 金 昌柱, 高井 正成 (2019) 幾何学的形態解析を用いたマカク属遊離歯化石の種群判定. 第73回日本人類学会大会 (2019/10/12-14, 佐賀).
- 江木直子, 鏑本武久, ジンマウンマウンティン, タウンタイ, 高井正成 (2019) 東南アジア中期始新世の初期食肉類化石群集とその食肉類初期系統進化における意義. 哺乳類学会大会 (2019/09, 東京)
- 川田美風, 中務真人, 西村剛, 兼子明久, 荻原直道, 山田重人, 森本直記 (2019) 霊長類における出生前後の肩幅の成長様式. 第73回日本人類学会大会 (2019/10/12-14, 佐賀).
- 西村剛, 後藤遼佑, ヘルプスト・クリスチャン, 中野良彦 (2019) テナガザルの発声メカニズムに関する実験的研究. 第35回日本霊長類学会大会 (2019/07/12-14, 熊本).
- 西村剛, 徳田功, 後藤遼佑, ヘルプスト・クリスチャン, 中野良彦 (2019) テナガザルの発声メカニズムに関する機能形態学的研究. 第73回日本人類学会大会 (2019/10/12-14, 佐賀).
- 西岡佑一郎 (2019) ニルガイ族 (ウシ科) の化石記録と進化史. 日本哺乳類学会 2019 年度大会 (2019/09, 東京).
- 齋藤慈子, 小平理恵子, 吉田早佑梨, 西村剛 (2019) ニホンザルにおける吸啜窩の存在の検討. 第35回日本霊長類学会大会 (2019/07/12-14, 熊本).
- 高井正成, タウンタイ, ジンマウンマウンティン, 楠橋直, 河野礼子, 浅見真生, 江木直子 (2019) ミャンマー中部テビンガン地域の後期中新世初頭の化石ホミノイド相について. 第35回霊長類学会大会. 霊長類研究 35 Suppl. : 44 (2019/07/12-14, 熊本).
- 平山廉, 藪田哲平, 高井正成, タウンタイ, ジンマウンマウンティン (2020) ミャンマーの新第三系より新たに発見された曲頸類. 第169回日本古生物学会例会 (2020/02/7-9, 東京).

## 社会生態研究部門

### 3.1.3 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、ウガンダのクロシロコロブス、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、およびブルーモンキー、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。コスタリカ共和国・サンタロサ国立公園に生息する野生のノドジロオマキザルを対象として、色覚型と採食行動に関する研究を行った。

##### 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

Lee W, Hayakawa T, Kiyono M, Yamabata M, Hanya G (2019) Gut microbiota composition of Japanese macaques associates with extent of human encroachment. *American Journal of Primatology* 81: e23072

Hanya G, Morishima K, Koide T, Otani Y, Hongo S, Honda T, Okamura H, Higo Y, Hattori M, Kondo Y, Kurihara Y, Jin S, Otake A, Shiroishi I, Takakuwa T, Yamamoto H, Suzuki H, Kajimura H, Hayakawa T, Suzuki-Hashido N, Nakano T (2019) Host selection of hematophagous leeches (*Haemadipsa japonica*): implications for iDNA studies. *Ecological Research* 34: 842-855.

He, T, Honda T, Kurihara Y, Thiery G. (2020). Variation in chewing efficiency of Yakushima Japanese macaque (*Macaca fuscata yakui*). *American Journal of Physical Anthropology* 171: 110-119.

Hashimoto C, Isaji M, Mouri K, Takemoto H. 2020. Intergroup Encounters of Chimpanzees (*Pan troglodytes*) from the Female Perspective. *International Journal of Primatology* 41: 171-180.

Ishizuka S, Takemoto H, Sakamaki T, Tokuyama N, Toda K, Hashimoto C, Furuichi T. (2020) Comparisons of between-group differentiation in male kinship between bonobos and chimpanzees. *Scientific Reports* 10: 251.

### 書籍

敷田麻実, 湯本貴和, 森重昌之 (2020) はじめて学ぶ生物文化多様性. 講談社. 213 pp

湯本貴和 (2020) 生物文化多性って何だろう. In: はじめて学ぶ生物文化多様性. 敷田麻実, 湯本貴和, 森重昌之 (編) 講談社, pp.11-32.

### その他の執筆

湯本貴和 (2019) インド・カジランガの旅, モンキー: 霊長類学からワイルドライフサイエンスへ 4(1):6-7. 公益財団法人日本モンキーセンター, 愛知.

湯本貴和 (2019) ブラジル・パンタナールの旅, モンキー: 霊長類学からワイルドライフサイエンスへ 4(2):34-35. 公益財団法人日本モンキーセンター, 愛知.

湯本貴和 (2019) マレーシア・ダナムバレーの旅, モンキー: 霊長類学からワイルドライフサイエンスへ 4(3):62-63. 公益財団法人日本モンキーセンター, 愛知.

湯本貴和 (2020) 鹿児島・奄美大島の旅, モンキー: 霊長類学からワイルドライフサイエンスへ 3(4):90-91. 公益財団法人日本モンキーセンター, 愛知.

湯本貴和, 小川仁志 (2019) 欲と理性、自然のはざままで生きるヒトと人間. *KOSMOS* 6:3-13. 公益財団法人国際花と緑の博覧会記念協会, 大阪.

### 学会発表

湯本貴和「生物文化多様性の概念とその可能性の中心」第25回「野生生物と社会」学会, 2019年11月, 金沢星稜大学, 金沢.

湯本貴和「5・18豪雨における山岳残留事故を検証するー未来のために経験を活かすー」屋久島学ソサエティ第7回大会テーマセッション・コーディネータ, 2019年12月, 屋久島離島開発センター, 屋久島町.

湯本貴和「学術的野生動物管理へ: 学術からの展望」シンポジウム「持続可能な野生動物管理システムの構築と人材育成」リレートーク・討論コーディネータ, 日本学術会議課題別委員会「人口縮小社会における野生動物管理のあり方の検討に関する委員会」, 2019年12月, 日本学術会議講堂, 東京.

半谷吾郎, 太田民久, 揚妻直樹, 大井徹, 木下こづえ, 加藤正吾, 北村俊平, 揚妻芳美, 近藤崇, 本田剛章, 田伏良幸, 鈴木崇文, HE Tianmeng, 高橋美香, LEENDERS Cliff, 澤田晶子 「日本の森林でのナトリウム利用可能性と植食動物の生理的反応」第67回日本生態学会大会 2020年3月

半谷吾郎, Tackmann Janko, 澤田晶子, Pokharel Sanjeeta Sharma, Valdevino Gisele de Castro Maciel, 大塚亮真, 黒木康太, 峠明杜, 馬淵諒真, Liu Jie, 畠山剛臣, 山崎美紗子, 山崎絵理, 伊津野彩子, Christian von Mering, 清水-稲継理恵, 早川卓志, 清水健太郎, 牛田一成 「屋久島のニホンザルの腸内細菌の発酵能力: 上部域と

海岸部の比較」第35回日本霊長類学会大会 2019年7月

半沢真帆, 栗原洋介, 兼子明久, 夏目尊好, 愛洲星太郎, 伊藤毅, 本田剛章, 半谷吾郎「ニホンザルにおける他群個体との距離に応じた行動変化: 接近および回避について」第35回日本霊長類学会大会 2019年7月

Tianmeng He, Wanyi Lee, Goro Hanya 「Effects of Food Fracture Toughness on Chewing Efficiency in Yakushima Japanese Macaques」第35回日本霊長類学会大会 2019年7月

李婉儀, 何天萌, 半谷吾郎「野生ニホンザルの腸内細菌の発酵能力の季節変化」第35回日本霊長類学会大会 2019年7月

竹元博幸 (2019) ボノボとチンパンジーの地上パーティーサイズと捕食リスク. 日本哺乳類学会 2019年度大会 (2019年9月, 東京)

柴田翔平, 橋本千絵, 古市剛史 (2019) 集団内の攻撃交渉はオスのパーティ参加に影響するか? ウガンダ、カリンズ森林保護区におけるオスチンパンジーの離合集散性. 第35回日本霊長類学会大会(2019年7月)

Pan 属二種におけるオスの隣接集団間の遺伝的分化の比較(2019) Pan 属二種におけるオスの隣接集団間の遺伝的分化の比較. 第35回日本霊長類学会大会(2019年7月)

橋本千絵, 毛利恵子, 竹元博幸, 古市剛史(2019) Pan 属におけるメスの閉経について~野生ボノボとチンパンジーにおける老齢メスの性ホルモン動態~日本アフリカ学会第56回(学術大会 2019年5月)

橋本千絵, 毛利恵子, 竹元博幸, 古市剛史 (2019) ボノボ・チンパンジーにおける、オスからメスへのハラメントについて. 進化人類学分科会第43回シンポジウム (2019年6月)

橋本千絵, Ryu Heungjin, 毛利恵子, 坂巻哲也, 清水慶子, 古市剛史 (2019) 野生ボノボにおける出産後のメスの性サイクルの再開について. 第42回日本分子生物学会年会 (2019年12月)

Hashimoto C (2019) Does menopause occur in chimpanzees and bonobos? 3rd Symposium of The African Primatological Consortium for Conservation. (2019年8月)

## 講演

半谷吾郎. 「ヤクスギの森に住むニホンザルの暮らし」. ヤクザル調査隊30周年記念シンポジウム, 2019年4月21日, 東京大学農学部弥生講堂

本田剛章. 「屋久島山頂部のササ原に生息するニホンザル」. ヤクザル調査隊30周年記念シンポジウム, 2019年4月21日, 東京大学農学部弥生講堂

### 3.1.4 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、橋本千絵、坂巻哲也、徳山奈帆子、戸田和弥、石塚真太郎、柴田翔平  
コンゴ民主共和国ルオー学術保護区のボノボ3集団、ウガンダ共和国カリンズ森林保護区のチンパンジー2集団を対象に、GPSを用いて遊動ルートを記録しつつ集団のメンバー構成、社会行動、性行動を記録し、2つの集団が接近したときの動き、出会った場合の双方の個体の行動などについて分析した。集団間関係が敵対的とされるチンパンジーでも、出会いの際のパーティの一方がメスと子供の場合は、子殺しが起こる場合を除いてオスによる攻撃はほとんど見られず、そういった出会いがメスの移籍を助けている可能性が示唆された。一方集団間関係が親和的とされるボノボでも、オス間には緊張関係があつて協力して他集団のオスと対抗する行動を見せるが、メスたちは他集団のメスと協力してオスの攻撃行動に対抗するなど、性別による顕著な行動傾向の違いがみられた。

##### スリランカに生息する霊長類の行動生態・系統地理学・化石霊長類の形態学的研究

M.A. Huffman, 田中洋之, C.A.D. Nahallage (University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka)

2004年末に開始した、スリランカに生息する野生霊長類の分布調査を継続した。スリランカ全土における分布を確かめるために各県、地区レベルのアンケート調査を継続した。採集したグレーラングール、カオムラサキラングールの糞試料のDNA解析を実施した。トクモンキー、化石グレーラングール、カオムラサキラングールに類した化石の形態的特徴と現生同種の比較研究を行った。

##### 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), Alexa McGrath (Byram Hills High School, NY)  
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患の低減についての調査とデータ解析を開始した。

##### インドネシアに生息する野生哺乳類の採食生態に関する研究

辻大和, B. Suryobroto, K.A. Widayathi, Priawandiputra W. (ボゴール農科大学), Rizaldi, Akbar A.M. (アンダラス大学)

インドネシア西ジャワ州・パンガンダラン自然保護区でジャワルトン・カニクイザル・マレーヒヨケザル・ルサジカ、コモンプームシベットの、西スマトラ州・パダンのグヌン・パダン自然保護区でシルバールトンとカニクイザルの基礎生態に関する調査をそれぞれ行い、食性・活動時間配分・他種との関係などのデータを収集した。果実食者の糞に集まる糞虫類を採集し、種同定を行った。

##### ニホンザルの基礎生態、とくに種子散布に関する研究

辻大和、石塚真太郎、鈴村崇文（京都大学野生動物研究センター）・松原幹（中京大学）・白石俊明、澤田研太（立山カルデラ博物館）

金華山島・地獄谷・幸島・小豆島でサルの糞を採集し、含まれる種子を同定したのちサイズなどの計測を行った。金華山と屋久島ではニホンザルが排泄する糞に集まる糞虫を採集し、種同定を行った。昨年度に引き続き、種子トラップの内容物の回収を行った。インドの研究グループと、マカク類の種子散布に関する共著論文を執筆した。

##### ホンドテンの種子散布に関する研究

辻大和、林田光宏（山形大）

飼育下のホンドテンを対象とした給餌実験と発芽実験を実施し、種子の飲み込みが発芽率に与える影響を評価した。

##### ボノボの集団間関係に関する地域間比較研究

坂巻哲也

コンゴ民主共和国のボノボの長期調査地ワンバで蓄積してきた集団間関係のデータを他の調査地と比較研究するため、ワンバから西北西200kmあまりに位置するロマコ森林で現地調査に従事した。

##### 霊長類における、メスの赤色の皮膚の進化と役割について

L. Rigall

I have been studying human sexual communication, in particular I investigated if lip coloration contains perceptible information about the timing of ovulation, a trait that may have been shared across primate species but evolved in different forms and functions.

### テナガザルの配偶システムとコミュニティ構造の進化

Heungjin Ryu

My study focuses on the evolution of the mating systems and social systems of silvery gibbon (*Hylobates moloch*). In the past year, I and my colleagues had investigated genetic relatedness between pairs and intergroup interactions of silvery gibbons in the Mount Halimun Salak National Park, West Java, Indonesia.

### ボノボのメスの移籍に関する至近要因の解明

戸田和弥

コンゴ民主共和国に生息する野生のボノボのメスを対象に行動観察及び性ホルモン分析を行い、メスの移籍時期に関する発達要因と社会環境要因を検証した。

### Behavioral Ecology of Central Himalayan langurs

H. Nautiyal, H. Tanaka, M.A. Huffman

Four main questions were investigated, based on long-term behavioral observations and mtDNA genotyping of a wild group of langurs living in a high-altitude human dominated landscape in NW India: 1) How do social grooming networks help to maximize individual fitness; 2) What is the source of conflict between CHL and people in a human-modified landscape; 3) What kinds of interactions occur between CHL and their potential predators in an environment not affected by humans; and 4) What are the behavioral strategies of CHL in response to predation by dogs in the agricultural fields.

### 類人猿の隣接集団の個体間の血縁に関する研究

石塚真太郎

コンゴ民主共和国・ワンバ地区に生息するボノボ、ウガンダ共和国・カリンズ森林に生息するチンパンジーの集団内および隣接集団の個体間の血縁を分析し、そこから両種の集団間関係について考察した。

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

Josue Alejandro, Michael A. Huffman

We explored if one particular 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

### 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

ボノボのメスの同性間性交渉における相手選択の傾向を明らかにし、さらにホルモン分析によってボノボのメスの同性間性交渉における性周期の同期の関連について解明する。

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

Nelson Broche Jr., 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. 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

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。

### Generality of predicting infection using social network analysis

Xu Zhihong, Andrew MacIntosh

In the past year, I mainly focused on analyzing fecal samples and behavioral data collected from Yakushima island and Shangchuan island. I also conducted field study that focused on method development, improved methods for parasitology environmental sampling. My research focused on testing whether social interaction can generally predict

infection, and search for the mechanism underlie the social interaction-infection link. This research will help better understanding parasite infection in the wild, and support wildlife conservation from epidemiology perspective.

