

霊長類研究所年報

Vol. 52 (2021 年度の活動)

ANNUAL REPORTS OF THE
PRIMATE RESEARCH INSTITUTE
KYOTO UNIVERSITY

年報 Vol. 52 目次

1. 本号の内容.....	2	3.2 附属施設	
2. 研究所の概要		3.2.1 人類進化モデル研究センター.....	49
2.1 組織		3.2.2 国際共同先端研究センター.....	55
2.1.1 組織の概要.....	2	3.3 寄附研究部門	
2.1.2 運営委員.....	3	3.3.1 チンパンジー（林原）寄附	
2.1.3 構成員の内訳.....	3	研究部門.....	58
2.1.4 所員一覧.....	3	3.3.2 ワイルドライフサイエン	
2.2 予算概況.....	7	ス(名古屋鉄道)寄附研究部門.....	59
2.2.1 予算概要.....	7	3.4 交流協定.....	60
2.2.2 研究費・事業費・寄付金.....	7	3.5 学位取得者と論文題目.....	61
2.3 図書.....	14	3.6 外国人研究員.....	61
2.4 サル類飼育頭数・動態.....	15	3.7 日本人研究員・研修員.....	62
2.5 資料.....	15	3.8 霊長類学総合ゼミナール.....	62
2.6 人事異動.....	17	4. 広報活動	
2.7 海外渡航.....	17	4.1 公開講座.....	64
2.8 非常勤講師.....	17	4.2 市民公開日.....	64
2.9 リサーチ・アシスタント（RA）.....	18	4.3 オープンキャンパス・大学院ガイダンス.....	64
2.10 ティーチング・アシスタント（TA）.....	18	5. 霊長類学・ワイルドライフサイエンス・	
2.11 年間スケジュール.....	19	リーディング大学院.....	65
3. 研究教育活動		6. ナショナルバイオリソースプロジェクト（NBRP）	
3.1 研究部門及び附属施設		「ニホンザル」.....	66
3.1.1 進化系統研究部門 進化形態分野.....	20	7. 共同利用研究	
3.1.2 同 系統発生分野.....	22	7.1 概要.....	68
3.1.3 社会生態研究部門 生態保全分野.....	26	7.2 研究成果	
3.1.4 同 社会進化分野.....	29	7.2.1 計画研究.....	69
3.1.5 認知科学研究部門 思考言語分野.....	32	7.2.2 一般研究.....	81
3.1.6 同 認知学習分野.....	34	7.2.3 随時募集研究.....	100
3.1.7 神経科学研究部門 高次脳機能分野.....	35	7.3 平成31年度で終了した計画研究.....	103
3.1.8 同 統合脳システム分野.....	40	7.4 共同利用研究会.....	105
3.1.9 ゲノム細胞研究部門 ゲノム進化分野.....	44	8. 退職にあたって.....	110
3.1.10 同 細胞生理分野.....	46		

1. 本号の内容

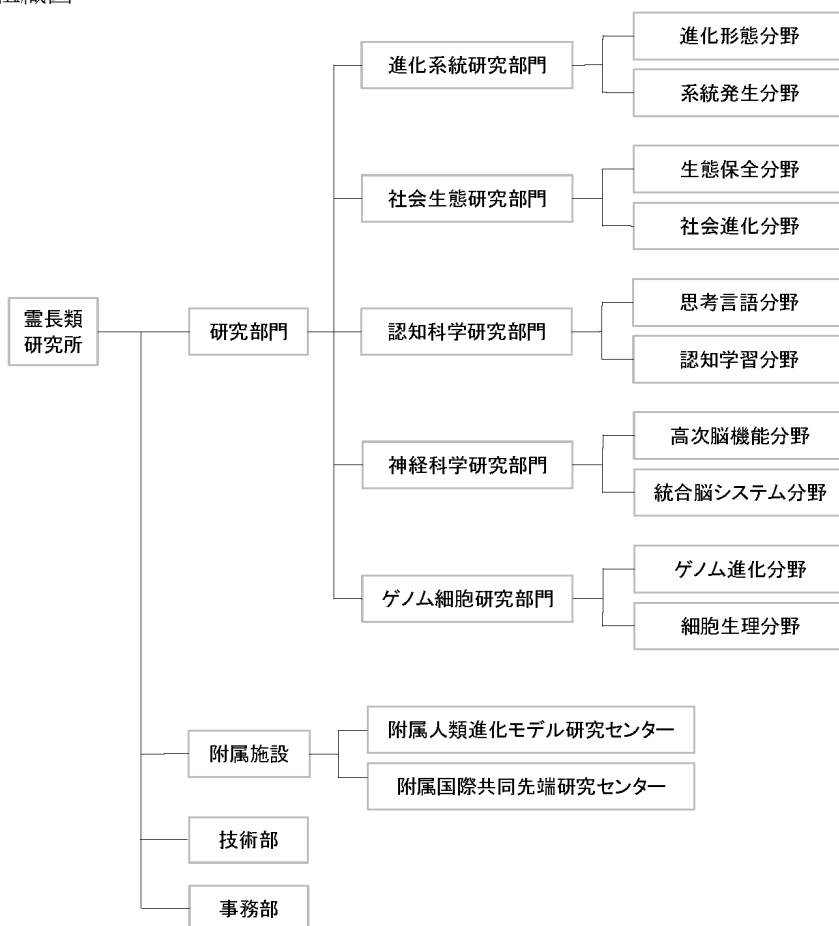
本号は、霊長類研究所年報（Vol. 52）として、2021（令和3）年度 [2021（令和3）年4月1日～2022（令和4）年3月31日] の霊長類研究所の活動等を記載しています。2022（令和4）年4月1日に、京都大学での組織再編があり、編集を終えて本号を発行する時点では、霊長類研究所の名称での部局はありません。組織再編前の1年間に関する記載でありますことに、ご留意願います。

2. 研究所の概要

2.1 組織

2.1.1 組織の概要(2022年3月31日現在)

組織図



2.1.2 運営委員

所長	湯本 貴和	
運営委員	辻井 敬亘	(京都大学副理事 (宇治・遠隔地キャンパス担当))
(順不同)	今井 啓雄	(京都大学霊長類研究所 教授)
	中村 克樹	(京都大学霊長類研究所 教授)
	中務 真人	(京都大学大学院理学研究科 教授)
	中川 尚史	(京都大学大学院理学研究科 教授)
	伊佐 正	(京都大学大学院医学研究科 教授)
	阿形 清和	(基礎生物学研究所 所長)
	五百部 裕	(梶山女学園大学人間関係学部 教授)
	河村 正二	(東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授)
	河野 礼子	(慶応義塾大学文学部 教授)
	竹ノ下 祐二	(中部学院大学看護リハビリテーション学部 教授)
	田中正之	(京都市動物園 生き物・学び・研究センター センター長)
	中村 紳一朗	(麻布大学獣医学部 教授)
	南部 篤	(生理学研究所 教授)
	藤田 志歩	(鹿児島大学共通教育センター 准教授)
事務長	鳶村 克	

2.1.3 構成員の内訳

職員の内訳

教授	准教授	助教	特定 准教授	特定 助教	特定 研究員	特定 職員	事務 職員	技術 職員	小計	非常勤 (時間)	合計
9	10	9	1	9	7	4	7	7	63	86	149

大学院学生・研究者等の内訳

博士後期課程	修士課程	特別研究学生	外国人共同研究者	特別研究員(PD)	合計
38	18	0	0	0	56

2.1.4 所員一覧(2022年3月31日現在)

進化形態分野		同	平田 和葉
准教授	平崎 鋭矢	同	豊田 直人
助教	伊藤 毅	同	中村 冠太
事務補佐員	田中 美希子		
技術補佐員	田中 美希子	生態保全分野	
技術補佐員	馬場 ゆかり	教授	湯本 貴和
大学院生	木下 勇貴	准教授	半谷 吾郎
		助教	橋本 千絵
系統発生分野		研究員 (非常勤)	澤田 晶子
教授	高井 正成	同	毛利 恵子
准教授	西村 剛	事務補佐員	杉田 悠子
研究員 (非常勤)	内藤 裕一	技術補佐員	角田 史也
事務補佐員	服部 美里	大学院生	武 真祈子
技術補佐員	片岡 敦子	同	本田 剛章
同	坪内 寿美子	同	LEE, Wanyi
大学院生	浅見 真生	同	HE, Tianmeng
同	Morgane Longuet		

社会進化分野

教授	古市 剛史
准教授	Huffman, Michael Alan
研究員 (非常勤)	戸田 和弥
大学院生	ALEJANDRO PASTRANA, Josue Samuel
同	横山 拓真
同	BROCHE JR., Nelson
同	柴田 翔平
同	李 保輪
同	Keuk, Kenneth
同	XU, Zhihoung
同	FASBENDER, David
同	徳重 江美
同	LAUNGGENG, Abudullah
同	南 俊行
同	Nikolas Ballut

思考言語分野

准教授	足立 幾磨
外国人特別研究員	GAO, Jie
大学院生	Andre Goncalves
同	徐 沈文
同	三田 歩
同	生形 咲奈

認知学習分野

准教授	後藤 幸織
大学院生	大野 邦久
同	TRIPATHI, Srishti
同	浅岡 由衣
同	KADAM, Sanjana
同	金子 杏日香

高次脳機能分野

教授	中村 克樹
准教授	宮地 重弘
特定准教授	香田 啓貴
特定助教	勝山 成美
同	鴻池 菜保
特定研究員	三輪 美樹
特定職員	鈴木 冬華
研究員 (非常勤)	岩沖 晴彦
事務補佐員	服部 美里
同	水野 名緒子
技術補佐員	落合 知恵美
同	皿井 友美子
同	沼波 晴菜
同	眞下 久美子
同	渡邊 紀子
技能補佐員	石田 恵子
大学院生	Marie Mona Claes
同	濱寄 裕介
同	戸塚 めぐみ
同	Ozan Celayir

統合脳システム分野

教授	高田 昌彦
准教授	大石 高生
助教	井上 謙一
特定助教	網田 英敏
同	兼子 峰明
同	野々村 聡
特定研究員	山中 智子
特定研究員	山中 創
研究員 (非常勤)	藤原 真紀
事務補佐員	梅村 真理子
同	野々村 あゆみ
技術補佐員	角谷 絵里
同	田中 江美子
同	中野 真由子
大学院生	大塚 友紀子
同	木村 慧
同	UENO - NIGH, Louie Richard
同	ZHENG, Andi
同	OH, Jungmin
同	YAN, Gaoge
同	高安 環
同	Li Zhuoling

ゲノム進化分野

教授	今井 啓雄
助教	今村 公紀
研究員 (非常勤)	糸井川 壮大
事務補佐員	安武 香織
技術補佐員	梅村 美穂子
大学院生	林 美紗
同	仲井 理沙子
同	YAN, Xiaochan
同	稲葉 明彦
同	杉山 宗太郎
同	沼部 令奈

細胞生理分野

教授	古賀 章彦
教授	岡本 宗裕
助教	桂 有加子
事務補佐員	澤村 育栄
技術補佐員	榎元 裕紀
大学院生	林 咲良

附属人類進化モデル研究センター

センター長・准教授 (併)	大石 高生
教授	明里 宏文
准教授	鈴木 樹理
助教	田中 洋之
同	宮部 貴子
特定助教	CORREIA CAEIRO, Catia Filipa
事務補佐員	和田 晶子
教務補佐員	岩本 由美子
技術補佐員	井戸 みゆき

同	井上 千聡
同	辻 薫
技能補佐員	柴田 夕華
同	高瀬 こがみ
同	長谷川 素子
同	前川 真紀
同	町田 聡子
同	横江 実穂子
研究支援推進員	葉栗 和枝
同	ゴドジャリ 静
同	土屋 佳代子
同	堀内 ゆかり
同	宮嶋 友子
大学院生	GRIS, Vanessa
同	TAN, Wei Keat
同	KOVBA, Anastasiia
同	Poonam
同	Keshta Abeer Mohamed Ali
同	KIDIGA, Maureen

附属国際共同先端研究センター

センター長 (併)	Huffman, Michael Alan
准教授	MACINTOSH, Andrew James
	Jonathan
助教	徳山 奈帆子
同	服部 裕子
特定助教	富谷 進
特定職員	白土 尚子
研究員 (非常勤)	打越 万喜子
事務補佐員	吉田 野枝

チンパンジー (林原) 研究部門

特定助教	竹元 博幸
技術補佐員	市野 悦子
同	高島 友子
寄附研究部門教員	川上 文人
同	藤澤 道子

ワイルドライフサイエンス (名古屋鉄道)

研究部門

特定研究員	岡部 直樹
同	北原 愛子
同	新宅 勇太
同	廣澤 麻里
寄附研究部門教員	中村 美穂

NBRP (ニホンザル)

教授 (兼)	中村 克樹
特定助教	東濃 篤徳
特定職員	佐野 素子
研究員 (非常勤)	伯川 美穂
同	濱井 美弥
技能補佐員	各務 詩乃
同	金 玲花
同	黒澤 拓斗
同	佐々木 敬子

同	辻 勝久
同	常盤 准子
教務補佐員	熊谷 かつ江

技術部

技術専門職員	兼子 明久
同	橋本 直子
同	前田 典彦
同	森本 真弓
技術職員	愛洲 星太郎
同	夏目 尊好
同	山中 淳史

所長室

所長	湯本 貴和
事務補佐員	杉田 悠子

事務部

事務長	畷村 克
事務長補佐	山崎 義文

総務掛

掛長	樋口 雅之
事務職員	新宅 優有
特定職員	林 知佳
事務補佐員	石田 直也
同	大重 佳美
同	竹内 恵子
同	広瀬 里江子
同	松澤 美津子

宿泊棟

労務補佐員	野村 幸子
-------	-------

研究助成掛

掛長	松野 友紀
主任	戸田 順子
事務補佐員	田島 愛
同	寺田 律子
同	藤井 妙子

図書室

主任 (兼)	高井 一恵
事務補佐員	渡邊 純子

会計掛

掛長 (兼)	山崎 義文
主任	服部 正昭
事務補佐員	石田 知子
同	村瀬 江美

多目的ホール

労務補佐員	額瀨 里恵
同	橋本 恵美
同	牧村 徳子
同	松本 公恵

同 堤 元美

大学院生(2022. 3. 31)

生物科学専攻(霊長類学・野生動物系)

学年 氏名 [指導教員]
D3 浅見 真生 [高井 正成、半谷 吾郎]
D3 Andre Goncalves
[足立 幾磨、
A. J. J. MACINTOSH]
D3 大野 邦久 [古市 剛史、平崎 鋭矢]
D3 武 真祈子 [湯本 貴和、今井 啓雄]
D3 林 美紗 [今井 啓雄、大石 高生]
D3 ALEJANDRO PASTRANA, Josue Samuel
[M. A. Huffman、足立 幾磨]
D3 本田 剛章 [半谷 吾郎、古賀 章彦]
D3 横山 拓真 [古市 剛史、高井 正成、
橋本 千絵]
D3 BROCHE JR., Nelson
[M. A. Huffman、大石 高生]
D3 TRIPATHI, Srishti
[後藤 幸織、M. A. Huffman
足立 幾磨]
D3 大塚 友紀子 [高田 昌彦、中村 克樹、
井上 謙一]
D3 木村 慧 [高田 昌彦、中村 克樹、
井上 謙一]
D3 GRIS, Vanessa Nadine
[鈴木 樹理、宮部 貴子、
A. J. J. MACINTOSH]
D3 柴田 翔平 [古市 剛史、宮部 貴子、
橋本 千絵]
D3 仲井 理沙子 [今井 啓雄、大石 高生、
今村 公紀]
D3 YAN, Xiaochan [今井 啓雄、M. A. Huffman]
D3 LEE, Wanyi [半谷 吾郎、西村 剛]
D3 HE, Tianmeng [半谷 吾郎、西村 剛]
D3 UENO - NIGT, Louie Richard
[高田 昌彦、中村 克樹、
井上 謙一]
D2 ZHENG, Andi [高田 昌彦、中村 克樹、
井上 謙一]
D2 李 保輪 [古市 剛史、服部 裕子]
D2 稲葉 明彦 [今井 啓雄、大石 高生]
D2 木下 勇貴 [平崎 鋭矢、高井 正成]
D2 KEUK, Kenneth [A. J. J. MACINTOSH、
宮部 貴子]
D2 徐 沈文 [足立 幾磨、
A. J. J. MACINTOSH]
D2 OH, Jungmin [高田 昌彦、中村 克樹]
D2 XU, Zhihong [A. J. J. MACINTOSH、

岡本 宗裕]

D2 TAN, Wei-Keat [明里 宏文、鈴木 樹里]
D1 浅岡 由衣 [後藤 幸織、足立 幾磨]
D1 YAN, Gaoge [高田 昌彦、中村 克樹]
D1 三田 歩 [足立 幾磨、田中 洋之]
D1 杉山 宗太郎 [今井 啓雄、大石 高生]
D1 FASBENDER, David
[古市 剛史、足立 幾磨、
橋本 千絵]
D1 徳重 江美 [古市 剛史、橋本 千絵、
岡本 宗裕]
D1 Poonam [明里 宏文、鈴木 樹理]
D1 KADAM, Sanjana [後藤 幸織、M. A. Huffman]
D1 Marie Mona Claes
[後藤 幸織、古市 剛史]
D1 Morgane Longuet [高井 正成、古市 剛史]
M2 KOVBA, Anastasiia
[明里 宏文、鈴木 樹里]
M2 LAUNGGENG, Abudullah
[A. J. J. MACINTOSH、
岡本 宗裕]
M2 金子 杏日香 [後藤 幸織、古市 剛史]
M2 高安 環 [高田 昌彦、中村 克樹]
M2 戸塚 めぐみ [中村 克樹、古賀 章彦]
M2 沼部 令奈 [今井 啓雄、後藤 幸織]
M2 濱寄 裕介 [中村 克樹、橋本 千絵]
M2 林 咲良 [古賀 章彦、西村 剛]
M2 平田 和葉 [高井 正成、伊藤 毅]
M2 南 俊行 [古市 剛史、足立 幾磨]
M1 生形 咲奈 [足立 幾磨、古市 剛史]
M1 豊田 直人 [西村 剛、伊藤 毅]
M1 中村 冠太 [西村 剛、田中 洋之]
M1 Keshta Abeer Mohamed Ali
[明里 宏文、鈴木 樹理]
M1 Li Zhuoling [高田 昌彦、中村 克樹、
井上 謙一]
M1 Nikolas Ballut [古市 剛史、平崎 鋭矢]
M1 Ozan Celayir [中村 克樹、古市 剛史]
M1 Kidiga Maureen [明里 宏文、宮部 貴子]