## <研究業績>

### 原著論文

- Tokuyama N, Sakamaki T, Furuichi T. 2019. Inter-group aggressive interaction patterns indicate male mate defense and female cooperation across bonobo groups at Wamba, Democratic Republic of the Congo. *Amer J Phys Anthropol* 170: 535-550. DOI: 10.1002/ajpa.23929
- Van Belle S, Grueter CC, Furuichi T. 2020. Dynamics of intergroup relationships in primates: introduction to the special issue. *Int J Primatol* 41: 163-170. DOI: 10.1007/s10764-020-00159-2
- Furuichi T. 2020. Variation in intergroup relationships among species and among and within local populations of African apes. *Int J Primatol* 41: 203-223. DOI: 10.1007/s10764-020-00134-x
- Pfluger, LS, Pink, KE, Bock, A, Huffman, MA, Wallner B (2019) On the sunny side of (new) life- Effect of sunshine duration on age at first reproduction in Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *American Journal of Primatology*. 2019;e23019, <https://doi.org/10.1002/ajp.23019>
- Almeida TTG, Filho ES, Barros MVM, Imbeloni AA, Silva WL, Huffman MA, Monteiro FOB (2019) Hematological and biochemical parameters of saddleback tamarin (*Saguinus fuscicollis*) raised in captivity. *Molecular Biology Reports* (2019) 46: 3617–3623 <https://doi.org/10.1007/s11033-018-04576-8>
- Broche Jr. N., Takeshita, R.S.C., Mouri, K., Bercovitch F.B., Huffman, M.A. (2019). Salivary alpha-amylase enzyme is a non-invasive biomarker of acute stress in Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *Primates* <https://doi.org/10.1007/s10329-019-00757-6>
- Tasdemir, D., Andrew J.J. MacIntosh, A.J.J., Stergiou P, Kaisere M., Mansourg, NR, Bickleg Q., Huffman MA. (2020). Antiprotozoal and antihelminthic properties of plants ingested by wild Japanese macaques (*Macaca fuscata yakui*) in Yakushima Island. *Journal of Ethnopharmacology* 247, 112270
- Huffman MA, Kumara R, Kawamoto Y, Jayaweera PM, Bardi M, Nahallage CAD. (2020) What makes a long tail short? Testing Allen's rule in the toque macaques of Sri Lanka. *American Journal of Primatology*; e23113. <https://doi.org/10.1002/ajp.23113>
- Nautiyal, H, Mathur, V, Sinha, A, Huffman, MA (2020) The Banj oak *Quercus leucotrichophora* as a potential mitigating factor for human-langur interactions in the Garhwal Himalayas, India: People's perceptions and ecological importance. *Global Ecology and Conservation*. 22: e00985. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00985>
- Chapman C.A., Bicca-Marques J.C., Dunham A.E., Fan P., Fashing P.J., Gogarten J.F., Guo S., Huffman M.A., Kalbitzer U., Li B., Ma C., Matsuda I., Omeja P.A., Sarkar D., Sengupta R., Serio-Silva J.C., Tsuji Y., Stenseth N.C. (in press) Primates can be a rallying symbol to promote tropical forest restoration. *Folia Primatol*.
- Sengupta A., Gazagne E., Albert-Daviaud A., Tsuji Y., Radhakrishna S. (2020) Reliability of macaques as seed dispersers. *Am. J. Primatol*. e23115.
- Tsuji Y., Campos-Arceiz A., Prasad S., Kitamura S., McConkey K. (2020) Intraspecific differences in seed dispersal caused by differences in social rank and mediated by food availability. *Sci. Rep.* 10: 1532.
- Priawandiputra W., Tsuji Y., Widayati K.A., Suryobroto B. (2020) Dung beetle assemblages in lowland forests of Pangandaran Nature Reserve, West Java, Indonesia. *Biodiversitas* 21 (2): 497-504.
- Tsuji Y., Mitani M., Widayati K.A., Suryobroto B., Watanabe K. (2019) Dietary habits of wild Javan lutungs (*Trachypithecus auratus*) in a secondary-plantation mixed forest: Effects of vegetation composition and phenology. *Mamm. Biol.* 98: 80-90.
- Youlatos D., Widayati K.A., Tsuji Y. (2019) Foot postures and grasping of free-ranging Sunda colugos (*Galeopterus variegatus*) in West Java, Indonesia. *Mamm. Biol.* 95(1): 164-172.
- L Rigai, JP Higham, S Winters, C Garcia (2019) The redder the better? Information content of red skin coloration in female Japanese macaques. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 73(8):103
- Toda K., Furuichi T. (2020). Low resistance of senior resident females toward female immigration in bonobos (*Pan paniscus*) at Wamba, Democratic Republic of the Congo. *International Journal of Primatology* 41, 415-427.
- Shintaro Ishizuka. (2020). Fake twins? Two cases of intensive allomaternal care by female Japanese macaques before and after their own partum. *Primates*, 61(3), 351–355.
- Shintaro Ishizuka, Hiroyuki Takemoto, Tetsuya Sakamaki, Nahoko Tokuyama, Kazuya Toda, Chie Hashimoto, Takeshi Furuichi. (2020). Comparisons of between-group differentiation in male kinship between bonobos and chimpanzees. *Scientific Reports*, 10, 251.
- Shintaro Ishizuka, Kazuya Toda, Takeshi Furuichi. (2020). Genetic analysis of migration pattern of female bonobos (*Pan paniscus*) among three neighboring groups. *International Journal of Primatology*, 41(2), 401–414.
- Shintaro Ishizuka. (2019). A case of maternal response towards dead offspring in wild bonobos: staring, grooming but

- not carrying. *Pan Africa News*, 26(1), 10–12.
- Martin Surbeck, Christophe Boesch, Catherine Crockford, Melissa Emery Thompson, Takeshi Furuichi, Barbara Fruth, Gottfried Hohmann, Shintaro Ishizuka, Zarin Machanda, Martin Muller, Anne Pusey, Tetsuya Sakamaki, Nahoko Tokuyama, Kara Walker, Richard Wrangham, Emily Wroblewski, Klaus Zuberbühler, Linda Vigilant, Kevin Langergraber. (2019). Males with a mother living in their group have higher paternity success in bonobos but not chimpanzees. *Current Biology*, 29(10), R354–R355.
- Shintaro Ishizuka. (2019). A case of maternal response towards dead offspring in wild bonobos: staring, grooming but not carrying. *Pan Africa News*, 26(1), 10–12.
- Takumasa Yokoyama & Satoshi Yasumoto (2019) Behavioral responses toward a conspecific corpse of wild bonobos (*Pan paniscus*) at Wamba. *Pan Africa News*, 26(2):16-18
- Broche N, Takeshita RSC, Mouri K, Bercovitch FB, & Huffman, MA (2019). Salivary alpha-amylase enzyme is a non-invasive biomarker of acute stress in Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *Primates*, 60(6), 547–558. DOI: 10.1007/s10329-019-00757-6

## 著書

- Furuichi T. 2019. *Bonobo and chimpanzee: the lessons of social coexistence*. Springer
- Huffman MA, Sun B-H, Li J-H (2019) Medicinal properties in the diet of Tibetan macaques at Mt. Huangshan- a case for self-medication? pp. 223-248, In: Li J-H, Sun L, Kappeler P (eds.) *The Behavioral Ecology of the Tibetan Macaque*. Springer Intl. Publ. Ag.
- Balasubramaniam KN, Sueur C, Huffman MA and MacIntosh AJJ (2019) Primate Infectious Disease Ecology: Insights and Future Directions at the Human-Macaque Interface. pp. 249-284, In: Li J-H, Sun L, Kappeler P (eds.) *The Behavioral Ecology of the Tibetan Macaque*. Springer Intl. Publ. Ag.
- Sun B., Huffman, MA, Li J (2019). The gut microbiome of Tibetan macaques: composition, influencing factors and function in feeding ecology. pp. 207-222, In: Li J-H, Sun L, Kappeler P (eds.) *The Behavioral Ecology of the Tibetan Macaque*. Springer Intl. Publ. Ag.
- Nautiyal H, Mathur V, Sinha A, Huffman MA (2019). The Banj oak *Quercus leucotrichophora* as a potential mitigating factor for human-langur interactions in the Garhwal Himalayas, India: People's perceptions and ecological importance. *Global Ecology and Conservation* 22: e00985.
- L Rigaiil & A Maille. *Reproduction et systèmes sociaux, Atlas des Carnivores et des Primates de France* (publication scheduled in 2020)

## その他の執筆

- 辻大和 (2019) 愛知県北西部のニホンカモシカ (*Capricornis crispus*) の分布拡大について. *人と自然* 30(1): 71-75.
- Widayati K.A., Rianti P., Tsuji Y., Nugraheni L.S., Nila S. (2019) Evaluation of effect of human activity on behavior of *Macaca fascicularis* in an ecotourism site in Indonesia. *Ann. Rep. Pro Natura Foundation Japan* 28 (1): 224-232.
- C Garcia & L Rigaiil. Pourquoi les macaques japonais ont-ils le visage et les fesses rouges? *The Conversation*, 20th of October 2019

L Rigaiil (2019) Information content of cheek and lip colour in relation to the timing of ovulation in women. *BioRxiv*

## 学会発表

- 古市剛史. 2019. ヒト科における地域社会の進化の解明：類人猿の集団間関係の変異の分析から. 第 56 回日本アフリカ学会学術大会. 京都 (5月18日)
- 古市剛史. 2019. ヒト亜科の地域個体群内の集団間関係の変異について. 第 35 回日本霊長類学会大会. 熊本 (7月13日)
- Furuichi T. 2019. Challenges for conservation of bonobos at Wamba, Luo Scientific Reserve, DR Congo. Second congress of the African Primatological Society, Entebbe, Uganda (Sep. 4th)
- 古市剛史. 2019. 何がヒト亜科とクモザル亜科の父系社会を進化させたのか. 第 73 回日本人類学会大会. 佐賀 (10月12日)
- Alejandro J, Huffman MA. Animal Memorials: A welfare practice for animal and caregivers. The 14th International Conference on Environmental Enrichment. Kyoto University, Kyoto, Japan (6/2019)-oral presentation
- Alejandro J, Zhuoling L, Huffman MA. Effects of substrate change in bar-hanging behavior in the Takahama group at the Primate Research Institute, Kyoto University. 12th International Symposium on Primatology and Wildlife

- Science. Japan Monkey Center, Inuyama, Japan. (9/2019) -poster
- Broche N., Takeshita R.S.C., Mouri K., Bercovitch F.B., Huffman M.A. (2019/7) Salivary alpha-amylase enzyme as a non-invasive biomarker of acute stress in Japanese macaques (*Macaca fuscata*). Proceedings of the 63rd Primates Conference, January 2019.
- Broche N, Takeshita RSC, Mouri K, Bercovitch FB, Huffman MA (2019). Salivary alpha-amylase enzyme is a non-invasive biomarker of acute stress in Japanese macaques (*Macaca fuscata*). 11th International Symposium on Primatology and Wildlife Science. Kyoto, Japan. (poster)
- Broche N, Takeshita RSC, Mouri K, Bercovitch FB, Huffman MA (2019). Salivary alpha-amylase enzyme as a non-invasive biomarker of acute stress in Japanese macaques (*Macaca fuscata*). The 14th International Conference on Environmental Enrichment. (oral presentation)
- Gris VN, Miyabe-Nishiwaki T, Muta K, Broche N, Kaneko A, Okamoto M, Huffman MA, Suzuki J, Nishimura R, Mills DS (2019). Facial Expressions of Acute Pain in Japanese Macaques: development of an assessment tool. XVIII Brazilian Congress of Primatology. Rio de Janeiro, Brazil. (oral presentation)
- Broche N & Shibata S (2019). Creating a multicultural video resource for archiving the history of primatology in Japan. 12th International Symposium on Primatology and Wildlife Science. Inuyama, Japan. (oral presentation)
- Huffman, M.A., Kumara, R., Kawamoto, Y., Jayaweera, P.M., Bardi, M., Nahallage, C.A.D. (2019). What makes a long tail short? Testing Allen's rule in the toque macaques of Sri Lanka. 35th Annual Congress of Primate Society of Japan, Kumamoto, 14 July 2019.
- Nautiyal, H., Hiroyuki, T & Huffman, MA (2019). Interaction between free-ranging dogs and Central Himalayan langur: An assessment of anti-predator behavioral strategy International Symposium on Primatology and Wildlife Science (PWS), Inuyama, Japan, 20-22 September 2019.
- Nautiyal, H., Mathur, V., Sinha, A & Huffman, M.A. (2019). Struggle for existence: An investigation to decode perception of farming community towards non-human primate and their interactions in western Himalayas. 29th International Congress for Conservation Biology (ICCB 2019), Malaysia, 21-25 July 2019.
- Nautiyal, H., Mathur, V., Sinha, A & Huffman, M.A. (2019). Struggle for existence: An investigation to decode perception of farming community towards non-human primate and their interactions in western Himalayas. International Conference on Environmental Enrichment, Kyoto, Japan, 22-26 June 2019.
- Nautiyal, H. (2019). Primate behavior as a model to study climate change for human and animals living in alpine environment. International Mountain Conference, Innsbruck, Austria 08-12 September 2019.
- Priawandiputra W., Tsuji Y., Widayati K.A., Suryobroto B. Diversity of dung beetles in lowland forests of Pangandaran nature reserve, West Java, Indonesia. Australian Entomology Society 50th AGM Scientific Conference, Brisbane Convention and Exhibition Center, Brisbane, 1-4 December 2019.
- Akbar M.A., Rizaldi, Novarino W., Perwitasari-Farajallah D., Tsuji Y. Activity budget and diet in silvery lutung *Trachypithecus cristatus* at Gunung Padang, West Sumatra, Indonesia. Indonesian Primate Congress, Gajah Mada University, Yogyakarta, 18-20 September, 2019.
- 辻大和, 松原幹, 白石俊明, 澤田研太. 野生ニホンザル (*Macaca fuscata*) の糞に集まる糞食性コガネムシ: 種子散布への影響. 日本哺乳類学会. 中央大学. 2019年9月18日
- 辻大和, Sugenk B., Widayati K.A. ジャワルトン (*Trachypithecus auratus*) 新生児の体色が個体間交渉に与える影響. 日本霊長類学会. 熊本市国際交流会館. 2019年7月14日
- 32ème colloque de la Société Francophone De Primatologie, Parc de Branféré, France (October 2019) L Rigaiil\*. Sur mes lèvres : Des informations sur la probabilité d'ovulation transmises du bout du lèvres ? (Oral)
- EFP-PSGB international conference, Oxford, UK (September 2019) L Rigaiil\*. Read my lips: Does lips colouration contain information about the timing of ovulation in women? (Oral)
- H. Ryu, K. Kinoshita, D.A. Hill, S. Joo & S. Kim (2019.09.17) A preliminary report on urinary sex steroid hormone analyses of hibernating greater horseshoe bats in Korea, Annual Meeting of the Mammal Society of Japan 2019, Tokyo, Japan, Oral.
- H. Ryu, K. Kinoshita, D.A. Hill, S. Joo & S. Kim (2019.07.27) Changes in urinary sex steroids of Greater Horseshoe bats during hibernation in South Korea, Behaviour 2019 (56th Annual Conference of the Animal Behavior Society), Chicago, USA, Oral.
- S. Lee \*, H. Ryu\*, Y. Yi, S. Jang, H. Gye, B. Lee, & J. Choe (2019.06.25) Visitor effect and the impact of isolation on the behavior of yellow-cheek gibbon (*Nomascus gabriellae*) and white-handed gibbon (*Hylobates lar*) in captivity, The 14th International Conference on Environmental Enrichment, Kyoto, Japan, Oral \*shared first author.
- 戸田和弥, 毛利恵子, 古市剛史. 出自集団から移出すボノボメスの行動パターンと性ホルモン分泌の至近的变化. 第35回日本霊長類学会, 熊本県, 2019年7月
- Toda Kazuya, Furuichi Takeshi. Agonistic interactions and spatial relationships among female bonobos at Wamba. The 12th International Symposium on Primatology and Wildlife Science. 愛知県, 2019年9月.