研究支援推進員

氏名 採用期間
葉栗 和枝 2021/04/01-2022/03/31
ゴドジャリ 静 2021/04/01-2022/03/31
土屋 佳代子 2021/04/01-2022/03/31
堀内 ゆかり 2021/04/01-2022/03/31
宮嶋 友子 2021/04/01-2022/03/31

2.2 予算概況

2.2.1 予算概要 (金額の単位は千円)

運営費交付金	人件費	456,468
	物件費	308,734
	計	765,202
外部資金	受託研究費 (12 件)	131,285
	受託事業費 (3 件)	2,537
	共同研究費 (5 件)	12,300
	文部科学省・日本学術振興会科学研究費助成事業等 (85 件)	215,064
	研究開発施設共用等促進費補助金 (1 件)	84,030
	研究大学強化促進事業 (3 件)	4,544
	国立大学改革強化推進補助金 (1 件)	5,825
	国際化拠点整備事業費補助金 (1 件)	300
	次世代研究者挑戦的研究プログラム助成金 (11 件)	2,165
	寄附金 (8 件)	15,238
	間接経費、一般管理費等	44,829
計	518,117	
合計		1,283,319

2.2.2 研究費・事業費・寄附金

(1) 受託研究費 (金額は間接経費を除く)

研究種別・委託者等	研究代表者	金額	研究課題
脳とこころの研究推進プログラム(革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト)	高田 昌彦	35,000,000	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
脳とこころの研究推進プログラム(革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト)	中村 克樹	40,000,000	体格の良いマウスマーモセットの飼育法の確立と個体の供給
エイズ対策実用化研究事業	明里 宏文	25,000,000	HIV 感染霊長類モデルを用いた HIV 根治療法の有効性評価に関する研究
新興・再興感染症に対する革新的医薬品等開発推進研究事業	明里 宏文	1,384,616	HTLV-1 の総合的な感染対策に資する研究
新興・再興感染症に対する革新的医薬品等開発推進研究事業	明里 宏文	3,000,000	抗 HTLV-1 ヒト免疫グロブリンによる母子感染予防法の開発及び HTLV-1 抗体医薬品製剤化に関する総合的研究
革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト (発展的技術開発課題)	中村 克樹	1,000,000	FTLD モデルマウスマーモセットを用いた新規高次脳機能評価系の確立
戦略的創造研究推進事業 (CREST) 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	14,400,000	基底核ドーパミン回路の機能局在解明と機能再建：特にウイルスベクター開発

精神・神経疾患研究開発費	高田 昌彦	1,000,000	脳神経疾患研究に資する霊長類モデル動物の作出と評価に関する基盤的研究
JSC ハイパフォーマンスセンター Total Conditioning Research Project	勝山 成美	期間のみ継続	視線計測に基づく視覚認知トレーニングの効果
次世代がん医療創生研究事業	明里 宏文	2,500,000	成人 T 細胞白血病細胞の抗原性増大による新規免疫療法の開発
脳とこころの研究推進プログラム(革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト)	高田 昌彦	6,700,000	革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明(中核拠点) (柱X 令和3年度単年度増額措置によるデータベース強化)
新興・再興感染症研究基盤創生事業(多分野融合研究領域)	岡本 宗裕	1,300,000	治療と根治を両立する革新的マラリア制圧戦略の分子基盤に関する研究開発
	12 件	131,284,616	

(2) 受託事業費(金額は業務委託手数料および間接経費を除く)

研究種別・委託者等	研究代表者	金額	研究課題
二国間交流事業 共同研究 (日本学術振興会)	今井 啓雄	期間のみ継続	【インドネシア(DGHE)】ゲノム・形態・行動からみたインドネシアにおけるコロブス類とスラウェシマカクの進化
二国間交流事業 共同研究 (日本学術振興会)	後藤 幸織	1,900,000	【ドイツ(OP)】行動依存症における記憶の再固定化
2021年度 JICA 研修員受入プログラム (国際効力機構)	明里 宏文	360,000	FRIENDSHIP(理学 Poonam) 教育研究費
		277,200	FRIENDSHIP(理学 Poonam) 管理費
	3 件	2,537,200	

(3) 共同研究費(金額は産官学連携推進経費を除く)

研究種別・委託者等	研究代表者	金額	研究課題
共同研究 (日本クレア株式会社)	中村 克樹	2,000,000	コモンマーモセットの新たな飼料開発
共同研究 (田辺三菱製薬株式会社)	高田 昌彦	2,300,000	新規抗体治療薬開発に関するパーキンソン病サルモデルを用いた基礎的研究
共同研究 (Norwegian University of Science and Technology)	高田 昌彦	期間のみ継続	Japan and Norway United in Brain, Educations and Therapeutics (JANUBET)
共同研究 (大日本住友製薬株式会社)	中村 克樹	3,000,000	神経回路異常 NHP 疾患モデルの構築および NHP 研究の技術開発

共同研究 (大日本住友製薬株式会社)	中村 克樹	5,000,000	アカゲザルの出身産地による認知機能及び薬剤 応答性の比較
	5 件	12,300,000	

(4) 文部科学省・日本学術振興会科学研究費助成事業等 (金額は間接経費を除く)

研究種目	研究代表者 ・研究分担者	金額	研究課題
新学術領域研究	井上 謙一	2,200,000	新規単シナプス性感染伝播ベクターを利用した 神経回路選択的な活動計測・操作法の開発
新学術領域研究・分担	高田 昌彦 (代表・井上 純一郎)	3,230,000	先端モデル動物支援プラットフォーム【H28～R3】
新学術領域研究・分担	高田 昌彦 (代表・井上 純一郎)	150,000	生命科学連携推進協議会【H28～R3】
新学術領域研究・分担	香田 啓貴 (代表・岡ノ谷 一夫)	9,000,000	言語の下位機能の生物学的実現
新学術領域研究・分担 (R2→R3 繰越)	香田 啓貴 (代表・岡ノ谷 一夫)	1,600,000	言語の下位機能の生物学的実現
学術変革領域研究(A)・ 分担	網田 英敏 (代表・南本 敬史)	2,100,000	質感から価値への脳内変換機構の解明
特別推進研究	高田 昌彦	70,000,000	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
基盤研究(A)一般	西村 剛	6,800,000	サル類の声帯振動特性に関する実験的研究による 話しことばの進化プロセスの解明
基盤研究(A)一般 (R2→R3 繰越)	西村 剛	1,200,000	サル類の声帯振動特性に関する実験的研究による 話しことばの進化プロセスの解明
基盤研究(A)一般	中村 克樹	6,500,000	遺伝子改変を用いないサル精神疾患モデルの作出 と脳機能異常の解明
基盤研究(A)・分担	今井 啓雄 (代表・河村 正二)	500,000	新世界と旧世界の対比による霊長類感覚生態ゲ ノム学の確立
基盤研究(A)・分担	徳山 奈帆子 (代表・山本 真也)	500,000	戦争と協力の進化:集団的競合と集団内協力の比較 認知科学的検討
基盤研究(A)・分担 (R2→R3 繰越)	徳山 奈帆子 (代表・山本 真也)	500,000	戦争と協力の進化:集団的競合と集団内協力の比較 認知科学的検討
基盤研究(A)・分担	今村 公紀 (代表・太田 博樹)	900,000	縄文人 iPS 細胞の構築とその応用に向けた研究
基盤研究(A)・分担	香田 啓貴 (代表・川合 伸幸)	1,300,000	他者から学ぶ・他者と学ぶ 問題解決の創発と伝 播に関する社会学習の比較認知科学研究
基盤研究(A)・分担	新宅 勇太 (代表・川合 伸幸)	650,000	他者から学ぶ・他者と学ぶ 問題解決の創発と伝 播に関する社会学習の比較認知科学研究
基盤研究(A)・分担	徳山 奈帆子 (代表・松浦 直毅)	200,000	学際的統合研究によるアフリカにおける人と動物 の相互関係の解明とその実践への応用
基盤研究(A)・分担	古市 剛史 (代表・松浦 直毅)	100,000	学際的統合研究によるアフリカにおける人と動物 の相互関係の解明とその実践への応用
基盤研究(B)一般 (R2→R3 繰越)	半谷 吾郎	1,600,000	「普通」の生態系での植物食動物のナトリウム獲得 戦略
基盤研究(B)一般	香田 啓貴	2,900,000	ヒト発話コミュニケーションの進化と成立:前駆 体能力に関する実験的研究

基盤研究 (B) 一般	古賀 章彦	4,500,000	ゲノム組成の変化を伴ってヨザルで実現した暗環境への適応：霊長類全般での再現性
基盤研究 (B) 一般	井上 謙一	3,900,000	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
基盤研究 (B) 一般	MacIntosh Andrew	2,900,000	Testing dilution versus amplification effects of primate biodiversity on parasite biodiversity
基盤研究 (B) 一般	服部 裕子	3,200,000	音楽性の起源：聴覚リズム・メロディの予測に関する比較認知科学的研究
基盤研究 (B) 一般 (R2→R3 繰越)	服部 裕子	1,900,000	音楽性の起源：聴覚リズム・メロディの予測に関する比較認知科学的研究
基盤研究 (B) 一般	内藤 裕一	7,400,000	安定同位体プロテオミクスを用いた新たな内陸古環境指標の探索
基盤研究 (B) 一般	古市 剛史	5,400,000	霊長類のメスの集団間移籍の要因：類人猿のメスの身体的・性的発達に着目して
基盤研究 (B) 一般	平崎 鋭矢	8,900,000	協調と分散からとらえる歩行中の体幹の動きの進化とその形態基盤
基盤研究 (B) ・分担	MacIntosh Andrew (代表・揚妻 直樹)	100,000	人為的攪乱が野生動物に及ぼす影響の総合評価：そのメカニズムの解明に向けて
基盤研究 (B) ・分担	湯本 貴和 (代表・敷田 麻美)	50,000	観光地域における資源戦略のための地域資源の高度利用プロセスの研究
基盤研究 (B) ・分担	宮部 貴子 (代表・畑 純一)	400,000	脳活動 MRI による麻酔薬理ネットワークの解明
基盤研究 (B) ・分担	岡本 宗裕 (代表・近藤 玄)	350,000	新規 GPI アンカー型タンパク質からわかる精子の機能分化
基盤研究 (B) ・分担	半谷 吾郎 (代表・松田 一希)	700,000	霊長類の味覚受容体と消化管共生細菌の共進化：多種共存機構再考の新しいアプローチ
基盤研究 (B) ・分担	高井 正成 (代表・江木 直子)	300,000	古第三紀東南アジアの陸棲脊椎動物相：北半球動物相の変遷にどのように寄与したか？
基盤研究 (B) ・分担 (R2→R3 繰越)	高井 正成 (代表・江木 直子)	320,000	古第三紀東南アジアの陸棲脊椎動物相：北半球動物相の変遷にどのように寄与したか？
基盤研究 (B) ・分担	足立 幾磨 (代表・伊村 知子)	500,000	感性的質感知覚の適応的意義への比較認知発達科学からのアプローチ
基盤研究 (B) ・分担	内藤 裕一 (代表・前田 修)	400,000	メソポタミア先史農耕社会にみる都市文明の起源
基盤研究 (B) ・分担	鴻池 菜保 (代表・平野 羊嗣)	400,000	神経同期活動を軸にした統合失調症の橋渡し研究：病態解明と新規治療法開発にむけて
基盤研究 (C)	今村 公紀	1,000,000	チンパンジー/ヒト iPS 細胞の初期神経発生動態から探る「ヒト化」の分子基盤
基盤研究 (C)	宮地 重弘	700,000	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
基盤研究 (C)	足立 幾磨	900,000	感覚間一致をとおしてみた言語の進化的起源
基盤研究 (C)	勝山 成美	900,000	身体所有感の神経基盤の研究－サルにおけるラバーハンド錯覚モデルの確立
基盤研究 (C)	三輪 美樹	700,000	集合体恐怖症の進化的基盤－非ヒト霊長類モデル作製と怖いもの見たさの解明
基盤研究 (C)	打越 万喜子	1,300,000	動物園の利用者と動物の双方に適したサウンドスケープの探索

基盤研究 (C)	澤田 晶子	1,100,000	サルはにおいて毒キノコを判別するのか:忌避を誘導する揮発性物質の特定
基盤研究 (C)	持田 浩治	1,100,000	恐怖情動バイアスが駆動する警告色の社会学習モデルの検証
基盤研究 (C) ・分担	高井 正成 (代表・柏木 健司)	150,000	ニホンザルは洞窟を使って豪雪の厳冬期をいかに克服するか
基盤研究 (C) ・分担	岡本 宗裕 (代表・川合 寛)	30,000	マラリア原虫・肝臓内休眠体ステージの解析を目的とした可視化原虫株の開発
基盤研究 (C) ・分担	西村 剛 (代表・徳田 功)	100,000	実体模型および摘出喉頭による化声帯振動機構の解明と歌唱、医療、言語進化への展開
基盤研究 (C) ・分担	田中 洋之 (代表・辻 大和)	200,000	げっ歯類・糞虫類による種子の二次的処理は果実食者の散布効率を変化させるのか?
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化(B))	橋本 千絵	2,800,000	ヒト科における閉経の進化:野生類人猿の老齡メスの性ホルモン動態と繁殖戦略の研究
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化(B))	半谷 吾郎	4,500,000	腸内細菌による野生大型類人猿の消化能力
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化(B))	湯本 貴和	4,500,000	アマゾン浸水林において水域一陸域連関を駆動する生物間相互作用の解明
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化(B))	岡本 宗裕	4,200,000	野生由来マカク類のサルマラリアの網羅的解析と宿主特異性を規程する宿主因子の探索
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化(B))	今井 啓雄	2,800,000	Wallacea 周辺における哺乳類の進化に対する分子的研究
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化(B)) ・ 分担	香田 啓貴 (代表・松田 一希)	1,500,000	霊長類の性的二型の進化要因の解明
挑戦的研究 (開拓)	中村 克樹	10,800,000	血漿タンパク成分による老齡ザルの若返り法の開発
挑戦的研究 (開拓) ・分 担	香田 啓貴 (代表・幕内 充)	2,200,000	描画能力の生物学的基盤:ヒト・チンパンジー・ゴリラ・サル・トリの比較研究
挑戦的研究 (萌芽) (R2→R3 延長)	今井 啓雄	1,313,542	味覚機能の未病状態検知と味蕾移植の可能性探索
挑戦的研究 (萌芽)	後藤 幸織	1,000,000	依存症の訓化理論:依存症の進化的観点からの理解に向けた研究
挑戦的研究 (萌芽)	香田 啓貴	1,500,000	音源定位技術を利用した霊長類の音声ネットワーク可視化と社会性の評価と検討
挑戦的研究 (萌芽)	内藤 裕一	1,100,000	歯牙エナメル質中アミノ酸同位体分析法の開発による食性研究の新展開
挑戦的研究 (萌芽) ・分 担 (R2→R3 延長)	今村 公紀 (代表・一柳 健司)	期間のみ継続	ヒト特異的進化を生じさせたエピゲノム変換プログラムの変化とその分子基盤の解明
挑戦的研究 (萌芽) ・分 担	新宅 勇太 (代表・山本 真也)	375,000	新しい野生ボノボ調査地の開拓:サバンナー森林混交環境におけるボノボ社会の解明
挑戦的研究 (萌芽) ・分 担	明里 宏文 (代表・塚野 千尋)	600,000	大環状天然物の立体配座制御による高選択的な抗 HIV シーズの開発
若手研究	鴻池 菜保	800,000	神経炎症に起因する統合失調症霊長類モデルの妥当性評価および画像マーカーの確立
若手研究	桂 有加子	期間のみ継続	性染色体ターンオーバーの集団遺伝学モデルの構築とその分子進化機構の解明
若手研究	網田 英敏	400,000	神経路選択的な化学遺伝学手法を用いたジャッジメント行動の人為的操作

若手研究	野々村 聡	600,000	運動発現の制御と目標指向行動に関わる大脳基底核・直接路および間接路の神経基盤研究
若手研究	兼子 峰明	1,000,000	全半球皮質脳波計測による視覚入力から眼球運動にいたる大脳情報ダイナミクスの解明
若手研究	戸田 和弥	900,000	ボノボの非血縁メス間の高い凝集性に関する生理・社会学的メカニズムの解明
研究活動スタート支援	岩沖 晴彦	1,100,000	サルを用いた不安によるチェック行動の定量化とその神経メカニズムの解明
研究活動スタート支援	戸田 和弥	1,100,000	Pan 属 2 種のメスの移籍メカニズムとその適応戦略の解明
研究活動スタート支援	糸井川 壮大	1,100,000	葉食性霊長類に特徴的な味覚の進化機構の解明: キツネザル類に着目して
特別研究員奨励費 (R2→R3 繰越)	武 真祈子	217,348	新世界ザルの食物分配からみる『隣の芝は青い』現象の生態学的・比較認知科学的検討
特別研究員奨励費	MacIntosh Andrew (SARABIAN CECILE)	400,000	チンパンジーにおける「嫌悪」を引き起こす認知的・生理的メカニズムの分析
特別研究員奨励費 (R1→R2→R3 再繰越)	MacIntosh Andrew (SARABIAN CECILE)	77,936	チンパンジーにおける「嫌悪」を引き起こす認知的・生理的メカニズムの分析
特別研究員奨励費 (R2→R3 繰越)	MacIntosh Andrew (SARABIAN CECILE)	350,000	チンパンジーにおける「嫌悪」を引き起こす認知的・生理的メカニズムの分析
特別研究員奨励費	仲井 理沙子	800,000	チンパンジー/ヒト iPS 細胞を用いた初期神経発生におけるヒト特異的分子基盤の解明
特別研究員奨励費	足立 幾磨 (GAO jie)	1,100,000	チンパンジーとヒトの子供における身体の認識: 比較認知発達の観点から
特別研究員奨励費	柴田 翔平	800,000	ヒト科におけるオスの共存メカニズムの進化: Pan 属 2 種の比較
特別研究員奨励費	徐 沈文	800,000	チンパンジーの動画理解: いまここにはない事象に対する表象能力の認知基盤の実験的検討
特別研究員奨励費	LEE WAN YI	800,000	霊長類の腸内細菌の消化能力におけるヒト化
特別研究員奨励費	浅岡 由衣	800,000	行動依存症の統合生理学的研究
特別研究員奨励費	足立 幾磨 (VOINOV PAVEL)	1,000,000	チンパンジーにおける協働する他個体の行為の心的表象
	85 件	215,063,826	

(5) 研究開発施設共用等促進費補助金 (金額は直接経費のみ)