- 戸田和弥, メスの移籍戦略: 在住個体との社会関係におけるボノボとチンパンジーの対比から. 第 73 回日本人類学会, 佐賀県, 2019 年 10 月
- 戸田和弥, 生まれた集団から移籍するメスの生活過程: コンゴ民主共和国に生息するボノボの野外研究から. SAGA22, 愛知県, 2019 年 11 月.
- Shintaro Ishizuka. Why are intergroup relationships non-antagonistic in bonobos?: Implications from recent genetic studies. The 12th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, O-9, Aichi, September • 2019.
- Shintaro Ishizuka. Are higher-ranked monkeys warmer in huddles? A joint meeting of the 56th Annual Conference of the Animal Behavior Society and the 36th International Ethological Conference, P134, Chicago, July • 2019.
- Shintaro Ishizuka, Yoshi Kawamoto, Kazuya Toda, Takeshi Furuichi. Bonobos' saliva remaining on the pith of terrestrial herbaceous vegetation can serve as non-invasive wild genetic resources. The 11th International Congress of Environmental Enrichment, O14, Kyoto, June • 2019.
- 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 「大型類人猿の父系型社会における Male-bonding 仮説の検証」 第 67 回日本生態学会, P1-PC-253、愛知、3 月 • 2020 (COVID-19 の影響により発表中止).
- Shintaro Ishizuka, Hiroyuki Takemoto, Tetsuya Sakamaki, Nahoko Tokuyama, Kazuya Toda, Chie Hashimoto, Takeshi Furuichi. Comparisons of between-group differentiation in male kinship between bonobos and chimpanzees. 第 64 回プリマーテス研究会, O-13、愛知、1 月 • 2020.
- 石塚真太郎, 川本芳, 戸田和弥, 古市剛史 「ボノボの唾液を用いた非侵襲的 DNA 採取法」 SAGA22、ポスター1、愛知、11 月 • 2019.
- 石塚真太郎 「アフリカ類人猿の地域個体群全体の中での血縁オスの分布」 第 73 回日本人類学会大会, S1-1、佐賀、10 月 • 2019.
- 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 「Pan 属二種におけるオスの隣接集団間の遺伝的分化の比較」 第 35 回日本霊長類学会, A11、熊本、7 月 • 2019.
- 横山拓真・安本暁・古市剛史. “ワンバの野生ボノボにおける死体に対する反応”. 『第 35 回日本霊長類学会大会』. 熊本, 日本, 7 月, 2019 年
- Takumasa Yokoyama . A bonobo at Wamba captured a duiker, but did not eat it – implication for their “prey image”. The 12th International Symposium on Primatology and Wildlife Science. Aichi, Japan, September 2019.
- Broche N, Takeshita RSC, Mouri K, Bercovitch FB, Huffman MA (2019). Salivary alpha-amylase enzyme is a non-invasive biomarker of acute stress in Japanese macaques (*Macaca fuscata*). 11th International Symposium on Primatology and Wildlife Science. Kyoto, Japan. 1 – 2 March 2019. (poster)
- Broche N, Takeshita RSC, Mouri K, Bercovitch FB, Huffman MA (2019). Salivary alpha-amylase enzyme as a non-invasive biomarker of acute stress in Japanese macaques (*Macaca fuscata*). The 14th International Conference on Environmental Enrichment. 23 June 2019. (oral presentation)
- Gris VN, Miyabe-Nishiwaki T, Muta K, Broche N, Kaneko A, Okamoto M, Huffman MA, Suzuki J, Nishimura R, Mills DS (2019). Facial Expressions of Acute Pain in Japanese Macaques: development of an assessment tool. XVIII Brazilian Congress of Primatology. Rio de Janeiro, Brazil. November 2019. (oral presentation)
- Broche N & Shibata S (2019). Creating a multicultural video resource for archiving the history of primatology in Japan. 12th International Symposium on Primatology and Wildlife Science. Inuyama, Japan. 20 September 2019. (oral presentation)
- Shohei Shibata, Chie Hashimoto, Takeshi Furuichi, Fission and Aggression among Male Chimpanzees in Kalinzu Forest Reserve, Republic of Uganda. The 11th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, Kyoto, Japan, March-2019 (口頭、査読なし)
- Shohei Shibata, Chie Hashimoto, Takeshi Furuichi, Does intragroup aggression affect males' choice of parties to attend? Study on fission-fusion grouping of male chimpanzees in Kalinzu Forest Reserve, Uganda. The 14th International Conference on Environmental Enrichment, P-60, Kyoto, JAPAN June-2019(ポスター、査読あり)
- Shohei Shibata, Chie Hashimoto, Takeshi Furuichi, Aggression and Provocative Behaviors among Male Bonobos in Wamba, Luo Scientific Reserve, Democratic Republic of the Congo. The 13th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, Kyoto, Japan, March-2019 (口頭、査読なし)
- 柴田翔平・橋本千絵・古市剛史, 集団内の攻撃的交渉はオスのパーティ参加に影響するか? ウガンダ、カリンズ森林保護区におけるオスチンパンジーの離合集散性. 第 35 回日本霊長類学会大会 (PSJ), P-19, 熊本, 2019 年 7 月 (ポスター、査読なし)
- Xu Z, MacIntosh AJJ, Dubosq J (2019) Impact of excluding age-sex classes of individuals from social network on the relationship between network centrality and parasite load, The 12th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, Inuyama, Japan(Oral presentation)



- Xu Z, MacIntosh AJJ, Duboscq J (2019) Impact of missing nodes in social networks on the relationship between sociality and the spread of parasites, The 16th Academic Annual Meeting of the Primate Branch of the Chinese Zoological Society, Guiyang, China(Oral Presentation)
- Xu Z, (2019) Linking social interactions with parasitism in complete and incomplete networks, The 35th Congress of the Primate Society of Japan, Kumamoto, Japan(Oral Presentation)

#### 招待講演

- Furuichi T. 2019. Building capacity for primate research and conservation through collaboration of Japan and African countries. Second congress of the African Primatological Society, Entebbe, Uganda (Sep. 4th)
- Alejandro J, Huffman MA. Bar hanging behavior in the Takahama group at the Primate Research Institute: stereotypy or play? Oregon National Primate Research Institute, Behavioral Sciences Unit Talks (invited) Hillsborough, Oregon, United States (2019)
- Alejandro J, Bercovitch FB, Huffman MA. Animal welfare in two primate species: Japanese macaques and Pygmy lorises. EDP University Assembly Meeting Hall. San Juan, Puerto Rico (2019)
- Alejandro J, Bercovitch FB, Huffman MA. Animal welfare in two primate species: Japanese macaques and Pygmy lorises. English Hall Talks, National Vietnam University of Agriculture, Hanoi, Vietnam (2019)
- Huffman, M.A. (2019) Medicinal diet of Tibetan macaques in southern China. Contributed Short Lecture (Invited), Pre-Congress Symposia: Animal Healthcare and Veterinary Phytotherapy, 67th International Congress and Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant and Natural Product Research (GA), Innsbruck, September 1, 2019.
- Huffman, M.A. (2019) The evolution of animal self-medication and lessons for the development of medicine and new medicines. (Plenary Lecture), 67th International Congress and Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant and Natural Product Research (GA), Innsbruck, September 2-5, 2019. *Planta Medica* 2019; 85(18): 1404 (published Abstract) DOI: 10.1055/s-0039-3399675 <https://www.ga-online.org/webinars-workshops>
- H. Ryu (2019.09.22) Working in a governmental institute: balancing between our own research interests and project aims, The 12th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, Inuyama, Japan.
- H. Ryu (2019.08.16) Is the aging of bonobos faster than that of humans?, Bogor Agricultural University, Bogor, Indonesia.
- H. Ryu (2019.06.30) Is the aging of bonobos faster than that of humans?, Kyoto City Zoo, Kyoto, Japan (In Japanese).
- H. Ryu (2019.06.24) Behavioral ecology and wildlife conservation by sustainable ecotourism and research, Chukyo University, Nagoya, Japan (In Japanese).
- Broche N, Takeshita RSC, Mouri K, Bercovitch FB, Huffman MA (2019). Salivary alpha-amylase enzyme is a non-invasive biomarker of acute stress in Japanese macaques (*Macaca fuscata*). Oregon National Primate Research Center, Oregon, USA, Caribbean Primate Research Center, University of Puerto Rico, Puerto Rico, USA, EDP University (medical school), Puerto Rico, USA, March 2019

#### シンポジウム

- 古市剛史. 進化人類学分科会シンポジウム 父系社会再考: ヒト亜科とクモザル亜科の比較研究. 第73回 日本人類学会学術大会, 佐賀大学, 2019年10月12日.
- 江成広斗, 山端直人, 辻大和, 森光由樹, 清野紘典, 鈴木克哉, 宇野壮春, 滝口正明, 小林喬子. サル部会企画: ニホンザルの保護管理ユニットの有効性について考える. 日本哺乳類学会, 中央大学, 2019年9月16日.

### 3.1.5 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

友永雅己, 足立幾磨, 林美里; 服部裕子(国際共同先端研究センター), 松沢哲郎 (高等研究院, 霊長類研究所兼任); 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); 高島友子, 市野悦子, 平栗明実, 村松明徳, Duncan Wilson, Morgane Allanic, Gao Jie, 川口ゆり, 横山美玖歩, 徐沈文, 三田歩, Barbara Ryckewaert, Sani Lehtonen, Maria Santaca, Diana Silva (以上, インターン生); 平田聡, 森村成樹, 狩野文浩(以上, 熊本サルクチュアリ), 佐藤侑太郎(野生動物研究センター)

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継続しておこなった。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, 視覚探索, カテゴリー認識, 物理的事象の認識, 視聴覚統合, 情動認知, 運動知覚, 推論, 行動の同調・身振りコミュニケーション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。熊本サルクチュアリのチンパンジーとボノボを対象とした研究もおこなった。

##### 飼育霊長類の環境エンリッチメント

友永雅己, 林美里, 市野悦子, 打越万喜子, 綿貫宏史朗, 松沢哲郎, 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), 山梨裕美(野生動物研究センター)

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, 認知実験がチンパンジーの行動に及ぼす影響の評価, 新設した実験スペースを活用した認知エンリッチメント, 毛髪等の試料を利用した長期的なストレスの評価, エンリッチメント用の遊具の導入, 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。

##### 各種霊長類の認知発達

友永雅己, 市野悦子, 平栗明実, 打越万喜子, 松沢哲郎, 多々良成紀, 山田信宏 (以上, 高知県のいち動物公園), 安藤寿康 (慶応大), 岸本健 (聖心女子大), 竹下秀子 (滋賀県立大学), 櫻庭陽子(京都市動物園), 川上文人(中部大学), 高塩純一(社会福祉法人びわこ学園)

アジルテナガザルを対象に, 種々の認知能力とその発達について検討をおこなった。さらに, 高知県のいち動物公園において脳性まひのチンパンジー幼児の行動発達を縦断的に観察している。

##### 鯨類、ウマ、大型類人猿等の比較認知研究

友永雅己, 三田歩, 山本知里, 森阪匡通 (東海大学), 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), 櫻井夏子 (南知多ビーチランド), 樋口友香, 寺澤夏菜(須磨海浜水族園), 熊崎清則(ホースマンかかみが原), Sani Lehtonen, Maria Santaca, Barbara Ryckewaert (以上, インターン生)

名古屋港水族館, 九十九島水族館, かごしま水族館, 南知多ビーチランド, 須磨海浜水族園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, イルカ類における視覚認知, 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。さらに, 北海道羅臼での野生シャチの生態調査に参加した。また, ウマを対象とした認知研究も進めている。

##### 国外の大型類人猿の比較認知研究

林美里, Morgane Allanic, Raquel Costa, 横山美玖歩, 湯本貴和, 金森朝子, Renata Mendonça, 松沢哲郎, 幸島司郎, Sinun Weide (ヤヤサンサバ財団), Hamid Ahmad Abdul (マレーシア・サバ大), Dharmalingam Sabapathy (オランウータン島財団), Mashhor Mansor (マレーシア科学大学)

マレーシアのサバ州で野生オランウータンの生態と行動の調査をおこなった。また, マレー半島の飼育オ

ランウータンを対象とした認知研究と、母子ペアの行動観察をおこなっている。ギニア共和国。ボソウの野生チンパンジー、コンゴ民主共和国・ワンバの野生ボノボ、ウガンダ・ブウィンディ国立公園の野生マウンテンゴリラでおこなってきた行動調査研究の成果をまとめた。

## WISH 大型ケージを用いた比較認知科学研究

友永雅己, 林美里, 川上文人, 松沢哲郎, 足立幾磨, 高島友子, 市野悦子, 平栗明実

2011 年度に WISH 事業で導入された比較認知科学大型実験ケージ設備(犬山第 1 および第 2)の運用を進めている。犬山第 1 ではチンパンジーの飼育環境の中に実験装置を導入し、いつでもどこでも好きな時に実験に参加できる環境を構築し、数時系列課題や見本合わせ課題などを実施している。

### <研究業績>

#### 原著論文

Allanic, M., Hayashi, M., Furuichi, T, Matsuzawa, T (2020) Social influences on grooming site preferences in wild bonobos (*Pan paniscus*) at Wamba, DRC. *Primates*, 61, 213–223. <https://doi.org/10.1007/s10329-019-00788-z>

Allanic, M., Hayashi, M., Matsuzawa, T. (2020) Investigating the Function of Mutual Grooming in Captive Bonobos (*Pan paniscus*) and Chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Folia Primatologica*, doi:10.1159/000506308

Brandão, A., Costa, R., Rodrigues, E., & Vicente, L. (2019) Using behaviour observations to study personality in a group of capuchin monkeys (*Cebus apella*) in captivity. *Behaviour*, 156(3-4), 203-243.

Costa, R., Hayashi, M., Huffman, M. A., Kalema-Zikusoka, G., & Tomonaga, M. (2019) Water games by mountain gorillas: implications for behavioral development and flexibility—a case report. *Primates*, 60(6), 493-498.

Gao, J., Kawakami, F., & Tomonaga, M. (2020) Body perception in chimpanzees and humans: The expert effect. *Scientific Reports*, in press

Gao, J., & Tomonaga, M. (2020) Body perception in chimpanzees (*Pan troglodytes*): The effect of body structure changes. *Journal of Comparative Psychology*, 134(2), 222-231. <https://doi.org/10.1037/com0000214>

Gruber, T., Frick, A., Hirata, S., Adachi, I., Biro, D. (2019) Spontaneous categorization of tools based on observation in children and chimpanzees. *Scientific Reports*, 9, 18256.

Kawaguchi, Y., Kano, F., Tomonaga, M. (2019) Chimpanzees, but not bonobos, attend more to infant than adult conspecifics. *Animal Behaviour*, 154, 171-181.

Kawaguchi, Y., Kuroshima, H., Fujita, K. (2019) Age categorization of conspecific and heterospecific faces in capuchin monkeys (*Sapajus apella*). *Journal of Comparative Psychology*, <https://doi.org/10.1037/com0000185>

Kawaguchi, Y., Nakamura, K., Tomonaga, M. (2020) Colour matters more than shape for chimpanzees' recognition of developmental face changes. *PsyArxiv*, <https://doi.org/10.31234/osf.io/ek2b5>

Pene, C.H.M., Muramatsu, A., Matsuzawa, T. (2020) Color discrimination and color preferences in Chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Primates*, 61(3), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s10329-020-00790-w>

Schofield, D., Nagrani, A., Zisserman, A., Hayashi M, Matsuzawa T, Biro D, Carvalho S (2019) Chimpanzee face recognition from videos in the wild using deep learning. *Science Advances*, 5, eaaw0736.

Yamamoto, C., Kashiwagi, N., Otsuka, M., Sakai, M., Tomonaga, M. (2019). Cooperation in bottlenose dolphins: bidirectional coordination in a rope-pulling task. *PeerJ*, 7, e7826.

#### 書籍

松沢哲郎(編)(2019) 心の進化を語ろうー比較認知科学からの人間探求. 岩波書店 (共同執筆).

#### 総説

山本知里 (2019) 野生下および飼育下におけるハンドウイルカ類の社会的知性に関する研究. 動物心理学研究, 69, 175-186.

#### その他執筆

ラケル・コスタ、林美里 (2020) マウンテンゴリラの水遊び：ウガンダ・ブウィンディ国立公園での初観察. 科学, 90, 342-343.

林美里 (2019) チンパンジー研究者、母になるーヒトの生後五歳六カ月から六歳までの発達. 発達, 158, 95-102.

- 林美里 (2019) チンパンジー研究から人の社会問題をかんがえる. モンキー, 4, 12-13.
- 林美里 (2019) 霊長類の「文化」. モンキー, 4, 40-41.
- 林美里 (2019) チンパンジー研究者、母になる—ヒトの生後六歳から六歳六カ月までの発達. 発達, 160, 94-101.
- 林美里 (2019) オランウータンをたずねて. モンキー, 4, 68-69.
- 林美里 (2020) チンパンジーのお世話. モンキー, 4, 96-97.
- 川口ゆり・狩野文浩・友永雅己 (2019) チンパンジー, ボノボ, ヒト, それぞれの赤ちゃんへの関心. 科学, 89, 842-843.
- 川口ゆり (2020) この人を尋ねて. 心理学ワールド, 89, 36-37.
- 友永雅己 (2019) 「ゼロ」グラビティから考える: 宇宙認知科学への展望 (ちびっこチンパンジーから広がる世界 (第206回)). 科学, 89, 180-181.
- 友永雅己 (2019) <トピックス>ELCAS「霊長類学」実施体験記. ELCAS Journal, 4, 1-3.
- 友永雅己 (2019) ウマにタッチパネル—ウマの比較認知科学ことはじめ—. モンキー, 4, 24-25.
- 三浦麻子・友永雅己・山田祐樹・竹澤正哲・原田悦子 (2020) CHANGE we can believe in—特集号の刊行にあたって—. 心理学評論, 62, 197-204.
- 友永雅己・矢用健一・森田茂・田中正之・加隈良枝・江口祐輔・池口厚男 (2020) 動物の行動と管理学会設立シンポジウム報告—新学会への期待と今後の方向性—. 動物の行動と管理学会誌, 56, 34-44.

#### 学会発表等

- Allanic, M., Hayashi, M., Tomonaga, M., Furuichi, T., Hirata, S., Matsuzawa, T (2019) Social grooming in captive and wild Pan species. The 14th International Conference on Environmental Enrichment, 2019/06/24, Kyoto, Japan (oral)
- Allanic, M., Hayashi, M., Furuichi, T., Matsuzawa, T (2019) Social influences on grooming site preferences in wild bonobos (*Pan paniscus*) at Wamba, DRC. The 12th PWS International Symposium, 2019/09/20, Inuyama, Japan (poster)
- Costa, R., Hayashi, M., Huffman, M. A., Kalema-Zikusoka, G., Arajova, L., Bercovitch, F. and Tomonaga, M. Assessing the impact of mountain gorilla ecotourism in Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. Presentation on Panel at 11th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, 2019/9/1-3, Kyoto University, Japan. (Best oral presentation First Award)
- Gao, J., Tomonaga, M. (2019) How chimpanzees perceive other species: embodied and visual expertise. The 14th International Conference on Environmental Enrichment, 2019/6/22-26, Kyoto, Japan. (Oral)
- Gao, J., Tomonaga, M. (2019) How do chimpanzees and children perceive other species: use of embodied and visual experience. The 35th Annual Congress of the Primate Society of Japan, 2019/7/12-14, Kumamoto, Japan. (Oral)
- Gao, J., Tomonaga, M. (2019) The body inversion effect in chimpanzees (*Pan troglodytes*). The 42nd edition of the European Conference on Visual Perception, 2019/8/25-29, Leuven, Belgium. (Poster)
- Gao, J., Tomonaga, M. (2019) How Do Chimpanzees and Children Perceive Other Species' Bodies. The European Federation for Primatology & Primate Society of Great Britain (EFP/PSGB) International Conference, 2019/9/8-11, Oxford, UK. (Poster)
- Gao, J., Tomonaga, M. (2019) Chimpanzees can detect strangeness in bodies: an eye-tracking study. The 12th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, 2019/9/20-22, Inuyama, Aichi, Japan. (Poster)
- Gao, J., Tomonaga, M. (2019) Chimpanzees detect strangeness in bodies: an eye-tracking study. The 79th Annual Meeting of the Japanese Society for Animal Psychology, 2019/10/11-13, Kawasaki, Kanagawa, Japan. (Oral; Session canceled due to Typhoon Hagibis)
- Gao, J., Tomonaga, M. (2019) How Do Chimpanzees and Children Perceive Other Species' Bodies. International Student Symposium on Animal Behavior & Cognition, 2019/12/2-4, Kyoto, Japan. (Poster)
- Gao, J., Tomonaga, M. (2020) Chimpanzees detect strangeness of location and appearance of body parts: An eye-tracking study. The 64th Primates Conference, 2020/1/25-26, Inuyama, Aichi, Japan. (Poster)
- Gao, J., Tomonaga, M. (2020) Body Perception in Chimpanzees: A Comparative-Cognitive Study. The 13th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, 2020/2/29-3/2, Kyoto, Japan. (Oral; Symposium canceled due to COVID-19 outbreak)
- Hayashi, M., Costa, R., Maeda, N. (2019) Change of behavior and space use in a captive group of chimpanzees after an expansion of enclosures. The 14th International Conference on Environmental Enrichment, 2019/6/23, 京都大学, 京都.

- 林美里 (2019) チンパンジー研究者、母になる. 第 55 回京大モンキー日曜サロン, 2019/5/12, 日本モンキーセンター, 犬山.
- 林美里・竹下秀子 (2019) チンパンジーとヒト幼児の入れ子のカップ操作にみる階層性と効率性の発達. 第 35 回日本霊長類学会大会, 2019/7/13, 熊本市国際交流会館, 熊本.
- Hayashi M (2019) Hierarchical complexity in stone-tool use by wild chimpanzees and nesting-cup manipulation by captive chimpanzees. Invited Symposium “Evolution of language from perspectives of hierarchical complexity” in Protolang 6, 2019/9/10, Gulbenkian Foundation, Lisbon, Portugal.
- 林美里 (2020) チンパンジー研究者から見た世界：日常生活からアフリカまで研究裏話. 第 28 回ミュージアムトーク, 2020/2/2, 日本モンキーセンター, 犬山.
- 林美里 (2020) 大型類人猿の親子関係から見たヒトの「親性」の進化的起源. 第 3 回「親性」研究会, 2020/2/22, 同志社大学, 京都.
- 加賀谷美幸・兼子明久・宮部貴子・新宅勇太・打越万喜子・濱田穰 (2020). 胸郭と前肢帯の立体配置：霊長類の比較から. 第 125 回日本解剖学会全国学術集会 一般シンポジウム, 誌上開催, 山口県宇部市.
- Kawaguchi, Y., Kano, F., Tomonaga, M. (2019) Chimpanzees, but not bonobos, have viewing bias for infants of own species over adults. The 14th International Conference on Environmental Enrichment, 2019/6/22-26, Kyoto, Japan (Oral)
- 川口ゆり, 中村航洋, 狩野文浩, 友永雅己 (2019) The role of facial shape and color in chimpanzee’s attention to infant. チンパンジーの乳児選好における顔の形態と色の役割. 第 35 回日本霊長類学会, 2019/7/12-14, Kumamoto, Japan (Poster)
- Kawaguchi, Y., Kano, F., Tomonaga, M. (2019) Chimpanzees, but not bonobos, attend more to infant than adult conspecifics. Animal Behaviour, 2019/7/23-27, Chicago (Poster)
- Kawaguchi, Y., Nakamura, K., Tomonaga, M., (2019) The role of facial shape and color in chimpanzee’s attention to infant. The 12th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, 2019/9/20-22, Kyoto, Japan
- Kawaguchi, Y., Nakamura, K., Tomonaga, M. (2019) The role of facial shape and color in chimpanzee’s attention to infant. The 79th Annual Meeting of the Japanese Society for Animal Psychology, 2019/10/11-13, Hiroshima, Japan. (Oral・ただし台風のためみなし発表)
- 川口ゆり (2019) 霊長類の乳児らしさとその認知の進化. 第 38 回日本動物行動学会, 2019/11/22-24, Osaka, Japan (Round table)
- Muramatsu, A., Martin, F. C., & Matsuzawa T. Portable Touch Monitor Cognitive Study in Zoo-Housed Macaques. The 14th International Conference on Environmental Enrichment, P-9, 2019/6/22-26, Kyoto.
- 村松明徳・Martin, F.C.・松沢哲郎. (2019) 動物園で暮らすマカクを対象としたポータブル式タッチモニタ装置による比較認知研究. 日本霊長類学会第 35 回大会, B05, 2019/7/12-14, 熊本.
- 村松明徳・クリストファー・マーティン・松沢哲郎. (2020) 動物園でのオープンラボ型タッチモニタ実験を通じて比較するマカクの社会性. 第 64 回プリマーテス研究会, O-1, 2020/1/25, 愛知.
- Muramatsu, A., Martin, F. C., Matsuzawa T. (2020) Comparing social style in zoo-housed macaques by open lab style experiment. The 13th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, 2020/3, Kyoto.
- 大島悠輝・荒木謙太・山田将也・石田崇斗・打越万喜子 (2019) . ニホンザル人工哺育個体の早期社会復帰から複雑雌群形成までの取り組み～代理母をもちいた事例. 第 67 回動物園飼育技術者研究会. 2019/12/17-19, 大阪府大阪市.
- Sandars, G., Gao, J., & Matsuzawa, T. (2019). Spatial representations of time in chimpanzees: A STEARC-like effect. The European Federation for Primatology & Primate Society of Great Britain (EFP/PSGB) International Conference, 2019/9/8-11, Oxford, UK. (Poster)
- Tomonaga, M., Kawasaki, Y., Tanaka, Y. (2019) Behavioral biometrics for the chimpanzees. The 14th International Conference on Environmental Enrichment, 2019/6/23, Kyoto University.
- Tomonaga, M., Kumazaki, K., Pereira, C., Matsuzawa, T. (2019) Use of the touchpanel system for exploring the horse mind. The 14th International Conference on Environmental Enrichment, 2019/6/23, Kyoto University.
- 友永雅己・熊崎清則・Feng, S.・Koopman, S.・Ryckewaert, B.・Pereira, C.・松沢哲郎(2019) ウマとチンパンジーにおける視覚的概念形成の比較. 第 35 回日本霊長類学会大会, 2019/7/14, 熊本.
- 友永雅己・Lehtonen, S. (2019) チンパンジーには黒目がちな瞳がわからない. 第 22 回 SAGA シンポジウム, 2019/11/16-17, 日本モンキーセンター.
- 友永雅己・櫻井夏子 (2019) 日本心理学会第 83 回大会シンポジウム「海に挑むこころの科学(II)—Dolphin Cognition Updated—」, 2019/9/13, 立命館大学茨木キャンパス.
- Uchikoshi, M., Ishida, S., & Yamada, M. (2019) Evaluating the effectiveness of mixed-species pairing to reduce the

number of singly-housed gibbons at Japan Monkey Centre. 14th International Conference on Environmental Enrichment, 2019/6/22-26, Kyoto city.

打越万喜子(2019) . 第1回と第2回の「国際テナガザル会議」に参加して. 第22回 SAGA シンポジウム, 2019/11/16-17, 愛知県犬山市.

Wilson, D.A., Tomonaga, M. (2019) Exploring attentional bias towards threatening faces in chimpanzees. Animal Welfare and Behaviour Group. 2019/9, University of Bristol (UK), (oral).

Wilson, D.A., Tomonaga, M. (2019) Exploring attentional bias towards threatening faces in chimpanzees using the dot probe task. European Federation for Primatology/Primate Society of Great Britain International Conference, 2019/9, Oxford (UK), (poster).

Wilson, D.A., Tomonaga, M. (2019) Exploring attentional bias towards emotional faces in chimpanzees using the dot probe task. 53rd International Society for Applied Ethology Congress, 2019/7, Bergen (Norway), (oral).

Wilson, D.A., Tomonaga, M. (2019) Exploring attentional bias towards emotional faces in chimpanzees using the dot probe task. 14th International Conference on Environmental Enrichment. 2019/6, Kyoto (Japan), (poster).

徐沈文, 友永雅己 (2019) チンパンジーにおける動画と現実の対応づけ. 2019 春 心の先端ユニット研究交流会, 2019/6/18, 京都, (poster).

徐沈文, 友永雅己 (2019) チンパンジーのリアルタイム映像利用. 第35回霊長類学会大会, 2019/7/13, 熊本, (poster).

Xu, S., Yamada, K., Nakamichi, M., Tomonaga, M. (2019) Sensitivity to workload: prioritizing behavior of a three-choice task in free-ranging Japanese macaques. The 56<sup>th</sup> Animal Behavior Society's Annual Conference, 2019/7/24, Chicago, USA, (poster)

Xu, S., Tomonaga, M. (2019) Video-real world matching in chimpanzees. The 12<sup>th</sup> International Symposium on Primatology and Wildlife Science, 2019/9/20, Aichi, Japan, (oral)

Xu, S., Tomonaga, M. (2019) Video-real world matching in chimpanzees. The 79<sup>th</sup> Annual Meeting of the Japanese Society for Animal Psychology, 2019/10/12, 神奈川, (oral)

Xu, S., Tomonaga, M. (2019) Video-real world referent matching in chimpanzees. SAGA 22 (Support for African/Asian Great Apes) Symposia, 2019/11/16, 愛知, (poster).

Xu, S., Tomonaga, M. (2019) Video—real world referent matching in chimpanzees. The 1<sup>st</sup> the International Student Symposium on Animal Behaviour & Cognition, 2019/12/3, Kyoto, Japan, (poster)

Xu, S., Tomonaga, M. (2020) Chimpanzee's use of live video to guide their choice. The 64<sup>th</sup> Primates Conference, 2020/1/25, 愛知, (oral)

Xu, S., Tomonaga, M. (2020) Video—real world referent matching in chimpanzees. The 13<sup>th</sup> International Symposium on Primatology and Wildlife Science, 2020/3/1, Kyoto, Japan, (oral)

山本知里, 柏木伸幸, 友永雅己 (2019) ハンドウイルカにおける視覚による種弁別. Inuyama CetaPin3, 2019/10, 愛知.

山本知里, 柏木伸幸, 友永雅己 (2020) ハンドウイルカにおける視覚を用いた種弁別. 第64回プリマーテス研究会, 2020/1, 愛知.

## 講演等

林美里 (2019) 比較発達心理学. 日本心理学会公開シンポジウム 高校生のための心理学講座, 2019/9/21, 愛知大学, 名古屋.

林美里 (2019) メディアで伝わる? 大型類人猿の本来の暮らしと親子関係. SAGA22, 2019/11/17, 日本モンキーセンター, 犬山.

### 3.1.6 認知学習分野

#### <研究概要>

##### ヒトに特有にみられる認知機能に関する実験的研究と発達障害児を対象とした学習支援への応用

正高信男、金子正弘、澤田玲子（京都大学医学研究科）

ヒトに特有にみられる様々な認知機能について、メカニズムと系統発生の両面から実験的な検討をしている。また、そのような機能の発達について子ども（発達障害児含む）を対象に認知実験を実施し、発達障害児への継続的な学習支援方法の開発と応用を実践している。

##### 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、元武俊（共和病院）、石川恵己（共和病院）、森田智也（共和病院）、大洞つかさ、Young-A Lee (Daegu Catholic University)、Srishti Tripathi、Sanjana Kadam、Naijun Yuan (Jinan University) 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。さらにげっ歯類などの依存症動物モデルを用いて、依存症の分子メカニズム解明にむけた研究を行っている。

##### 発達障害における社会認知機能研究

後藤幸織、小川詩乃(子どもの発達・学習支援研究所)、田村綾菜(京都大学こころの未来研究センター)、上田祥行(京都大学こころの未来研究センター)、浅岡由衣、大洞つかさ、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、社会環境と自閉症スペクトラム様行動との関連とその分子メカニズム解明にむけた研究を行っている。

##### 動物の認知能力とコミュニケーションの相同性と進化に関する研究

香田啓貴、森田堯(特定研究員)川合伸幸(名古屋大学)、豊田有(中部大学)、持田浩治(慶応義塾大学)、國枝匠、石田恵子、西村剛(系統発生分野)、松田一希(中部大学)、正高信男

霊長類やそのほかの動物を対象にして、彼らの認知能力の特性や視聴覚コミュニケーションの比較を通じて、個々の能力の相同性や相似性、また進化史に関して、フィールド研究と実験研究の両面から国内外において研究を行っている。

#### <研究業績>

##### 原著論文

Masataka, N. (2019) Anxiolytic Effects of Repeated Cannabidiol Treatment in Teenagers With Social Anxiety Disorders. *Frontiers in psychology*, 10, 2466.

Grandgeorge M, Lemasson A, Hausberger M, Koda H, Masataka N. (2019) Enhanced cognitive processing by viewing snakes in children with autism spectrum disorder. A preliminary study. *BMC psychology*, 7(1), 74.

Sawada R, Toichi M, Masataka N. (2019) Electrophysiological correlates of the processing of different self-aspects of handwritten names. *Scientific reports*, 9(1), 9432.

Iriguchi M, Fujimura R, Koda H, Masataka N. (2019) Traffic symbol recognition modulates bodily actions. *PLoS one*, 14(3), e0214281.

Jeon SY, Kim NH, Kim YJ, Goto Y, and Lee YA (2019) The effects of *Engelhardtia chrysolepis* Hance on long-term memory and potential dopamine involvement in mice. *Behavioral pharmacology*, 30, 596-604.

Ogawa S, Iriguchi M, Lee YA, Yoshikawa S, and Goto Y (2019) Atypical social rank recognition in autism spectrum disorder. *Scientific reports*, 9, 15657.

Jones D, Raghanti MA, Tosi A, Ruiz C, Tanaka H, and Goto Y (2020) Monoamine oxidase polymorphisms in rhesus and Japanese macaques (*Macaca mulatta* and *M. fuscata*). *Journal of chemical neuroanatomy*, 103, 101726.

Choe WH, Lee KA, Goto Y, and Lee YA (2020) Concurrent and delayed behavioral and monoamine alterations by excessive sucrose intake in juvenile mice. *Frontiers in neuroscience*, 14, 504.

Morita, T., Toyoda, A., Aisu, S., Kaneko, A., Hashimoto-Suda, N., Matsuda, I., and Koda, H. 2020. Animals exhibit consistent individual differences in their movement: A case study on location trajectories of Japanese macaques. *Ecological Informatics*, 101057.

Morita, T., Koda, H. 2020. Difficulties in analysing animal song under formal language theory framework: comparison with metric-based model evaluation. *Royal Society Open Science*. 7: 192069.

Morita, T., Koda, H. 2019. Super regular grammars do not provide additional explanatory power but allow for a compact analysis of animal song. *Royal Society Open Science* 6 (7), 190139.

## 学会発表

Kim YJ, Lee YA, Kim YJ, Jeon SY, Kim NH, Lee, KA, and Goto Y (2019) The effects of astilbin on dopamine transmission and long-term memory in mice. *IBRO Reports*, 6: S66-S67. (10th IBRO World Congress of Neuroscience, P00.41, Daegu, South Korea).