研究種別	研究代表者	金額	研究課題
ナショナルバイオリソースプロジェクト <中核的拠点整備プログラム>	中村 克樹	84,030,000	ライフサイエンス研究用ニホンザルの飼育・繁殖・提供
	1 件	84,030,000	

(6) 研究大学強化促進事業 (金額は直接経費のみ)

研究種別	研究代表者	金額	研究課題
------	-------	----	------

研究大学強化促進費補助金 (経費A)	半谷 吾郎	1,704,000	<学際型>日本での人と野生動物の関係と森林の空洞化 Human-wildlife relationships and defaunation in Japan
研究大学強化促進費補助金 (経費A)	鴻池 菜保	1,280,000	<国際型>有機デバイスを用いた脳外部刺激による神経変調が知覚学習に与える影響の解明 NEUro-Reactive OrGanic learning enHancement via Omni STimulation (NeuroGhost)
研究大学強化促進費補助金 (経費A)	MacIntosh Andrew	1,560,000	<国際型>動物の異常行動におけるモニタリングと予測のための先進的分析 Advanced Analytics for Modeling and Predicting Abnormalities in Animal Behavior
	3 件	4,544,000	

(7) 国立大学改革強化推進補助金 (金額は直接経費のみ)

研究種別	研究代表者	金額	研究課題
京大流経営改革の推進	古市 剛史	5,825,000	On-Site Laboratory (マケレレ大学遺伝学・フィールド科学先端研究センター)
	1 件	5,825,000	

(8) 国際化拠点整備事業費補助金 (金額は直接経費のみ)

研究種別	研究代表者	金額	研究課題
大学の世界展開力強化事業 (アフリカ諸国との大学間交流形成支援)	湯本 貴和	300,000	アフリカにおける SDGs に向けた高度イノベーション人材育成のための国際連携教育プログラム
	1 件	300,000	

(9) 次世代研究者挑戦的研究プログラム助成金 (金額は直接経費のみ)

研究種別	採択者 ／指導教員	金額	配分種別
国立研究開発法人科学技術振興機構 次世代研究者挑戦的研究プログラム	Marie Mona Claes ／後藤 幸織	200,000	京都大学大学院教育支援機構 プログラム 研究費
	木下 勇貴 ／平崎 鋭矢	200,000	
	稲葉 明彦 ／今井 啓雄	200,000	
	大塚 友紀子 ／高田 昌彦	200,000	
	HE Tianmeng ／半谷 吾郎	200,000	
	Sanjana Pratap Kadam ／後藤 幸織	133,000	
	杉山 宗太郎 ／今井 啓雄	133,000	
	三田 歩 ／足立 幾磨	133,000	

	XU Zhihong ／MacIntosh Andrew	133,000	
	木村 慧 ／高田 昌彦	133,000	
	稲葉 明彦 ／今井 啓雄	500,000	事業統括配分経費 (京都大学大学院教育支援機構長 が有意義と認めるもの)
	11 件	2,165,000	

(10) 寄附金 (寄附金額は全学経費 (2%) および部局管理経費 (3%) を控除した金額)

寄附金名称等	研究代表者	金額	寄附の目的
2021 年度京都大学 創立 125 周年記念ファンド	徳山 奈帆子	4,750,000	ヒトと動物の共存する未来のために
有限会社サーフクリーン	足立 幾磨	665,000	足立研究室の研究のため
(公財)三島海雲記念財団 2021 年度学術研究奨励金 (共同研究奨励金)	今井 啓雄	2,000,000	霊長類消化器における栄養素と危険物の 化学受容機構の解明
(公財)京都大学教育研究振興財団 令和 3 年度研究活動推進支援 A 研究活動推進助成	田中 洋之	1,000,000	霊長類の「種」の再検討：南アジア大陸 部ラングールの形態と分子系統地理
International Primatological Society 2020 年度 IPS Research Grant	MacIntosh Andrew (国費留学生 Abdullah Langgeng)	154,191	Investigating the effects of Japanese Macaque hot spring bathing behavior on parasitism and gut microbiome (ニホン ザルの温泉入浴行動が寄生虫と腸内細菌 に及ぼす影響の調査)
Primate Research Fund (LEAKEY 財団)	古市 剛史	2,834,250	コンゴ民主共和国ルオー学術保護区ワン バ地区におけるボノボの長期研究(2)
Primate Research Fund (LEAKEY 財団)	橋本 千絵	2,834,250	ウガンダ共和国カリンズ森林保護区にお けるチンパンジーの長期研究(2)
うま味研究会 (第 28 回うま味研究助成)	今井 啓雄	1,000,000	霊長類消化管におけるうま味とその他感 覚の分子相関
	8 件	15,237,691	

2.3 図書

霊長類学の研究成果を網羅する方針で図書を収集してきました。特に霊長類学関連論文の別刷は 85,000 点に達し『霊長類学別刷コレクション』として閲覧に供しています。

2022 年 3 月末現在、本研究所図書室に所蔵されている資料は、以下の通りです。

和書：10,877 冊 (製本雑誌も含む)

洋書：19,054 冊 (製本雑誌も含む)

和雑誌・中国雑誌 (紀要類も含む)：904 誌

洋雑誌 (紀要類も含む)：536 誌

霊長類学関連別刷 (霊長類学別刷コレクション)：約 85,000 点

図書室で所蔵している図書・雑誌は【京都大学蔵書検索 KULINE】で検索できます。

京都大学図書館機構のホームページをご覧ください。

霊長類学関連別刷（霊長類学別刷コレクション）は【霊長類学文献索引データベース】で検索できます。本研究所のホームページをご覧ください。

なお「京都大学霊長類研究所図書室」は2022年4月1日より「京都大学犬山キャンパス図書室」に名称が変わります。所蔵資料については、すべて新図書室に引き継がれます。

2.4 サル類飼育頭数・動態

2021年度（令和3年度）末 飼育頭数

種 名	頭 数
コモンマーモセット	194
ワタボウシタマリン	1
ニホンザル	357
ニホンザル(NBRP) *	396
アカゲザル	171
カニクイザル	9
アジルテナガザル	3
チンパンジー	12
合 計	1143

* NBRP（「ニホンザル」バイオリソース）プロジェクトで飼育しているもの

2021年度（令和3年度）サル類動態表

区 分 種 名	増 加			減 少（死亡など）											増 減	
	出 産	導 入	小 計	（実験による） 安楽殺	（その他） 安楽殺	事 故 死	外 傷 死	呼 吸 器 系 疾 患	消 化 器 系 疾 患	感 染 症	泌 尿 器	衰 弱	そ の 他	剖 検 不 能		所 外 供 給
コモンマーモセット	54	9	63	18	4			1	2			8	14	12	59	4
ニホンザル	51		51	38	3	1			2	1		1	3	5	54	-3
ニホンザル (NBRP)	63		63		3	1			4		1	1	10	50	70	-7
アカゲザル	19		19	16	1		1		1			1	3	6	29	-10
カニクイザル			0													0
ワタボウシタマリン			0													0
合 計	187	9	196	72	11	2	1	1	9	1	1	11	30	73	212	-16

2.5 資料

霊長類研究所が所蔵する資試料は、骨格・液浸・冷凍標本、分子生物学用試料、獣医学的臓器標本、CT画像、化石模型などからなり、所外の研究者にも公開され、国内外の多くの研究者の研究推進に大きく貢献してきた。資料委員会では、これらの資試料の充実のために、毎年400点以上の新たな各種資試料の受け入れと作製を行ってきた。また、所蔵資試料は統合データベース PrINTEG で管理しており、各種生物学的試資料については由来個体ごとにまとめられている。多様な研究ニーズに応えられる利用環境の整備を行ってきた。所蔵資試料の概要は、WEB Catalogue (<http://www.pri.kyoto-u.ac.jp/databases/matedb/index.html>) で閲覧できる。

(1) 骨格・液浸・冷凍標本 (PRISK, PRISK Z, PRICAST E)

霊長類の骨格標本は 11,342 点、液浸標本や冷凍標本は 998 点を数える。ニホンザルの標本は 4,348 点を数え、その産地は下北から屋久島までをカバーし、世界最大規模のコレクションである。また、このような大規模な液浸標本コレクションは世界的に見ても稀有である。霊長類以外の骨格標本は 2,998 点、液浸標本は 237 点を数える。日本産タヌキやテン、ツキノワグマの標本は豊富で、貴重な資料である。

(2) 分子生物学用試料 (PRIGEN)

霊長類の分子生物学用試料は 1,448 個体分 6,071 点を保管している。それらは、所内飼育個体や、大型類人猿ネットワーク (GAIN) の情報を通じて動物園等から譲渡を受けた類人猿などの試料からなる。RNA later 処理等をした臓器や、DNA 試料、線維芽細胞やそこから誘導した iPS 細胞等を保管している。

(3) 獣医学的臓器標本 (PRIVET)

霊長類の獣医学的臓器標本は、所内飼育個体由来の臓器標本や、所外から譲渡を受けた標本からなる。GAIN を通じて野生動物研究センター熊本サンクチュアリから譲渡を受けたチンパンジー 42 個体 462 点の標本については PRIVET に登録した。所内飼育個体由来の標本の各種情報は、人類進化モデル研究センターが管理している。

(4) CT 画像 (PRICT)

霊長類を主として CT 画像データが 152 種 2,510 点ある。所蔵標本の CT 画像データ化を進めるとともに、動物園等の協力を得て、所外資料の CT 画像データも収集している。それら画像データは、Digital Morphology Museum, DMM (<http://dmm.pri.kyoto-u.ac.jp/dmm/WebGallery/index.html>) で公開している。