Goto Y, Ogawa S, Iriguchi M, Lee YA, and Yoshikawa S (2019) Recognition of social rank in autism spectrum disorder. *IBRO Reports*, 6: S67-S68. (10th IBRO World Congress of Neuroscience, P00.44, Daegu, South Korea).

Tripathi S and Goto Y (2019) Cultural difference of affective responses to mourn images between Asian and Western people. *IBRO Reports*, 6: S79. (10th IBRO World Congress of Neuroscience, P00.79, Daegu, South Korea).

Asaoka Y, Won MJ, Ishikawa E, Morita T, and Goto Y (2019) Characterization of behavioral addiction: affects, personality, and cognitive bias. *IBRO Reports*, 6: S107. (10th IBRO World Congress of Neuroscience, P02.56, Daegu, South Korea).

Choe WH, Lee KA, Lee YA, and Goto Y (2019) Enduring effects of excessive sucrose intake during childhood on the dopaminergic system in mice. *IBRO Reports*, 6: S319. (10th IBRO World Congress of Neuroscience, P20.32, Daegu, South Korea).

Kim NA, Lee YA, Kim YJ, Jeon SY, Goto Y, and Choi JS (2019) Effects of *Pueraria lobata* and its active compound, puerarin in the animal model of Parkinson's disease. *IBRO Reports*, 6: S491. (10th IBRO World Congress of Neuroscience, P32.55, Daegu, South Korea).

Jeon SY, Lee YA, Kim NH, Kim YJ, Goto Y, and Choi JS (2019) Alterations of limbic-prefrontal cortical functional connectivity in the animal model of ADHD and its modulation by *Ecklonia Stolonifera* Okamura. *IBRO Reports*, 6: S493. (10th IBRO World Congress of Neuroscience, P32.61, Daegu, South Korea).

Ogawa S, Iriguchi M, Lee YA, Yoshikawa S, and Goto Y (2019) Influence of social relationships on visual attention to faces in autism spectrum disorder. 6th Congress of Asian College of Neuropsychopharmacology, AsCNP-LBA-1-3, Fukuoka, Japan.

Asaoka Y, Won MJ, Ishikawa E, Morita T, and Goto Y (2019) Altered affective function, personality trait, and decision making style characterizing behavioral addiction. 6th Congress of Asian College of Neuropsychopharmacology, AsCNP-LBA-2-4, Fukuoka, Japan.

浅岡由衣, 元武俊, 森田智也, 石川恵己, 後藤幸織 (2019) 行動依存症の情動的背景と認知バイアス. 第9回日本情動学会大会, P16, Tokyo, Japan.

香田啓貴 2019. 「サルの発声からヒトの発話へ」日本歴史言語学会 2019 年大会シンポジウム『進化言語学への招待』 2019 年 12 月 14 日 広島大学

香田啓貴 2019. 「サルの発声からヒトの発話に至る道筋」日本語用論 学会第 22 回大会シンポジウム『音声・言語・こころ:ヒトのコミュニケーションの進化的起源をいかに捉えるか』 2019 年 11 月 24 日, 京都外国語大学

香田啓貴 2019 「音源定位技術が切り開くサルの生態と会話における未解決問題」第 55 回 AI チャレンジ研究会特別講演. 2019 年 11 月 22 日, 慶應義塾大学 矢上キャンパス

Koda, H. and WT Fitch. 2019. Kyoto-Vienna collaboration to enhance understanding of the primate origins of speech and language. The 2nd Joint Workshop Kyoto University- University of Vienna. Oct 24 - 25, 2019. Kyoto University.

Koda, H. 2019. Animal songs before emergences of hierarchical structures. *Protolang* 6. 9-13. September. Gulbenkian Foundation. Lisbon. Portugal.

Koda, H. 2019. Primate sequential actions before emergences of hierarchical structures. Mini-symposium of Evolving Linguistics. 2019 年 7 月 25 日. 駒場. 東京大学総合文化研究科.

## 講演

後藤幸織 進化から考えるやめられない行動. 条件反射制御法学会 第八回学術集会 (2019/10/5, 名古屋)

浅岡由衣 Cognitive biases and affects in behavioral addiction. Leibniz Research Centre for Working Environment and Human Factors (2020/2/25, Dortmund, Germany)

Srishti Tripathi Neural mechanisms of grief and mourn. Leibniz Research Centre for Working Environment and Human Factors (2020/2/25, Dortmund, Germany)



### 3.1.7 高次脳機能分野

#### <研究概要>

##### 情動情報処理における前部帯状回の役割の解明

鴻池菜保, 岩沖晴彦, 中村克樹

情動情報の処理におけるサル前部帯状回の役割を明らかにするため, アカゲザルの前部帯状回から単一ニューロン活動を記録し, 他個体の表情などの刺激に対する応答性を調べた. ニューロン活動の特性を解析し, 記録部位の組織学的データと合わせ, 論文を投稿した.

##### 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), 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, 側頭皮質と各領域における標識神経細胞の分布を解析し, 論文を作成した.

##### コモンマーモセットの認知機能計測

中村克樹, 三輪美樹, 正村聡美, 眞下久美子, 渡邊紀子, 金 侑璃

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, 新たな液体報酬を用いた認知実験装置を開発した. これを用いた報酬系を調べる認知課題の開発に取り組んだ.

##### 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 (新潟大学)

発達初期のマーモセット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. 活動量や認知機能に加え, 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. また, コントロール個体およびサイトカイン暴露個体での経時的な脳 MRI 撮像を実施した.

##### 自由判断の神経機序の研究

酒多穂波 (新潟大学), 中村克樹, 伊藤浩介 (新潟大学), 五十嵐博中 (新潟大学), 中田力 (新潟大学)

自由判断に関わる神経メカニズムを解明することを目指して, 自由なタイミングで運動を行う課題を開発し, 課題遂行中の被験者の脳活動を ERP を用いて計測し, 分析を行った.

##### リズムに「乗る」神経メカニズムの解明

宮地重弘

リズムに「乗る」神経メカニズムにおけるドーパミンの役割を明らかにする目的で, 2頭のニホンザルに行動課題を訓練し, ドーパミン D2 受容体および D1 受容体の作動薬, 拮抗薬の投与を行ない, 課題遂行への影響を解析した.

##### サルにおける音列知覚機構の解明

脇田真清

コモンマーモセットを用いて聴覚弁別訓練を行った. 要素は共通であるが配列の異なる二つの音列の弁別課題を行い, これまでに得られた結果を詳細に調べ直した. 結果, 音列の変化を検出することはできても, 規則性を知覚したり長期記憶に貯蔵したりできないために, 音列知覚ができないことが明らかになった.

##### ヒト児童下前頭葉の音楽ドメインにおける音列処理の解明

脇田真清

児童を対象に, 下前頭葉におけるメロディ処理の発達の様子を調べた. 複数の条件下で音列のマッチング課題を行なっているときの F7・F8 の近傍から NIRS による脳活動を記録した. 現在までのところ, 児童

において、この領域にメロディ表現を示唆する脳活動は認められなかった。

#### 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, 眞下久美子, 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, 自由行動下の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, 中村克樹, 酒多穂波 (新潟大学), 伊藤浩介 (新潟大学)

種間でトランスレータブルな生理学的指標としての有用性を探るため, まず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する手法を確立した.

#### 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, 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.

#### コモンマーモセットにおける脳容量計測

鴻池菜保, 濱寄裕介, 三輪美樹, 眞下久美子, 畑 純一 (東京慈恵医科大学), 中村克樹

実験動物としてのコモンマーモセットの適正な大きさを探るため, 個体の脳容量を計測し, 体重や性別, 年齢との関係を解析した.

#### 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.

#### 多感覚統合による主観的な触知覚とその脳内メカニズムの研究

金 侑璃, 中村克樹, 勝山成美, 臼井信男 (東京医科歯科大学), 泰羅雅登 (東京医科歯科大学)

触知覚は, 手からの触覚入力だけでなく, 視覚の影響を強く受ける. 本研究では, 健常被験者を対象として行動実験でアクティヴタッチによる硬さ知覚が視覚情報によって変化することを示し, 触覚と視覚の統合による主観的な触知覚には, 頭頂間溝と頭頂弁蓋部 (第二次体制感覚野) が関与することを明らかにした.

#### 眼球運動を指標としたコモンマーモセットの認知機能の研究

池田琢朗, 中村克樹

コモンマーモセットの認知機能とその神経基盤を明らかにすることを目的に, 眼球運動の測定系を開発し行動実験課題を設計した. コモンマーモセットの視覚注意を定量的に評価する課題を確立し, コモンマーモセットが異なる視覚特性を統合して行動を制御することが可能であることを明らかにした.

#### サルにおける観察恐怖学習の検討

岩沖晴彦, 中村克樹

社会生活を送る動物にとって他個体の行動から学習することは生存確率を高める重要な能力である. ある生物や物体が恐怖の対象であるか否かを, ヒトは観察のみから学習し避けることができる. マカクザルにこの能力があるか否かを検討することを目標に実験を行なっている.

#### 扁桃核ニューロンにおける情動情報処理の検討

岩沖晴彦, 中村克樹

サル扁桃核における情動情報の符号化メカニズムを明らかにすることを目的として, 特定の視覚刺激の情動価や覚醒度を定量化可能な行動実験課題を設計した. ニホンザルを対象に実験を行ない, 視覚刺激ごとの価値を操作することに成功した. この課題を遂行中のサル扁桃核ニューロンから神経活動を記録している.

### コモンマーモセットにおけるプレパルスインヒビション(PPI)測定系の確立

樋原 慧, 中村克樹

コモンマーモセットを対象として精神疾患のバイオマーカーとなり得る PPI の測定系の確立に取り組んでいる. 圧センサーを用いた驚愕反応測定装置の論文作成に加え, ヒトの臨床研究で用いられている驚愕性瞬目反射を用いた PPI 測定をコモンマーモセットに応用するために, システム開発をはじめた. コモンマーモセット専用チェアとマーモセットの眼輪筋に設置可能な電極を作成し, 自発性瞬目の測定に成功した. 驚愕性瞬目の測定に関しては, データの安定性や再現性が今後の重要課題である.

### 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, 正村聡美, 眞下久美子, 渡邊紀子

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, 下痢の頻度や程度とともに, 生まれてきた個体の成長に及ぼす影響を検討している.

### 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

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 1 頭の一次運動野手指領域と肘領域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.

### コモンマーモセットの歯周病に対する抗ジンジパイン IgY 含有卵黄粉末の効果

三輪美樹, 正村聡美, 眞下久美子, 渡邊紀子, 中村克樹

歯周病罹患マーモセットに抗ジンジパイン抗体含有卵黄粉末を投与し, 歯周病に対する効果を検討する. 病変好発部位や歯垢の細菌検査などこれまでの知見を踏まえ, 齧り木などデンタルケアグッズの検討を実施した.

### マーモセットの発育・健康に対するユーグレナの効果の検証

三輪美樹, 正村聡美, 眞下久美子, 渡邊紀子, 中村克樹

発育不良個体や下痢など体調不良個体を対象として, ユーグレナを経口投与し効果検証を試みた. 嗜好性の低さが課題となった.

### コモンマーモセットにおける筋肉量評価

鴻池菜保, 西村洋志, 三輪美樹, 中村克樹

コモンマーモセットの栄養状態と体格評価の指標としての筋肉量測定方法を確立するため, MRI および超音波での条件検討を開始した.

### ミラーニューロンシステムにおける視線と行為の統合に関する研究

大原峻太郎, 勝山成美, 中村克樹

ヒトのミラーニューロンシステムにおける視線と行為を統合するメカニズムを明らかにするための実験計画を考案した. 脳波の mu リズム抑制を指標とするため脳波記録実験の準備を進めた.

### ニホンザルにおける多感覚統合による後付けの認知改変の研究

西村洋志, 中村克樹

視覚認知は, 視覚情報のみではなく聴覚情報の影響を強く受ける. 近年ヒトにおいて, 先立って提示された視覚情報の知覚が, 後から提示された聴覚情報の影響を受けて, 変わることが分かった. そこで, この

現象の神経メカニズムを解明するために、ニホンザルで同様の現象が確認できるか確かめる実験を進めた。

### コモンマーモセットの養育環境が脳形態、神経伝達物質システムに与える影響

濱寄裕介, 鴻池菜保, 三輪美樹, 中村克樹

コモンマーモセットを用いて、早期養育環境が個体に及ぼす影響について調べることを目的として、養育環境の異なる同腹仔の脳 MRI 画像データを経時的に収集し、解析した。

### 性周期による雌コモンマーモセットの行動変化

濱寄裕介, 三輪美樹, 中村克樹

コモンマーモセットの性周期に伴う行動変化を調べることを目的として、実験装置や行動記録法の検討を行った。

## <研究業績>

### 原著論文

Watanabe R, Katsuyama N, Usui N, Taira M (2019) Effects of pseudoexperience on the understanding of hemiplegic movements in physical therapists: An fMRI study. *NeuroImage. Clinical* 23 101845 2019 年 4 月

Itoh K, Nejime M, Konoike N, Nakamura K, Nakada T (2019) Evolutionary elongation of the time window of integration in auditory cortex: Macaque vs. human comparison of the effects of sound duration on auditory evoked potentials. *Frontiers in Neuroscience* doi: 10.3389/fnins.2019.00630 (24 June 2019)

Sakata H, Kim Y, Nejime M, Konoike N, Miyachi S, Nakamura K (2019) Laminar pattern of projections indicates the hierarchical organization of the anterior cingulate-temporal lobe emotion system. *Frontiers in Neuroanatomy* doi : 10.3389/fnana.2019.00074 (31 July 2019)

Kim Y, Usui N, Miyazaki A, Haji T, Matsumoto K, Taira M, Nakamura K, Katsuyama N (2019) Cortical regions encoding hardness perception modulated by visual information identified by functional magnetic resonance imaging with multivoxel pattern analysis. *Frontiers in Systems Neuroscience* doi : 10.3389/fnsys.2019.00052 (1 October 2019)

Hagihara H, Murano T, Ohira K, Miwa M, Nakamura K, Miyakawa T (2019) Expression of progenitor cell/immature neuron markers does not present definitive evidence for adult neurogenesis. *Mol Brain*. 2019 Dec 10;12(1):108. doi: 10.1186/s13041-019-0522-8. Review. PMID:31823803

Ohira K, Hagihara H, Miwa M, Nakamura K, Miyakawa T (2019) Fluoxetine-induced dematuration of hippocampal neurons and adult cortical neurogenesis in the common marmoset. *Mol Brain*. 2019 Aug 5;12(1):69. doi: 10.1186/s13041-019-0489-5. PMID:31383032

Tsukamoto T, Nakamura K, Okada S (2020) Simian immunodeficiency virus infection and flow cytometric characterization of Japanese macaque (*Macaca fuscata*) hematopoietic cells. *J. Med. Primatol*. 2020 Jan 6. doi: 10.1111/jmp.12460. [Epub ahead of print] PMID:31907946

Wakita M (2019) Auditory sequence perception in common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Behavioural Processes* 162: 55-63. doi: 10.1016/j.beproc.2019.01.014

石上暁代, 中村克樹 (2019) 「コモンマーモセットにおける健康指標としての血中必須微量元素濃度の有効性の検討」. ペット栄養学会誌, 22 巻 Suppl.号, p. suppl\_35 doi : 10.11266/jpan.22.Suppl\_suppl\_35 pp.61-73

岩沖晴彦, 中村克樹 (2019) 「サルにおける表情コミュニケーションと神経メカニズム」. 生体の科学, 70 (6) : 536-540. (Nov.-Dec., 2019 年 12 月 15 日発行)

### その他の執筆

中村克樹「教職に生かす教育心理学」, 編者: 石井正子・中村徳子, I S B 978-4-86075-489-9 C3011

- ・中村克樹 Lesson 5 「脳研究からの示唆」 pp.61-73
- ・中村克樹 Column 1 「ワーキングメモリと脳」 p.60
- ・中村克樹 Column 2 「前頭前野の大きさ」 p.74

中村克樹「脳を鍛えたい 皆伝! 新あたまた道場」問題作成 毎日新聞, 2019-2020

中村克樹「なるほど脳?」(月 1 連載) 毎日新聞, 2019-2020.