(5) 化石模型 (PRICAST)

化石模型は、人類および中新世ホミノイドを中心に 495 点を所蔵している。

今後について

霊長類研究所の各種資試料コレクションの表記は以下の通りである。

PRISK (Skeletal Collection, Kyoto University Primate Research Institute, for primate specimens)

PRISK Z (Skeletal Collection, Kyoto University Primate Research Institute, for non-primate specimens)

PRICT (Computed Tomography Scan Collection, Kyoto University Primate Research Institute)

PRIVET (Veterinary Autopsy Specimen Collection, Kyoto University Primate Research Institute)

PRIGEN (Genetic Sample Collection, Kyoto University Primate Research Institute)

PRICEL (Cellular Sample Collection, Kyoto University Primate Research Institute)

PRICAST (Fossil Cast Collection, Kyoto University Primate Research Institute)

PRICAST E (Extant Species Cast Collection, Kyoto University Primate Research Institute)

これらコレクションは、全てヒト行動進化研究センターに移管される。同センターへの移管後も、これらコレクション名を引き続き使用することで、これまでの研究における元資試料の参照可能性を担保する。資試料の利用及び借用希望者は、関係する同センター教職員に問い合わせてください。最後に、これまで長きに渡りこれらコレクションの充実に協力くださった多くの方々に心より感謝申し上げます。

2.6 人事異動

所属分野等	職名	異動		内容	備考
		氏名	年月日		
	副所長	中村 克樹	R3.4.1	併任	任期は R4.3.31 まで
附属国際共同先端研究センター	センター長	Huffman, Michael Alan	R3.4.1	併任	任期は R5.3.31 まで
高次脳機能分野	准教授	宮地 重弘	R3.4.1	任期の更新	
附属人類進化モデル研究センター	センター長	大石 高生	R3.11.16	併任	任期は R5.11.16 まで
生態保全分野	教授	湯本 貴和	R4.3.31	退職	
統合脳システム分野	教授	高田 昌彦	R4.3.31	定年退職	
附属人類進化モデル研究センター	准教授	鈴木 樹理	R4.3.31	定年退職	

2.7 海外渡航

(1) 教職員

所属	氏名	期間	目的国	目的
チンパンジー(林原)	竹元博幸	2021/5/14~10/15	ウガンダ	生態調査、資料収集、研究連絡
社会進化	古市剛史	2021/6/12~6/21	ウガンダ	生態調査、資料収集、研究連絡
社会進化	古市剛史	2021/12/8~12/26	ウガンダ	生態調査、資料収集、研究連絡
チンパンジー(林原)	竹元博幸	2021/12/8 2022/3/2	ウガンダ	生態調査、資料収集、研究連絡

(2) 大学院生・研究生

所属	氏名	期間	目的国	目的
社会進化	戸田和弥	2021/5/16~10/15	ウガンダ	生態調査、資料収集
社会進化	Nikolas Ballut	2021/12/8 2022/3/1	ウガンダ	生態調査、資料収集

2.8 非常勤講師

(理) 坪田 敏男 (北海道大学大学院獣医学研究院・教授)

「クマ類の生活史と適応戦略」2021年11月17日~11月18日

(理) 池田 和司 (奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科・教授)

「データ科学入門」2021年12月8日~12月10日

2.9 リサーチ・アシスタント (RA)

(氏名：採用期間)

稲葉 明彦	: 2021.4.1～2021.7.31
TRIPATHI, Srishti	: 2021.4.1～2021.9.30
大塚 友紀子	: 2021.4.1～2022.1.31
浅見 真生	: 2021.5.1～2021.10.31
杉山 宗太郎	: 2021.5.1～2022.2.28
徳重 江美	: 2021.7.16～2022.3.31
林 美紗	: 2021.9.1～2022.2.28
林 咲良	: 2021.9.1～2022.3.31
BEJINHA GONCALVES, Andre	: 2021.11.1～2022.3.31
戸塚 めぐみ	: 2021.11.1～2022.3.31
XU, Zhihong	: 2022.1.16～2022.2.28

2.10 ティーチング・アシスタント (TA)

(氏名：採用期間)

一般 TA		浅岡 由衣	: 2021.8.16～2021.9.30
豊田 直人	: 2021.7.16～2021.12.31	生形 咲奈	: 2021.8.16～2021.9.30
中村 冠太	: 2021.7.16～2021.12.31	PRATAP KADAM, Sanjana	
平田 和葉	: 2021.8.1～2021.12.31		: 2021.8.24～2021.9.30
HE, Tianmeng	: 2021.8.1～2021.12.31	浅見 真生	: 2021.8.1～2021.9.30
ZHENG, Andi	: 2021.9.1～2021.12.31	平田 和葉	: 2021.8.1～2021.9.30
沼部 令奈	: 2021.9.1～2021.12.31	豊田 直人	: 2021.8.1～2021.9.30
YAN, Xiaochan	: 2021.11.1～2021.11.30	中村 冠太	: 2021.8.1～2021.9.30
杉山 宗太郎	: 2021.11.1～2021.12.31	徐 沈文	: 2021.8.1～2021.8.31
		三田 歩	: 2021.8.1～2021.8.31
全学共通科目 TA		YAN, Xiaochan	: 2022.3.16～2022.3.31
南 俊行	: 2021.7.16～2021.8.31	山口 飛翔	: 2022.3.16～2022.3.31
KOVBA, Anastasiia	: 2021.12.1～2022.2.28		
国際センターTA		ワイルド&ワイズ共学教育受入プログラム TA	
XU, Zhihong	: 2021.4.1～2021.6.11	クラス まり絵 モナ	: 2022.1.16～2022.3.31
林 咲良	: 2021.4.1～2021.9.30	GRIS, Vanessa Nadine	
PRATAP KADAM, Sanjana			: 2022.1.16～2022.3.31
	: 2021.4.1～2021.9.30	徳重 江美	: 2022.1.16～2022.3.31
HE, Tianmeng	: 2021.4.1～2022.3.31	PALACINO GONZALEZ, Gema	
			: 2022.1.16～2022.3.31
ILAS セミナーTA		PRATAP KADAM, Sanjana	
沼部 令奈	: 2021.5.1～2021.6.30		: 2022.1.16～2022.3.31
	: 2021.9.1～2021.9.30	LIM, Qi Luan	: 2022.1.16～2022.3.31
	: 2022.3.16～2022.3.31	KUEK, Kenneth	: 2022.2.1～2022.3.31
		南 俊行	: 2022.2.16～2022.3.31

2.11 年間スケジュール

2021年4月19日	新入生オリエンテーション
6月18日	本学創立記念日
8月3-4日	大学院修士課程入学試験
10月23日	犬山公開講座「サルに学ぶ～人間の理解～」(オンライン開催)
11月1日	運営委員会
2022年1月21日	博士論文発表会
1月24日	修士論文発表会
2月15-16日	オープンキャンパス(オンライン開催)
3月4日	運営委員会

- ※ 市民公開日、サル慰霊祭は、新型コロナウイルス感染症拡大のため開催を中止しました。
- ※ 大学院博士後期課程編入学試験は、受験志望者がなかったため実施しませんでした。

3. 研究教育活動

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

3.1.1 進化系統研究部門 進化形態分野

<研究概要>

Structure from Motion 法を用いた手指の運動解析

平崎鋭矢、William Sellers（Manchester 大学）

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

軟部組織の影響を考慮した骨盤形態の解析

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

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

位相振動子を用いたニホンザル四足歩行モデルの作成

平崎鋭矢、長谷和徳、吉田真（東京都立大学）

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

ニホンザルの受動関節特性計測

平崎鋭矢、荻原直道（東京大学）

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

肩甲骨形態の 3 次元的解析

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

ヒト歩行における体幹の変形の解析

歩行中の体幹部の変形について、幾何学的形態計測法を応用した分析を開始した。

霊長類歩行における体幹姿勢調節戦略の検討

木下勇貴、平崎鋭矢

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

霊長類の体幹運動の機能形態学的研究

木下勇貴、平崎鋭矢

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

ニホンザルの集団史に関する研究

伊藤毅

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

種間交雑群の形態変異に関する研究

伊藤毅

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

<研究業績>

原著論文

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

学会発表

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

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

3.1.2 進化系統研究部門 系統発生分野

<研究概要>

東部ユーラシア地域における霊長類進化に関する研究

ミャンマー産新第三紀霊長類化石の研究

高井正成, 浅見真生 (大学院生)

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

東部ユーラシア地域における古第三紀の霊長類進化に関する研究

高井正成

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

東アフリカ産コロブス類化石の研究

西村剛

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

中国南部の更新世霊長類相に関する研究

浅見真生 (大学院生), 高井正成

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

東南アジア島嶼域における霊長類の進化に関する研究

高井正成

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

ニホンザルを用いた歯のマイクロウェアに関する研究

平田和葉 (大学院生), 高井正成

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

現生霊長類の機能形態学的研究

サル類の音声解剖・生理に関する総合的研究

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

分野), 中村冠太 (大学院生), 木下勇貴 (大学院生)

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

機械学習技術を用いた形態解析手法の開発

西村剛, 香田啓貴 (高次脳機能分野)

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

テングザルの鼻腔の音響学的効果に関する研究

西村剛, 香田啓貴 (高次脳機能分野)

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

拡散協調 MRI 撮像による舌筋の定量化手法の開発

中村冠太 (大学院生), 西村剛, 鴻池菜保 (高次脳機能分野)