### 学会発表等

Ena Onishi, Katsuki Nakamura, Miki Miwa, Kazunori Yamada and Masayuki Nakamichi, The Social Relationships of Breeding Pairs in Monogamous Groups of Captive Common Marmosets (*Callithrix jacchus*) 第 14 回国際環境

エンリッチメント会議(2019年6月22-26日, 京都大学 百周年時計台記念館, 京都市)

中村克樹, 三輪美樹, 鴻池菜保, コモンマーモセットにおける体重と脳の大きさの相関. 第35回日本霊長類学会大会, (2019年7月12-14日, 熊本市国際交流会館, 熊本市)

大西絵奈, 中村克樹, 三輪美樹, 山田一憲, 中道正之, 飼育下のコモンマーモセット(*Callithrix jacchus*)における繁殖ペア間社会関係と子供の数についての検討. Ena Onishi, Katsuki Nakamura, Miki Miwa, Kazunori Yamada and Masayuki Nakamichi Examination of the effects of the number of offspring on the social relationships of breeding pairs in captive common marmosets (*Callithrix jacchus*) 第35回日本霊長類学会大会, (2019年7月12-14日, 熊本市国際交流会館, 熊本市)

伊藤浩介, 岩沖晴彦, 鴻池菜保, 五十嵐博中, 中村 克樹, コモンマーモセットにおける頭皮上聴覚誘発電位の無麻酔・無侵襲記録, 第42回日本神経科学大会 (2019年7月25-28日, 朱鷺メッセ, 新潟市) Kosuke Itoh, Haruhiko Iwaoki, Naho Konoike, Hironaka Igarashi, Katsuki Nakamura, Noninvasive scalp recording of cortical auditory evoked potentials in the alert common marmoset. The 42th annual meeting of the Japan Neuroscience Society, Niigata, July, 2019.

鴻池菜保, 三輪美樹, 伊藤浩介, 中村克樹, 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応答, 第42回日本神経科学大会 (2019年7月25-28日, 朱鷺メッセ, 新潟市) Naho Konoike, Miwa Miki, Kosuke Itoh, Katsuki Nakamura, Neural Response to Auditory stimuli and vocalization in common marmoset. The 42th annual meeting of the Japan Neuroscience Society, Niigata, July, 2019.

池田琢朗, 中村克樹, コモンマーモセットの視覚探索課題の開発, 第42回日本神経科学大会 (2019年7月25-28日, 朱鷺メッセ, 新潟市) Takuro Ikeda, Katsuki Nakamura, New visual oddball search task for common marmosets. The 42th annual meeting of the Japan Neuroscience Society, Niigata, July, 2019.

酒多穂波, 伊藤浩介, 鈴木雄治, 中村克樹, 渡辺将樹, 五十嵐博中, 中田 力, 自己開始運動に先行する自発的脳活動, 第42回日本神経科学大会 (2019年7月25-28日, 朱鷺メッセ, 新潟市) Honami Sakata, Kosuke Itoh, Yuji Suzuki, Katsuki Nakamura, Masaki Watanabe, Hironaka Igarashi, Tsutomu Nakada, Endogenous brain activities preceding self-initiated movements. The 42th annual meeting of the Japan Neuroscience Society, Niigata, July, 2019.

宮地重弘, サルの運動タイミング制御におけるドーパミンの役割, 第42回日本神経科学大会 (2019年7月25-28日, 朱鷺メッセ, 新潟市) Shigehiro Miyachi, Roles of dopamine in motor timing in the monkey. The 42th annual meeting of the Japan Neuroscience Society, Niigata, July, 2019.

渥美剛史, 宮地重弘, 寺尾安生, 井手正和, マウスの時間順序判断における GABA-A 受容体拮抗薬の効果. 第42回日本神経科学大会 (2019年7月25-28日, 朱鷺メッセ, 新潟市) Takeshi Atsumi, Mrinmoy Chakrabarty, Shigehiro Miyachi, Yasuo Terao, Masakazu Ide, Effect of GABA-A receptor antagonist on temporal order judgment in mice. The 42th annual meeting of the Japan Neuroscience Society, Niigata, July, 2019.

松川 睦, 勝山成美, 今田正人, 相澤 信, 佐藤孝明. 捕食者臭誘発ストレス関連活動には嗅球の内側部と背外側部の両部位とも必要らしい. 第42回日本神経科学大会 (2019年7月25-28日, 朱鷺メッセ, 新潟市) Mutsumi Matsukawa, Narumi Katsuyama, Masato Imada Shin Aizawa, Takaaki Sato, Both medial and dorsolateral part of the olfactory bulb might be crucial to the predator odor induced stress related activities. The 42th annual meeting of the Japan Neuroscience Society, Niigata, July, 2019.

脇田真清. 児童のブローカ野におけるメロディの表現. 日本心理学会第83回大会 (2019年9月11-13日, 立命館大学 大阪いばらきキャンパス, 茨木市)

Katsuki Nakamura. Hot Topic Panel 1: Nonhuman Primates. Global Neuroethics Summit, (2019年9月24-27日, Hotel Inter-Burgo Daegu, Daegu, South Korea)

H. Sakata, Y. Kim, M. Nejime, N. Konoike, S. Miyachi, K. Nakamura. Monkey anterior cingulate cortex: topography and laminar pattern of corticocortical connections indicate hierarchical organization. The 49th annual meeting of Society for Neuroscience (2019年10月19-23日, McCormic Place Convention Center, Chicago, USA)

Naho Konoike, Haruhiko Iwaoki, Katsuki Nakamura. Potent and quick responses to conspecific faces and snakes in the anterior cingulate cortex of monkeys. The 49th annual meeting of Society for Neuroscience (2019年10月19-23日, McCormic Place Convention Center, Chicago, USA)

T. Enomoto, N. Konoike, K. Nakamura, K. Ikeda. Measurement of response vigor in a progressive ratio task in common marmosets. The 49th annual meeting of Society for Neuroscience (2019年10月19-23日, McCormic Place Convention Center, Chicago, USA)

三輪美樹, 鈴木比呂美, 正村聡美, 中村克樹. コモンマーモセットにおけるアラビアガムの嗜好性検討および有用性検討, 2019年度飼育野生動物栄養研究会大会, (2019年11月16-17日, 中部大学, 春日井市)

鴻池菜保, 三輪美樹, 濱寄裕介, 眞下久美子, 中村克樹. コモンマーモセットにおける体重・年齢・性別および脳の大きさの相関. 第9回日本マーモセット研究会大会, (2020年2月14-15日, シーサイドホテル舞子ビラ神戸, 神戸市) (Correlation between body weight / age / sex and brain size in common marmosets)

三輪美樹, 正村聡美, 眞下久美子, 渡邊紀子, 中村克樹. コモンマーモセットにおけるデンタルケア—物体特性と使用歯の関係性検討. 第9回日本マーモセット研究会大会, (2020年2月14-15日, シーサイドホテル舞

子ビラ神戸, 神戸市) (Dental care in common marmosets – Relationship between object characteristics and teeth)  
池田琢朗, 三輪美樹, 中村克樹. 視覚探索課題によるコモンマーモセット視覚注意の研究. 第9回日本マーモセット研究会大会, (2020年2月14-15日, シーサイドホテル舞子ビラ神戸, 神戸市) (Visual attention in common marmosets: application of oddball search task)

榎本健史, 鴻池菜保, 中村克樹, 池田和仁. コモンマーモセットのモチベーションに対するドパミン系化合物の作用. 第9回日本マーモセット研究会大会, (2020年2月14-15日, シーサイドホテル舞子ビラ神戸, 神戸市) (Effects of dopaminergic compounds on motivation in common marmosets)

中村克樹, 井上貴史, 郷 康広, 小松三佐子, 額瀨大輔, Chen Chih-Yang (企画) (2020)セッション 1: 基盤技術チュートリアル「実験手技」. 第9回日本マーモセット研究会大会, (2020年2月14-15日, シーサイドホテル舞子ビラ神戸, 神戸市)

## 講演

中村克樹:「マーモセットを用いた脳研究」, 2019年度「サル類の疾病と病理のための研究会」プレナリーレクチャー, 第28回サル疾病ワークショップ, (2019年7月5日, 文部科学省 研究交流センター, つくば市, 茨城県)

中村克樹:「南米小型サルが切り開く新たな研究」, 第108回京都大学丸の内セミナー, (2019年7月5日, 新丸の内ビルディング 京都大学東京オフィス, 千代田区, 東京都)

勝山成美:「高次脳機能障害の基礎とその評価」, 2019年 生涯教育制度基礎教育プログラムII (東日本), (公益社団法人日本視能訓練士協会主催), CIVI 研修センター秋葉原, (2019年7月13日, 東京都)

鴻池菜保:「サルの脳からわかること」, 第41回原ゆつくりサロン, 原集会場, (2019年8月28日, 犬山市)

## 教育業績

中村克樹:藤田保健衛生大学医学部, 「人の行動と心理II」, (任期中1時間/年1回)平成31年4月1日～令和2年3月31日

## 海外研究者受入

脇田真清:2019年3月19日～2019年4月19日 Dieter Hillert (San Diego State University)

## 学生指導

国内学生指導 (期間,学生名,大学名):

中村克樹:2020年3月5日～3月18日 駒本和之(岡山理科大学・獣医学部)

海外学生指導 (期間,学生名,大学名):

宮地重弘:2019年7月1日～8月13日 Çiçek Yavus (Haverford College, America)

## その他の教育業績

中村克樹:兵庫県小野市教育講演会において小学生児童に対する脳機能に関する知識を普及, 講演. 小野市, 兵庫県, 2019年10月30日.

中村克樹:カニクイザルへの脳波電極留置手術や測定方法に関する技術指導(外科的手術, 測定方法). 神戸市, 兵庫県, 2019年5月21日. 株式会社新薬リサーチセンター (外部指導員), 承認日～令和2年3月31日.

## 【運営業績】

外部委員等 (期間,委員会名等,年間会議回数)

中村克樹: 令和元年4月1日～令和3年3月31日,生物遺伝資源委員会委員, 年1~2回

学会活動 (期間,学会名等,年間会議回数)

中村克樹: 日本神経科学学会 動物実験委員

中村克樹: 日本神経科学学会 神経科学分野における霊長類を対象とする実験ガイドラインの策定に関する専門委員会委員長

中村克樹: 日本マーモセット研究会 世話人

中村克樹: 第9回日本マーモセット研究会大会プログラム委員

中村克樹：学習療法研究会 理事

中村克樹：日本霊長類学会 評議員

その他の運営業績

中村克樹：ナショナルバイオリソースプロジェクト「ニホンザル」 代表機関課題管理者

**【その他】**

中村克樹：白百合女子大学生涯発達研究教育センター 特別研究員

中村克樹：藤田保健衛生大学医学部 客員教授

国内共同研究

中村克樹：大日本住友製薬株式会社

中村克樹：日本クレア

### 3.1.8 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の基盤の解明

高田昌彦, 大石高生, 井上謙一

本研究では、ヒトに近縁のサル類（マカクザル、マーモセット）を対象にして、研究のパラダイムシフトにより、従来の「個体レベルの生命科学」から「社会・集団レベルの生命科学」への転換を図り、ソーシャルマインドおよびその破綻としての発達障害に関わる神経生物学的機構の霊長類の基盤の解明を目指す。本研究は、ソーシャルマインドを醸成し、その制御に関与する遺伝子と神経回路の同定および機能解明に重点をおき、集団もしくは集団の中の個体による社会的行動（集団行動、個体間交渉）、社会的行動を規定する神経ネットワーク活動、更に、神経ネットワーク活動を支配する認知ゲノム発現の生物学的トライアングル連関のメカニズムを明らかにすることを目的とする。

##### 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

本研究開発課題では、新規に開発する逆行性および順行性感染型ウイルスベクターを用いた光遺伝学・化学遺伝学アプローチにより、霊長類脳において神経回路選択的な活動操作・活動イメージングや、高感度逆行性あるいは順行性トレーシングをより効果的かつ安定的に遂行するための先端技術を確立すること、更に、新規ウイルスベクターとベクターデリバリーシステムの開発により、霊長類において非侵襲的かつ全脳的な遺伝子導入を実現し、当該技術を利用して遺伝子改変モデルマーモセットを作出することを目標とする。

##### 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

本研究開発課題では、1) 光刺激による線条体・側坐核局在投射ドーパミンニューロンの同定法と、2) ドーパミンニューロン特異的かつ神経路選択的光刺激のためのベクターシステムを開発する。1) については、霊長類ドーパミン神経系において高い逆行性遺伝子導入効率を示すアデノ随伴ウイルスベクターに光感受性機能タンパクの遺伝子を組み込み、機能タンパクが実際にサルのドーパミンニューロンに導入されるかを検証する。また、2) については、前年度にチロシン水酸化酵素プロモータを搭載したアデノ随伴ウイルスベクターを注入したサルの黒質に光刺激を実施し、ドーパミンニューロンの光刺激による活動変化効率を検証するとともに、ドーパミンニューロン特異性と遺伝子長の観点からチロシン水酸化酵素プロモータの最適化をおこなう。

##### 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, 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)

ムコ多糖症 I 型自然発症サルがこれまでに 4 頭出現している若桜群に関して、IDUA 遺伝子の SNP 解析を進めた (死亡個体を含め、現在 176 頭)。酵素補充療法実験の対象個体を個別飼育に移し、各種検査を実施した。ガーゴイル様顔貌、皮膚の肥厚や骨変形はすでに発症しているが、四肢の関節の固縮はまだ生じていないことが確認できた。

##### 光操作による神経ネットワーク解析技術の開発

井上謙一

効果的な光刺激を実現する遺伝子導入手法として、新規改変 AAV ベクター(AAV2.1)を開発し、同ベクターが、霊長類において高い神経細胞選択性と外来遺伝子発現能を有し、霊長類における効率的かつ安定的な神経活動操作・計測を実現することを実証した。また、光ファイバー出射ポート付きの多点電極を利用して、上丘の一点における前頭眼野ニューロンの軸索刺激に対する上丘の全層からのニューロン記録を試みたところ、これに一部成功し、前頭眼野—上丘投射系の光刺激による上丘活動の変化様式が固視課題時とサッカー課題時で大きく異なること、刺激効果は比較的長期間持続することなどが示唆された。さら



に、ドイツ・フライブルグ大学との共同研究により、マイクロ高輝度 LED を実装した刺激用シリコンプローブと記録用プローブをスタック結合させた刺激・記録プローブを開発し、ラットにおいて層選択的な光刺激と多層からの神経活動記録を実現した。

## 霊長類におけるニューロン種選択的な遺伝子発現制御技術の開発

井上謙一

霊長類におけるニューロン種選択的な遺伝子発現のための候補プロモーター配列を GFP 発現 LV ベクターに挿入し、マウスを利用した候補プロモーターの絞り込みを行った結果、高い特異性を持つプロモーターが複数同定され、その成果を BBRC 誌に発表した。次いで、霊長類における検証を行った結果、一部において比較的高い特異性を持つプロモーターが得られた。また、ゲノム編集技術を利用したニューロン種選択的な遺伝子発現の開発として、Tet-Off システムを利用したベクターシステムを構築し、様々な発現制御配列を組み込んだ AAV ベクターにおいて、マウス  $\beta$  III チューブリン下流に GFP を挿入する系で高いノックイン効率を示す Cas9 発現ベクターを探索する実験を行った結果、高いノックイン効率を示す組み合わせを得た。また、マーモセットチューブリン 3 遺伝子下流への GFP ノックインの系で HITI によるノックインが起きていることを確認した。さらに、マーモセット新生児における全脳的な遺伝子導入法に適したウイルスベクターの開発を進め、静脈からの注入で高効率なニューロンへの遺伝子導入を実現する新規ベクター系を見いだすと同時に、チューブリン 3 遺伝子下流への GFP ノックインの系で、効率は低いものの、静脈内注入によりニューロンにおける GFP ノックインを実現することに成功した。

## 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

感染伝播速度を低下させた高発現型 RV ベクターの回収を行い、同ベクターを用いた逆行性越シナプス的トレーシングと、Tet-Off 法を利用した超高発現型 AAV ベクターによる軸索トレーシングの同時適用による入出力同時解析法の確立の為に検証実験を運動前野の上肢領域を対象として実施した。その結果、同時注入により超高発現型 AAV ベクターの発現が減弱することが確認されたため、これを克服するためにより感染伝播速度を低下させた RV ベクターの回収実験を実施している。また、手続き学習課題としてカーソルを正しい経路でゴールまで動かすと報酬が得られる迷路課題を考案し、研究分担者の東京工業大学小池教授と共同で、詳細かつ精微な運動の自動解析を可能とする、力覚フィードバックデバイス (Spider) を利用した迷路課題装置の開発を行った。

## 霊長類うつ病モデルを用いた「セロトニン 1B レセプター仮説」の検証

山中創

うつ状態の行動学的評価の具体的な方法論について検討し、マーモセットを対象にした多数のテストを組み合わせた多面的なテストバッテリーシステムを構築した。ヒトにうつ病を惹起する薬剤レセルピンをマーモセット 9 頭に投与し、6 種のテストを組み込んだテストバッテリーを毎日実施し、各テスト指標の経時変化を調べた。その結果、レセルピン高感受性個体がスクリーニングされ、その出現率は臨床でのうつ病発症率とほぼ同値であった。テストバッテリーの有用性だけでなく、霊長類を対象とする場合の必要不可欠な知識と戦略を明確にすることができた。

## スキルを制御する大脳基底核回路の解明

網田英敏

スキルを制御する大脳基底核回路メカニズムを解明するため、ペリニューロナルネットと呼ばれる細胞外マトリックス構造に着目し、マカクザルのペリニューロナルネットの局在を組織学的に明らかにした。また、タッチパネル式装置を開発・導入し、ケージ内でサルスキルを評価するための実験系を確立した。次年度は、ペリニューロナルネットを薬理的に除去したときにサルのスキルがどのように変化するかを解析する。

## <研究業績>

### 原著論文

Sugiyama Y, Oishi T, Yamashita A, Murata Y, Yamamoto T, Takashima I, Isa T, Higo N 2018: Neuronal and Microglial Localization of Secreted Phosphoprotein 1 (Osteopontin) in Intact and Damaged Motor Cortex of Macaques. Brain Research 1714: 52-64.

- # Kawai T, Yamada H, Sato N, Takada M, Matsumoto M 2019: Preferential representation of past outcome information and future choice behavior by putative inhibitory interneurons rather than putative pyramidal neurons in the primate dorsal anterior cingulate cortex. *Cereb Cortex* 29: 2339-2352.
- Nagai Y, Nishitani N, Yasuda M, Ueda Y, Fukui Y, Andoh C, Shirakawa H, Nakagawa T, Inoue K, Nagayasu K, Kasparov S, Nakamura K, Kaneko S 2019: Identification of neuron-type specific promoters in monkey genome and their functional validation in mice. *Biochem Biophys Res Commun* 518: 619-624.
- Murakami J, Tachibana Y, Akiyama S, Kato T, Taniguchi A, Nakajima Y, Shimoda M, Kano Y, Takada M, Nambu A, Yoshida A 2019: Oral splint ameliorates tic symptoms in patients with tourette syndrome. *Movement Disorders* 34: 1577-1578.
- # Kubota S, Sidikejiang W, Kudo M, Inoue K, Umeda T, Takada M, Seki K 2019: Optogenetic recruitment of spinal reflex pathways from 1 large-diameter primary afferents in non-transgenic rats transduced with AAV9/Channelrhodopsin 2. *J Physiol* 597: 5025-5040.
- # Ninomiya T, Inoue K, Hoshi E, Takada M 2019: Layer specificity of inputs from supplementary motor area and dorsal premotor cortex to primary motor cortex in macaque monkeys. *Sci Rep* 9: 18230.
- Kikuta S, Iguchi Y, Kakizaki T, Kobayashi K, Yanagawa Y, Takada M, Osanai M 2019: Store-operated calcium channels are involved in spontaneous slow calcium oscillations in striatal neurons. *Front Cell Neurosci* 13: 547.
- Amita H, Hikosaka O 2019: Indirect pathway from caudate tail mediates rejection of bad objects in periphery. *Science advances*. 5, eaaw9297.
- Hikosaka O, Yasuda M, Nakamura K, Isoda M, Kim HF, Terao Y, Amita H, Maeda K 2019: Multiple neuronal circuits for variable object-action choices based on short- and long-term memories. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 116, 26313-26320.

#### 学会発表

- Inoue K. Neuronal and behavioural modulations by pathway-selective optogenetic stimulation of the primate oculomotor system. The Kyoto Symposium on the Eye and Head Movement Control Systems (2019/4/21) Kyoto University、京都府京都市.
- # Suzuki M, Inoue K, Nakagawa H, Isa T, Takada M, Nishimura Y. Macaque ventral midbrain facilitates the output to forelimb muscles via the primary motor cortex. 29th Annual Meeting of Neural Control of Movement (2019/4/24-4/27) Toyama International Conference Center、富山県富山市.
- # Labuguen R, Bardeloza DK, Blanco SN, Matsumoto J, Inoue K, Shibata T. Primate Markerless Pose Estimation and Movement Analysis Using DeepLabCut. Joint 2019 8th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV) & 3rd International Conference on Imaging, Vision & Pattern Recognition (IVPR) (2019/5/20-6/2) Eastern Washington University, Washington, USA.
- # Nagai Y, Miyakawa N, Takuwa H, Hori H, Oyama K, Ji B, Takahashi M, Haung XP, Slocum ST, Xiong Y, Hirabayashi T, Fujimoto A, Mimura K, English JG, Liu J, Inoue K, Kumata K, Seki C, Ono M, Shimojo M, Zhang MR, Tomita Y, Suhara T, Takada M, Higuchi M, Jin J, Roth BL, Minamimoto T. A novel ligand “deschloroclozapine” selectively visualizes and activates chemogenetic receptors in non-human primates. *Brain and BrainPET 2019* (2019/7/4-7/7) パシフィコ横浜、神奈川県横浜市.
- # Fang Y, Hatanaka G, Inagaki M, Takeuchi RF, Inoue K, Takada M, Fujita I. Combined use of intrinsic optical imaging and 2-photon Ca<sup>2+</sup> imaging for determining distribution of stimulus-specific responses across macro-architecture in macaque visual cortex. 15th Asia-Pacific Conference on Vision (2019/7/29-8/1) 立命館大学、大阪府茨木市.
- # Inagaki M, Inoue K, Takada M, Fujita I. Fast subcortical processing of emotional faces: evidence from physiology and anatomy in macaque monkeys. 42nd edition of the European Conference on Visual Perception (ECPV 2019) (2019/8/25-8/29) Leuven, Belgium.
- # Hatanaka G, Fang Y, Inagaki M, Takeuchi R, Inoue K, Takada M, Fujita I. Combined application of multiscale calcium imaging with GCaMP6s and intrinsic signal optical imaging in macaque visual cortex. 第42回日本神経科学大会(2019/7/25) 朱鷺メッセ、新潟県新潟市.
- # Kudo M, Wupuer S, Inoue K, Takada M, Seki K. DRG cells in Common marmoset: their contrasting property in the cell size and cell type specificity of gene delivery by AAVs. 第42回日本神経科学大会 (2019/7/25) 朱鷺メッセ、新潟県新潟市.
- # Miyakawa N, Nagai Y, Hori Y, Matsuo T, Suzuki T, Inoue K, Takada M, Suhara T, Kawasaki K, Minamimoto T. Chemogenetic activation of the amygdala specifically disrupts the representation of socio-emotional information in the macaque ventral visual cortex. 第42回日本神経科学大会 (2019/7/26) 朱鷺メッセ、新潟県新潟市.
- # Yamanaka H, Takata Y, Nakagawa H, Yamashita T, Takada M. Effect of repetitive transcranial magnetic

stimulation combined with anti-RGMA antibody treatment on functional recovery after spinal cord injury in macaques. 第 42 回日本神経科学学会・第 62 回日本神経化学学会大会合同大会 (2019/7/26) 朱鷺メッセ、新潟県新潟市.

# Oyama K, Hori Y, Nagai Y, Hirabayashi T, Miyakawa N, Fujimoto A, Mimura K, Inoue K, Eldridge A M, Saunders C R, Suhara T, Takada M, Higuchi M, Richmond J B, Minamimoto T. DREADD inactivation of orbitofrontal cortex revealed its critical role in reward-based adaptive decision making in monkeys. 第 42 回日本神経科学大会 (2019/7/27) 朱鷺メッセ、新潟県新潟市.

Oh J, Takada M, Amemori K. Neurons in the primate nucleus accumbens dissociate motivation and value under the approach-avoidance decision-making. 第 42 回日本神経科学大会 (2019/7/27) 朱鷺メッセ、新潟県新潟市.

Ueno-Nigh R L, Oishi T, Takada M. Developing an automated system for behavioral analyses of a parkinsonian model marmoset. 第 42 回日本神経科学大会 (2019/7/28) 朱鷺メッセ、新潟県新潟市.

網田英敏: 報酬価値にもとづくサッケードを生み出す基底核神経路メカニズム. 第 34 回日本大脳基底核研究会 (2019/8/25) 皆生グランドホテル、鳥取県米子市.

Takata Y, Nakagawa H, Yamanaka H, Takada M. Elucidating the neural plasticity underlying functional recovery after spinal cord injury in primates. Neuroscience 2019 (2019/10/19) Chicago, USA.

Maeda K, Inoue K, Takada M, Hikosaka O. Pathway-selective optogenetic modulation of amygdala-basal ganglia circuits in macaque monkeys. Neuroscience 2019 (2019/10/20) Chicago, USA.

# Otsuka Y, Tsuge H, Uesono S, Tanabe S, Fujiwara M, Miwa M, Kato S, Nakamura K, Kobayashi K, Inoue K, Takada M. Retrograde gene transfer efficiency and inflammatory response of two types of lentiviral vectors in the motor cortex input system of nonhuman primates and rodents. Neuroscience 2019 (2019/10/21) Chicago, USA.

# Kimura K, Nagai Y, Tanabe S, Zheng A, Fujiwara M, Nakano M, Minamimoto T, Inoue K, Takada M. The modified adeno associated virus vectors enable neuron specific efficient gene transduction in the primate brain. Neuroscience 2019 (2019/10/21) Chicago, USA.

## 講演

Inoue K. Manipulation of primate neural networks by means of modified viral vectors. Molecular Genetic Tools for the Study of Neural Circuits summer school (2019/8/11-8/18) Tromsø, Norway.

大石高生. 霊長類脳科学: ヒトの脳はサルの脳とどう違うのか、なぜ違うのか. 京都大学サマースクール (2019/8/17) 京都大学百周年時計台記念館、京都府京都市.

井上 謙一. 霊長類における光遺伝学を利用した神経回路操作. 日本動物学会第 90 回大阪大会(2019/9/13) 大阪市立大学、大阪府大阪市.

網田英敏. 価値に基づく眼球運動を制御する大脳基底核神経路. 生理研研究会 「行動の多様性を支える神経基盤とその動作様式の解明」 (2019/12/13) 生理学研究所、愛知県岡崎市.

## ゲノム細胞研究部門

### 3.1.9 ゲノム進化分野

#### <研究概要>

##### キツネザル類の苦味受容体の機能解析

糸井川壯大、鈴木-橋戸南美（中部大学）、早川卓志（北海道大学）、Morgan E. Chaney、Anthony J. Tosi（以上ケント州立大学）、Fabrizio Fierro、Masha Y. Niv（以上ヘブライ大学）、今井啓雄  
キツネザル類の苦味受容体 TAS2R16 の機能解析を行った。種間で機能の差が観察されたため、その差を生み出すアミノ酸残基を同定し、モデリングも行った。

##### 消化管内味覚受容体の発現解析

林 美紗、稲葉明彦、岩槻健（東京農業大学） 伯川美穂、今井啓雄  
消化管内で味覚受容体やその関連分子の発現解析を、RT-qPCR や免疫組織染色等により進めている。マカク類については、ヒトと同様の発現パターンが得られたことから、ヒトのモデルとして比較できる可能性を示した。また、機械感覚受容体やミネラル受容体との関連についても検討中である。

##### スラウエシマカク類のゲノム解析

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）、糸井川壯大、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、ゲノム解析を進めている。TAS2R38 についてはいくつかの種で特異的な変異が見つかったため、行動実験と機能解析実験をしたところ、機能が減弱している種や個体の存在を報告した。また、毛色に関する遺伝子機能の種間差も検討した。

##### 精巣における味覚受容体の発現と季節性の検討

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、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ている。

##### 味覚受容体の機能と食行動の関連

今井啓雄、Yan Xiaochan、梅村美穂子、友永雅己（思考言語分野）、Laurentia Purba（ボゴール農科大学）  
ヒトやチンパンジー、マカク類やコロブス類の苦味受容体の機能を培養細胞系で比較検討すると共に、食行動との関連を考察した。

##### 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、井藤晴香、今村拓也（九州大学）、一柳健司（名古屋大学）、平井啓久、今井啓雄、今村公紀  
チンパンジー iPS 細胞の初期神経発生動態について、トランスクリプトームおよびニューロン分化能の継時的解析を行った。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の継時的解析や、チンパンジーとヒトの iPS 細胞におけるヒストン修飾状態の比較解析を行った。

##### チンパンジー iPS 細胞を用いた神経堤細胞の分化誘導

小塚大揮、今村公紀  
チンパンジー iPS 細胞から神経堤細胞への分化誘導を行い、その過程における遺伝発現の継時的な解析を実施した。

#### <研究業績>

##### 原著論文

Kitajima R, Nakai R, Imamura T, Kameda T, Kozuka D, Hirai H, Ito H, Imai H, Imamura M. (2020) Modeling of early

- neural development in vitro by direct neurosphere formation culture of chimpanzee induced pluripotent stem cells. *Stem Cell Research* 44, 101749
- Lin Z.Y.C, Nakai R, Hirai H, Kozuka D, Katayama S, Nakamura S, Okada S, Kitajima R, Imai H, Okano H, Imamura M. (2020) Reprogramming of chimpanzee fibroblasts into a multipotent cancerous but not fully pluripotent state by transducing iPSC factors in 2i/LIF culture. *Differentiation* 112, 67-76
- Imai H, Hakukawa M, Hayashi M, Iwatsuki K, Masuda K. (2020) Expression of bitter taste receptors in the intestinal cells of non-human primates. *Int. J. Mol. Sci.* 21, 902
- Purba L.H.P.S, Widayati K.A, Suzuki-Hashido N, Itoigawa A, Hayakawa T, Nila S, Juliandi B, Suryobroto B, Imai H. (2020) Evolution of the bitter taste receptor TAS2R38 in colobines. *Primates* 61, 485–494.
- Bogutz A.B, Brind'Amour J, Kobayashi H, Jensen K. N, Nakabayashi K, Imai H, Lorincz M.C, Lefebvre L. (2019) Evolution of imprinting via lineage-specific insertion of retroviral promoters *Nature Commun.* 10, 5674.
- Katayama K, Imai H, Kandori H (2019) FTIR Study of S180A Mutant of Primate Red-sensitive Pigment. *Chem. Lett.* 48, 1142-1144.
- Widayati K.A, Yan X, Suzuki-Hashido N, Itoigawa A, Purba L. H. P. S, Fahri F, Terai Y, Suryobroto B, Imai H. (2019) Functional divergence of bitter receptor TAS2R38 in Sulawesi macaques. *Ecology and Evolution* 9, 10387-10403.
- Itoigawa A, Hayakawa T, Suzuki-Hashido N, Imai H.(2019) A natural point mutation in the bitter taste receptor TAS2R16 causes inverse agonism of arbutin in lemur gustation. *Proc. R. Soc. B* 286, 20190884.