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

マカクザルの下顎骨形態の個体発生に関する研究

豊田直人 (大学院生), 西村剛, 伊藤毅 (進化形態分野)

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

曲鼻猿類の頭部進化に関する数理形態学的研究

豊田直人 (大学院生), 西村剛

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

霊長類以外の生物を主な対象とした古生物学的研究

ミャンマー中部における古生物学的・地質学的研究

高井正成, 浅見真生 (大学院生)

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

<研究業績>

原著論文

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

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

総説

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

その他

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

学会発表

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

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

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

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

講演

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

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

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

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

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

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

3.1.3 社会生態研究部門 生態保全分野

<研究概要>

ニホンザルの生態学・行動学

半谷吾郎, 本田剛章, He Tianmeng

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

霊長類とほかの生物との関係

湯本貴和, 半谷吾郎

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

腸内細菌の研究

半谷吾郎, Lee Wanyi

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

野生チンパンジーとボノボの研究

橋本千絵, 竹元博幸, 毛利恵子

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

を行った。

アフリカ熱帯林の霊長類の生態学的研究

湯本貴和、橋本千絵、徳重江美、峠明杜

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

新世界ザルの採食生態および浸水林生態系に関する研究

湯本貴和、武真祈子

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

東南アジア熱帯林の霊長類の生態学的研究

半谷吾郎

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

<研究業績>

原著論文

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

その他の執筆

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

学会発表

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

<招待講演>

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

3.1.4 社会生態研究部門 社会進化分野

<研究概要>

ボノボとチンパンジーの攻撃性と集団間関係についての研究

古市剛史、戸田和弥、徳山奈帆子、石塚真太郎

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

霊長類の採食行動と自己治療行動に関する研究

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

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

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

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

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

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

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

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

ボノボとチンパンジーの隣接集団の個体間の血縁に関する研究

徳山奈帆子、戸田和弥、古市剛史

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

ボノボのメスの移籍に関する至近要因の解明

戸田和弥、古市剛史

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

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

Josue Alejandro, Michael A. Huffman

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

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

Studying the acute stress response of the monkeys at Koshima

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

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

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

柴田翔平、橋本千絵、古市剛史

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

ボノボのメスの同性間性交渉における相手選択の傾向と生理的基盤の解明

横山拓真、古市剛史

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

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

Boyun Lee, Takeshi Furuichi

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

京都・嵐山のニホンザル群における母親以外の個体による養育的行動に関する研究

南 俊行、古市剛史

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

<研究業績>

原著論文

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

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

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

学会発表

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

シンポジウム

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

3.1.5 認知科学研究部門 思考言語分野

<研究概要>

チンパンジーの比較認知発達研究

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

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

飼育霊長類の環境エンリッチメント

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

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

鯨類の比較認知研究

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

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

<研究業績>

原著論文

Gao J, Adachi I, Tomonaga M (2022) Chimpanzees (*Pan troglodytes*) detect strange body parts: an eye-tracking study. *Animal Cognition* (2022). <https://doi.org/10.1007/s10071-021-01593-2>

Gonçalves A, Hattori Y, Adachi I *accepted* Staring death in the face: chimpanzees' attention towards conspecific skulls and the implications of a face module guiding their behaviour. *The Royal Society*

Kano F, Kawaguchi Y, Hanling Y (2022) Experimental evidence that uniformly white sclera enhances the visibility of eye-gaze direction in humans and chimpanzees. *Elife* 11, e74086

Kawaguchi Y, Nakamura K, Tomonaga M, Adachi I (2021) Impairment effect of infantile coloration on face discrimination in chimpanzees. *Royal Society open science* 8 (11), 211421

Kawaguchi Y, Tomonaga M, Adachi I (2021) No evidence of spatial representation of age, but “own-age bias” like face processing found in chimpanzees. *Animal cognition*, 1-10

Morita T, Toyoda A, Aisu S, Kaneko A, Suda-Hashimoto N, Adachi I, Matsuda I, Koda H (2021) Effects of short-term isolation on social animals' behavior: An experimental case study of Japanese macaque. *Ecological Informatics* 66, 101435

Morita T, Toyoda A, Aisu S, Kaneko A, Suda-Hashimoto N, Adachi I, Matsuda I, Koda H (2021) Nonparametric analysis of inter-individual relations using an attention-based neural network. *Journal Methods in Ecology and Evolution*

川口ゆり, 中村航洋, 友永雅己 (2021) 比較認知科学的に見る「幼児図式」の認知の進化 エモーション・スタディーズ 6 (1), 13-19

川口ゆり (2021) 霊長類の乳児特徴とその認知の進化を探る 霊長類研究, 37. 043

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

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

学会発表

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

テス研究会, L-2, 愛知 (オンライン), 2022年3月.

講演等

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

3.1.6 認知科学研究部門 認知学習分野

<研究概要>

行為嗜癖の認知・情動機能障害とその脳神経基盤解明にむけた研究

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

発達障害における社会認知機能研究

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

<研究業績>

原著論文

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

学会発表

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

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

3.1.7 神経科学研究部門 高次脳機能分野

<研究概要>

神経変性疾患モデルマーマセットの作出と評価

中村克樹, 三輪美樹, 鴻池菜保

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

発達初期のサイトカイン暴露に誘導される行動異常の検討

中村克樹, 三輪美樹, 鴻池菜保, 那波宏之 (和歌山県立医科大)

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

血漿タンパク成分による老齡ザルの若返り法の開発

中村克樹, 三輪美樹, 鴻池菜保, 今村公紀 (ゲノム進化分野)

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

情動行動に関わる脳領域の神経結合様式の研究

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

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

両手の協調運動の基盤となるサル運動関連皮質領野の半球間神経連絡の解析

宮地重弘, 勝山成美, 鴻池菜保, 岩沖晴彦

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

発声制御に関わる神経連絡の解析

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

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

言語能力を支える認知・運動機能の認知生物学実験

香田啓貴, 森田堯 (大阪大学), 國枝匠, 石田恵子, 中村克樹

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

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

香田啓貴, 森田堯 (大阪大学), 中村克樹

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

驚異刺激についての視覚的特性に関する実験心理学的研究

香田啓貴, 川合伸幸 (名古屋大学), 中村克樹

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

(川合先生, 共同利用追加分)

コモンマーモセットにおける聴覚情報処理に関わる神経基盤の解明

鴻池菜保, Ozan Celayir, 眞下久美子, 三輪美樹, 中村克樹

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

サル類における聴覚事象関連電位の記録

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

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

距離画像センサーを用いたサルの三次元行動モニタリングシステムの開発

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

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

マカクザルを用いたラバーハンド錯覚モデルの確立

勝山成美, 中村克樹

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

視線計測に基づく視覚認知トレーニングの効果

勝山成美, 中村克樹

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

逆向現象 (Postdiction) の神経メカニズムの研究

勝山成美, 中村克樹

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

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

コモンマーモセットの活動量計測の試み

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

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

グルテンフリー飼料がマーモセットの成長に及ぼす影響の検討

中村克樹, 三輪美樹, 渡邊紀子, 菅井晴菜, 落合知恵美, 皿井友美子

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

コモンマーモセットにおける筋肉量評価

三輪美樹, 鴻池菜保, 中村克樹

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

コモンマーモセットの体調不良早期発見を目的としたバイオマーカー探索

三輪美樹, 兼子明久 (技術部), 中村克樹

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

集合体恐怖症の進化的基盤-非ヒト霊長類モデル確立

三輪美樹, 香田啓貴, 岩沖晴彦, 濱寄裕介, 中村克樹

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

コモンマーモセットの Twin-Fight 発生機序とその意義の解明

三輪美樹, 濱寄裕介, 香田啓貴, 中村克樹

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

コモンマーモセットの口腔疾患治療薬選抜に関する研究

三輪美樹, 渡邊紀子, 菅井晴菜, 落合知恵美, 皿井友美子, 中村克樹

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

コモンマーモセットにおけるデンタルケア

三輪美樹, 渡邊紀子, 菅井晴菜, 落合知恵美, 皿井友美, 中村克樹

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

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

三輪美樹, 渡邊紀子, 菅井晴菜, 落合知恵美, 皿井友美, 中村克樹

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

ことを目的として、アラビアガムの継続給餌および評価法の検討を進めた。

コモンマーモセットの認知機能計測

中村克樹, 岩沖晴彦, 眞下久美子, 三輪美樹

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

扁桃核・前帯状皮質ニューロンにおける情動情報処理の検討

岩沖晴彦, 戸塚めぐみ, 中村克樹

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

コモンマーモセットの音声コミュニケーションの可視化と自動解析手法の開発

濱寄裕介, 香田啓貴, 三輪美樹, 中村克樹

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

情動情報処理における帯状膝下野の役割の解明

戸塚めぐみ, 岩沖晴彦, 鴻池菜保, 中村克樹

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

<研究業績>

原著論文

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

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

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

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

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

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

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

著書

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

学会発表等

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

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

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

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

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

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

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

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

講演

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

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

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

広報業績

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

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

3.1.8 神経科学研究部門 統合脳システム分野

<研究概要>

発達障害に関わる神経生物学的機構の霊長類的基盤の解明

高田昌彦, 大石高生, 井上謙一, 野々村聡

5つの研究項目に関する進捗は以下のとおりである。

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

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

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

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

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

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

高田昌彦, 井上謙一, 兼子峰明

3つの研究開発項目に関する進捗は以下のとおりである。

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

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

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

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

光操作技術による基底核ドーパミン回路の機能局在解明と機能再建

高田昌彦, 井上謙一, 網田英敏

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

自然発症の難病と考えられるニホンザルに関する研究

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

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

手続き学習に関わる霊長類大脳皮質－大脳基底核ループ回路の構造と機能の解明

井上謙一

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

報酬連合学習にかかわる大脳基底核のドーパミン情報表現

網田英敏

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

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

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

兼子峰明

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

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

野々村聡

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

<研究業績>

原著論文

Yamanaka H, Takata Y, Nakagawa H, Isosaka-Yamanaka T, Yamashita T, Takada M (2021) An enhanced therapeutic effect of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with antibody treatment in a primate model of spinal cord injury. *PLoS ONE* 16:e0252023.