## 学会発表

- Akihiro Itoigawa, Febrizio Fierro, Morgan E. Chaney, Takashi Hayakawa, Anthony J. Tosi, Masha Y. Niv, Hiroo Imai  
Decreased sensitivity of the bitter taste receptor TAS2R16 to  $\beta$ -glucosides in the dietary specialized bamboo lemurs  
The 18th International Symposium on Molecular and Neural Mechanisms of Taste and Olfactory Perception  
(ISMNTOP2019) 2019/11/3
- Hiroo Imai. Feeding behaviors of animals and sense of taste. The 14th International Conference on Environmental Enrichment. 2019/6/23
- Hiroo Imai. The sensory ecology of food detection and selection by wild primates, roles of taste and olfaction. The 10<sup>th</sup> international Congress of Comparative Physiology and Biochemistry. 2019/8/5
- Hiroo IMAI Evolution of taste receptors in primates. 第48回内藤カンファレンス 感覚系サイエンスの最前線 — 痛覚、痒覚、嗅覚、味覚 2019/10/10
- Misa HAYASHI Population of gustducin-containing intestinal epithelial cells in large intestine of primates. 第48回内藤カンファレンス 感覚系サイエンスの最前線 — 痛覚、痒覚、嗅覚、味覚 2019/10/10
- Misa Hayashi, Mizuho Kido, Miho Hakukawa, Hiroo Imai. Expression pattern of gustducin in the intestinal epithelial cells in cecum and large intestine of primates 日本比較生理生化学会第41回大会 2019/11/30
- Xiaochan Yan, Kanthi Arum Widayati, Nami Suzuki-Hashido, Laurentia Henrieta Permita Sari Purba, Akihiro Itoigawa, Fahri Bajebber, Bambang Suryobroto, Yohey Terai, Hiroo Imai. Functional divergence of bitter taste receptor TAS2R38 in Sulawesi Macaques, The 14th International Conference on Environmental Enrichment. 2019/6/22
- Xiaochan Yan, Kanthi Arum Widayati, Nami Suzuki-Hashido, Fahri Bajebber, Akihiro Itoigawa, Laurentia Henrieta Permita Sari Purba, Bambang Suryobroto, Yohey Terai, Hiroo Imai. Functional divergence of bitter taste receptor TAS2R38 in Sulawesi Macaques. 第34回日本霊長類学会大会 2019/7/13
- Xiaochan Yan, Kanthi Arum Widayati, Laurentia Henrieta Permita Sari Purba, Bambang Suryobroto, Yohey Terai, Hiroo Imai. Evolutionary and phylogeographic views on coat color in Sulawesi macaques in Sulawesi Island, Indonesia, The 12nd PWS symposium. 2019/9/20
- Xiaochan Yan, Kanthi Arum Widayati, Nami Suzuki-Hashido, Laurentia Henrieta Permita Sari Purba, Akihiro Itoigawa, Fahri Bajebber, Bambang Suryobroto, Yohey Terai, Hiroo Imai. Diversification of Phenylthiocarbamide (PTC) bitter perception in four allopatric species in Sulawesi island, Indonesia, The 16th Academic Annual conference of Chinese Primatological Society. 2019/11/1
- Xiaochan Yan, Kanthi Arum Widayati, Laurentia Henrieta Permita Sari Purba, Fahri Bajebber, Bambang Suryobroto, Yohey Terai, Hiroo Imai. Evolutionary and phylogeographic views on Melanocortin-1 receptor (MC1R) in Sulawesi macaques, The 16th Academic Annual conference of Chinese Primatological Society. 2019/11/1
- Xiaochan Yan, Kanthi Arum Widayati, Nami Suzuki-Hashido, Laurentia Henrieta Permita Sari Purba, Akihiro Itoigawa, Fahri Bajebber, Bambang Suryobroto, Yohey Terai, Hiroo Imai. Independent loss of bitter taste sensitivity to phenylthiocarbamide (PTC) of Sulawesi macaques, The 67th Annual Meeting of the Ecological Society of Japan. 2020/3/4.
- 糸井川壮大, 早川卓志, 今井啓雄. 葉食性キツネザルにおける苦味受容体 TAS2R16 の機能進化. 第34回日本霊長類学会大会 2019/7/13
- 糸井川壮大, 早川卓志, 今井啓雄. ジェントルキツネザルにおける苦味受容体 TAS2R16 のタケ食への機能適応. 日本味と匂学会第53回大会 2019/9/17
- 糸井川壮大, 早川卓志, 橋戸南美, 今井啓雄. キツネザル科霊長類に見られるアルブチンによる苦味受容体 TAS2R16 の機能抑制とその進化的起源. 異分野融合による次世代光生物学研究会 2019/11/7

糸井川壮大, Fabrizio Fierro, Morgan E. Chaney, 早川卓志, Anthony J. Tosi, Masha Y. Niv, 今井啓雄. ジェントルキツネザルにおける苦味受容体の機能進化：種特異的のアミノ酸置換がもたらすタケ食への味覚適応. 第 64 回プリマーテス研究会 2020/1/25

稲葉 明彦, 篠澤 章久, 有永 理峰, 熊木 竣佑, 伯川 美穂, 林 美紗, 今井 啓雄, 山根 拓実, 大石 祐一, 岩槻 健. 霊長類消化管オルガノイドにおける培養条件最適化の検討. 日本味と匂学会第 53 回大会 2019/9/17

稲葉明彦, 有永理峰, 早津徳人, 岡崎康司, 遠藤高帆, 今井啓雄, 山根拓実, 大石祐一, 岩槻健. サル消化管オルガノイドを用いた霊長類特異的 Tuft 細胞機能の探索. 日本農芸化学会 2020 年度大会, 福岡 2020/3/26

今井 啓雄. 霊長類感覚受容体の機能解析. 異分野融合による次世代光生物学研究会 2019/11/7

杉山宗太郎, 糸井川壮大, 今村公紀, 今井啓雄. アカゲザル(*Macaca mulatta*)における季節性の精巣発達と味覚受容体の関係. 第 64 回プリマーテス研究会, 日本モンキーセンター, 愛知 2020/1/25

仲井理沙子, リンザッカリーユーチン, 平井啓久, 小塚大揮, 片山聖也, 中村紳一郎, 岡田佐和子, 北島龍之介, 今井啓雄, 岡野栄之, 今村公紀. iPSC 初期化因子導入による 2i/LIF 培養条件下でのチンパンジー線維芽細胞のリプログラミング. 第 42 回日本分子生物学会年会, 福岡国際会議場, 福岡 2019/12/5

平田真由, 一柳朋子, 橋本拓磨, 今村公紀, 一柳健司. ヒトおよびチンパンジー iPSC 細胞を用いたヒストン修飾の比較解析. 第 42 回日本分子生物学会年会, 福岡国際会議場, 福岡 2019/12/5

## 講演

今井啓雄. 食行動と味覚受容体. うま味研究会 公開シンポジウム 「うま味と味覚嗜好性」 2019/6/7

今村公紀. 霊長類 iPSC 細胞を用いたヒト進化生物学/進化医学. 中部幹細胞クラブシンポジウム 2019 「『幹細胞人類学』-幹細胞でヒトの発生・生理・疾患・進化を理解する-」. 名古屋大学, 愛知. 2019/9/20

今村公紀. iPSC 細胞×霊長類学で拓がる研究. NBRP ニホンザル 第 15 回公開シンポジウム「ニホンザル研究～ここがおもしろい～」. ソラシティカンファレンスセンター, 東京. 2019/8/19

## 総説

今村公紀, 仲井理沙子. チンパンジーの細胞をリプログラミング - iPSC細胞作製の副産物が示す神経堤細胞様の特性. *academist Journal*, 2020/2/20

## 報道

今井啓雄 NHK スペシャル「食の起源」第 5 回 2020 年 2 月 23 日初回放送

### 3.1.10 細胞生理分野

#### <研究概要>

#### 夜行性への適応をもたらすゲノムの変化：核内レンズの獲得に要する時間

古賀章彦

夜行性の哺乳類で、視細胞の核が特殊な構造をとることで夜間視力の増強をもたらす現象が、広くみられる。特殊な構造とは、細胞核の中央部での、ヘテロクロマチン（タンパクをコードする遺伝子をほとんど含まない領域）の凝集である。細胞一般ではヘテロクロマチンは、核の周縁部に追いやられているが、桿体細胞（微弱な光を捕らえる視細胞）でのみ、中央部での凝集が起こる。この構造物がレンズとして機能し（以後、核内レンズと称する）、光を効率よく集める。

真猿亜目（ヒト、アカゲザル、マーモセット、リスザルなどを含む大きなグループ）は昼行性である中、ヨザル（夜猿）は唯一の例外で、夜行性を示す。昼行性から夜行性に移行したものであり、形態・生理・行動などに、移行に伴う変化がみられる。変化の1つに、桿体細胞での核内レンズの獲得がある。その構造や起源の研究を、5年ほど前より行っている。

本年度は、獲得に要する時間に焦点を当てた。マーモセットは、ヨザルと系統的に近い関係にある。そしてマーモセットは核内レンズをもたない。このため、核内レンズの獲得が始まったのはこの2種が分岐して以降のことと考えてよい。分岐が起こったのは約2千万年前と推定されている。核内レンズの獲得が完了した時期については、ヨザル属の種の系統関係を考慮することで、推測を行った。これまでに実験材料として使っていたのは、アザラヨザルである。これとは別の種であるコロンビアヨザルは、アザラヨザルと約5百万年前に分岐した。コロンビアヨザルの網膜のサンプルを用いて核内レンズの形状および構成を調べたところ、アザラヨザルと一致した。したがって、核内レンズの獲得は、約5百万年前には完了していたことになる。以上の開始および完了の時期に関する結果から、核内レンズの獲得に要する時間は最大で千5百万年であると結論した。年度末の時点で、論文発表のための原稿を作成中である。

#### マントヒヒの変異型体色パターンの原因

古賀章彦

わんぱくこうちアニマルランド（高知市が運営する動物園）で飼育しているマントヒヒのシーマは、体色が標準的なマントヒヒとは異なる。全体としては白色で、手足の先、尾、顔の前面などに褐色の着色がある。このパターンは、シャム猫に類似している。シャム猫では、このパターンの原因はチロシナーゼ遺伝子の変異であることが、わかっている。チロシナーゼは、黒色素メラニンの合成に関与する酵素であり、シャム猫では、その遺伝子の変化が原因で、302番目のアミノ酸のグリシンが、アルギニンになっている。

シャム猫のパターンに類似していることから、シーマでもチロシナーゼ遺伝子に変化が生じているという仮説を立てた。そしてシーマのゲノムDNAから、チロシナーゼ遺伝子のうちの蛋白をコードする部分を、PCR法で増幅し、塩基配列を調べた。その結果を分析し、シーマでは365番目のアミノ酸のアラニンがトレオニンになっているとの結論を得た。以上の結果を、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。2019年度は、タイ国立霊長類センターを訪問し、同センターのスチンダ所長と研究の進め方についての打合せをおこなった。その後、同センターのカニクイザルの健康診断に参加し、400頭弱の血液サンプルを採取し、同センター内に保存した。

#### サルマラリアの感染モデルに関する研究

岡本宗裕

*Plasmodium knowlesi*, *Plasmodium cynomolgi* は、共にマカク類に寄生するサルマラリアだが、近年人への感染が確認されており、特に *P. knowlesi* は第5のヒトマラリアと呼ばれるほどヒトへの感染が拡大している。しかし、ヒトの病態を再現する実験モデルは未だ確立されていない。そこで、*P. knowlesi* をコモンマ

一モセットに、*P. cynomolgi* をアカゲザルに感染させて、病態モデルとしての有用性を検討した。実験は継続中であり、2020 年度も感染個体の病態解析を実施する予定である。

#### 霊長類のウイルスに関する研究

岡本宗裕

再生・ウイルス研究所の宮沢准教授と共に、ニホンザルのフォーミーウイルスについて、地域変異を分子遺伝学的に検討し、論文として報告した。

#### 哺乳類の線虫類に関する研究

岡本宗裕

インドネシア・ボルネオ島において、スローロリスに寄生している蟯虫について遺伝学的に解析し、それらの結果を論文として報告した。また、これまでオスの形態が記載されていなかったテングザルに寄生している蟯虫について形態をしらべ、論文として報告した。これまで、ツシマヤマネコの肺に寄生している幼虫の成虫が頭蓋骨内に寄生している線虫であることを分子遺伝学的に確認し、学会で報告した。

#### 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研究を実施した。移植や人工授精に使用するレシピエント雌を確保するため、ホルモンの連続投与による雌の性周期同期化の方法を開発した。2019 年度は、ニホンザルへの 2 度の人工授精、1 度の胚移植を実施したが、妊娠個体は得られなかった。

#### 哺乳類の精巣発現遺伝子の進化

桂有加子

哺乳類 10 種類の生殖腺遺伝子の発現量の比較を行い、有胎盤哺乳類で適応進化及び機能分化にある遺伝子の探索を行った。さらに、霊長類間での比較により、種特異的な精巣発現遺伝子について調べた。その内容について学会で報告した。

#### 遺伝子重複と分子系統樹の再現性

桂有加子

ゲノム倍加により重複した遺伝子を用いて作成した分子系統樹のトポロジーの違いを評価する指標を新たに作成した。その内容について論文として報告した。

#### ヒトゲノムでのレトロウィルスの進化医学

桂有加子

ヒトに感染するレトロウィルス、ゲノム中の内在性レトロウィルスと関連疾患などについてまとめ、進化医学的アプローチの必要性について総説論文として報告した。

#### <研究業績>

##### 原著論文

\*Koga A, Hisakawa C, Yoshizawa M (2020). Baboon bearing resemblance in pigmentation pattern to Siamese cat carries a missense mutation in the tyrosinase gene. *Genome* 63: 275-279.

Thongchum R, Nishihara H, Srikulnath K, Hirai H, \*Koga A. 2019. CENP-B box, a nucleotide motif involved in centromere formation, has multiple origins in New World monkeys. *Gene & Genetic Systems* 94: 301-306.

\*Hirai H, Hirai Y, Udon T, Matsubayashi K, Tosi AJ, Koga A. 2019. Structural variations of subterminal satellite blocks and their source mechanisms as inferred from the meiotic configurations of chimpanzee chromosome termini. *Chromosome Research* 27: 321-332.

Oizumi Y, Koga A, \*Kanoh J (2019). Alpha satellite DNA-repeat OwlAlp1 forms centromeres in Azara's owl monkey. *Genes to Cells* 24: 511-517.



Frias L, Hasegawa H, Stark DJ, Lynn MS, KSS S, Nathan, Chua TH, Goossens B, Okamoto M, MacIntosh AJJ (2019). A pinworm's tale: The evolutionary history of *Lemuricola* (*Protenterobius*) *nycticebi*. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* 8: 25-32.

Miyabe - Nishiwaki T, MacIntosh AJJ, Kaneko A, Morimoto M, Suzuki J, Akari H, Okamoto M (2019). Hematological and blood chemistry values in captive Japanese macaques (*Macaca fuscata fuscata*). *Journal of Medical Primatology* 48: 338-350.

Ito A, Li T, Wandra T, Dekumyoy P, Yanagida T, Okamoto M, Budke CM (2019). Taeniasis and cysticercosis in Asia: A review with emphasis on molecular approaches and local lifestyles. *Acta Tropica* 198: 105075.

Hashimoto-Gotoh A, Yoshikawa R, Nakagawa S, Okamoto M, Miyazawa T (2020). Phylogenetic analyses reveal that simian foamy virus isolated from Japanese Yakushima macaques (*Macaca fuscata yakui*) is distinct from most of Japanese Hondo macaques (*Macaca fuscata fuscata*). *Gene* 734: 144382.

Hasegawa H, Frias L, Peter S, Noor Hassan NH, Stark DJ, Lynn MS, Sipangkui S, Goossens B, Matsuura K, Okamoto M, MacIntosh AJJ (2020). First description of male worms of *Enterobius* (*Colobenterobius*) *serratus* (Nematoda: Oxyuridae), the pinworm parasite of proboscis monkeys. *Zootaxa* 4722: 283-294.

\*Katsura Y, Nei M (2020). The Reproducibility of an Inferred Tree and the Diploidization of Gene Segregation after Genome Duplication *Genome Biology and Evolution* 12: 3792-3796

\*Katsura Y, Asai S (2019). Evolutionary Medicine of Retroviruses in the Human Genome. *American Journal of Medical Science* 358: 384-388.

## 学会発表

古賀章彦、西原秀典、平井啓久、Thongchum R、Srikulnath K. 2019. なくてもよいけれど、あれば多少は有利といえそうな、DNA の短いモチーフ. 日本進化学会第 21 回大会. 北海道大学 (札幌市)

古賀章彦. 2019. 中央アルプスの白タヌキは、黒色素合成に必須の遺伝子で、5 個のエクソンのうちの 1 個が欠けている. 日本遺伝学会第 91 回大会. 福井大学 (福井市)

\*石島栄香, 清野紘典, 岡本宗裕, 平田晴之, 浅川満彦. 徳島産ニホンザル (*Macaca fuscata*) の寄生蠕虫保有状況—国内 *Macaca* 属から検出された報告と比較して. 2019 年 8 月 31 日-9 月 1 日、第 25 回日本野生動物医学大会(山口).

\*黒澤拓斗, 兼子明久, 夏目尊好, 森本真弓, 愛洲星太郎, Vanessa Gris, Rafaela Sayuri Takeshita, 宮部貴子, 岡本宗裕, 永野昌志, 片桐成二, 柳川洋二郎. ニホンザルにおけるプロジェステロン作動薬による月経周期同期化. 2019 年 8 月 31 日-9 月 1 日、第 25 回日本野生動物医学大会(山口).

\*柳川洋二郎, 菅野智裕, 兼子明久, 今井啓雄, 片桐成二, 永野昌志, 岡本宗裕. 人工授精への使用を目指したニホンザル精子の凍結保存法の検討. 2019 年 11 月 18 日-19 日、Cryopreservation Conference 2019(つくば).

\*Sato S, Kabeya H, Fukudome Y, Takeuchi K, Suina C, Okamoto M, Sankai T, Takano J, Maruyama S. Prevalence of *Bartonella quintana* in experimental macaques in primate research centers in Japan and a unique genetic property of Japanese macaque strain MF1-1. 9th International Congress on Bartonella as Emerging Pathogen (ICBEP), 2019/9/18-20 (Paris, France)

Okamoto M, Yamanouchi M, Iwaki T, Sato Y, El-Morseay A, Yanai T. Nematodes infection in the Tsushima leopard cats: Relationship between larvae in the lung and adults in the brain. The Third Asian Wild Cat Conservation Workshop 2019, 2019/12/5-8 (Taipei and Nantou, Taiwan)

\*Katsura Y, ADAPTIVE EVOLUTION AND FUNCTIONAL DIFFERENTIATION OF TESTIS EXPRESSION GENES IN THERIA, Manchester, SMBE, 2019

\*Katsura Y, ADAPTIVE EVOLUTION AND FUNCTIONAL DIFFERENTIATION OF TESTIS EXPRESSION GENES IN THERIA, Turku, ESEB, 2019