#Oyama K, Hori Y, Nagai Y, Miyakawa N, Mimura K, Hirabayashi T, Inoue K, Suhara T, Takada M, Higuchi M, Minamimoto T (2021) Chemogenetic dissection of the primate prefronto-subcortical pathways for working memory and decision-making. *Sci Adv* 7:eabg4246.

Otsuka Y, Tsuge H, Uezono S, Tanabe S, Fujiwara M, Miwa M, Kato S, Nakamura K, Kobayashi K, Inoue K, Takada M (2021) Retrograde transgene expression via neuron-specific lentiviral vector depends on both species and input projections. *Viruses* 13:1387.

#Chiken S, Takada M, Nambu A (2021) Altered dynamic information flow through the cortico-basal ganglia pathways mediates Parkinson's disease symptoms. *Cereb Cortex* 31:5363-5380.

#Kudo M, Sidikejiang W, Fujiwara M, Saito Y, Kubota S, Inoue K, Takada M, Seki K (2021) Specific gene expression in myelinated dorsal root ganglion neurons in nonhuman primates by intra-nerve injection of adeno-associated virus 6 vector. *Molecular Therapy - Methods & Clinical Development* 23:11-22.

Oguchi M, Jiasen J, Yoshioka TW, Tanaka YR, Inoue K, Takada M, Kikusui T, Nomoto K, Sakagami M (2021) Microendoscopic calcium imaging of the primary visual cortex of behaving macaques. *Sci Rep* 11:17021.

#Hori Y, Mimura K, Nagai Y, Fujimoto A, Oyama K, Kikuchi E, Inoue K, Takada M, Suhara T, Richmond BJ, Minamimoto T (2021) Single caudate neurons encode temporally discounted value for formulating

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

学会発表

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

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

3.1.9 ゲノム細胞研究部門 ゲノム進化分野

<研究概要>

霊長類の甘味・旨味受容体の機能解析

糸井川壮大、戸田安香 (明治大学)、石丸喜朗 (明治大学)、今井啓雄

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

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

哺乳類の苦味受容体の進化解析

糸井川壮大、早川卓志、今井啓雄

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

小腸タフト細胞の解析

稲葉明彦、岩槻健（東京農業大学）、今井啓雄

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

霊長類消化管内分泌細胞の解析

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

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

スラウエシマカク類のゲノムと毛色関連遺伝子の解析

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

精巣における季節性繁殖機構の検討

杉山宗太郎、今村公紀、吉村崇（名古屋大学）、今井啓雄

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

味覚受容体の機能と食行動の関連

沼部令奈、梅村美穂子、糸井川壮大、今井啓雄

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

霊長類 iPS 細胞を用いた初期神経発生動態の解析

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

<研究業績>

原著論文

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

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

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

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

学会発表

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

総説

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

出版

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

報道

NHK BS プレミアム 「ヒューマニエンス」6/10 (木) 舌

3.1.10 ゲノム細胞研究部門 細胞生理分野

<研究概要>

ヨザル(夜猿)の夜行性適応に伴って進行したセントロメア構造の変化

古賀章彦(東京工業大学、総合研究大学院大学との共同研究)

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

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

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

古賀章彦（高知県立のいち動物公園との共同研究）

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

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

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

崩壊の初期にある DNA トランスポゾンの探索

古賀章彦（名古屋大学との共同研究）

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

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

サルマラリアの疫学に関する研究

岡本宗裕・桂有加子

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

サルマラリアの感染モデルに関する研究

岡本宗裕

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

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

哺乳類の線虫類に関する研究

岡本宗裕

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

霊長類の繁殖工学に関する研究

岡本宗裕

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

性染色体進化に関する研究

桂有加子

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

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

東アジアで流行するピロリ菌に関する研究

桂有加子

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

<研究業績>

原著論文

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

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

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

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

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

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

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

学会発表

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

報道

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

3.2 附属施設

3.2.1 人類進化モデル研究センター

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

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

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

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

り、8月に特定研究員の村田めぐみ、10月に事務補佐員の平野佐夜子と技能補佐員の井上千聡、11月に特定研究員の鷺崎彩夏と技能補佐員の荻野奈美、12月に坂下佐貴子、2022年3月に事務補佐員の町田聡子が退職した。また、2022年3月に准教授の鈴木樹理が定年退職を迎えた。

<研究概要>

HIV 感染霊長類モデルを用いた HIV 根治療法の有効性評価に関する研究

鷺崎彩夏、村田めぐみ、関洋平、Wei Keat Tan、Anastasiia Kovba、Satyajit Biswas、辻薫、明里宏文
新規 HIV 感染霊長類モデルによる、既存の末梢血での HIV 定量法に加えリンパ組織におけるリザーバー定量法を駆使し、独自に開発を進めている HIV 根治療法の有効性評価を実施している。この結果に基づき HIV 根治療法の臨床応用への可能性を検証することが本研究の目的である。具体的には以下のような研究を実施している。

1. HIV 活性化薬 (LRA) と抗 HIV 薬 (ART) を組み合わせた新規根治療法に関する研究: viremia 陽性の HIV 持続感染サルへの ART により viremia は検出感度以下となり、また ATI によりリバウンドが検出された。次に HIV 潜伏感染サルへの ART では、リンパ節細胞における proviral DNA, vRNA が低下、特に vRNA の大幅な低下により、active reservoir の指標 vRNA/pDNA (R/D 比) が著減した。さらに ART 中断により proviral DNA, vRNA とともに増加し ART 以前のレベルに復帰した。これらの結果より、HIV 潜伏感染サルに関する以下の知見を得た。①免疫学的コントローラー状態であっても、リザーバーサイズの定量評価が可能であること、②ART 抵抗性リザーバーが存在すること、③ART フリー状態での LRA による HIV 再活性化効果を評価可能な潜伏感染モデル (エリートコントローラー (EC) に相当する免疫学的コントローラー) であること、④EC への予防的 ART によるリザーバーサイズ縮減効果ならびに loss of control 治療効果の可能性を示した。これらの成果は、優勢な抗ウイルス免疫機能を維持した潜伏感染サルを用いることにより ART&LRA によるリザーバーサイズ縮減効果を評価可能であることを示している。今後、これらの結果を論文化するため、リザーバーサイズ細胞におけるウイルスゲノムの解析を含め、必要な知見を蓄積する。さらに、10MA-1, JQ1 からなる cLRA と ART の同時投与によるリンパ節内のリザーバーサイズ縮減効果について検討を進める。

2. HIV 潜伏感染におけるリザーバーの組織分布・比較定量および潜伏化に寄与する宿主側・ウイルス側要因の解析: HIV 潜伏感染サルにおける一過性 CD8T 細胞除去により、CTL のみならず中和抗体が HIV の機能的根治状態の維持に寄与していることが強く示唆される知見を得た。このことは、EC における HIV 制御には、細胞性・液性免疫による協調的作用が必要であることを示唆するものであり、これまで未報告の重要な成果であると考えられる。今後、HIV リバウンドが生じたサル個体における中和抗体の推移およびウイルスゲノムにおけるエスケープ変異解析による実証試験を行う。

抗 HTLV-1 ヒト免疫グロブリンによる母子感染予防法に関する研究

村田めぐみ、鷺崎彩夏、Maureen Kidiga、Poonam Grober、Abeer Keshta、辻薫、森本真弓、兼子明久、夏目尊好、明里宏文

STLV-1 感染ニホンザルに抗 HTLV-1 ヒト免疫グロブリンを投与し、その安全性及び PVL 抑制効果についてフォローアップ解析を進めた。現在までのところ、安全性とともに一定の PVL 抑制効果があるように見られるが、詳細は今後の経過観察結果を待つ必要がある。他方、母子感染 STLV-1 に関する長期フォローアップ解析において、持続的な PVL 陽性を示しているが3年以上を経過しても抗 STLV-1 抗体の陽転化を生じない例や、出生後一過的な PVL 陽性を示した後消失し3年以上を経過してもなお PVL、抗 STLV-1 抗体ともに認められない例について解析を進めている。特にその母子感染に掛かる詳細を明らかにするため、RAISING 法による STLV-1 クローナリティ分析およびそれに必要な NGS データの解析システム確立を進めている。

成人 T 細胞白血病細胞の抗原性増大による新規免疫療法の開発

村田めぐみ、鷺崎彩夏、Maureen Kidiga、Poonam Grober、Abeer Keshta、辻薫、森本真弓、兼子明久、夏目尊好、明里宏文

これまでに HTLV-1 の近縁ウイルスである STLV-1 に高率に自然感染したニホンザルをモデルとして、サルにおける STLV-1 特異的 CTL 応答の解析系を作成するとともに、サルの自家感染細胞を抗原として免疫接種実験を行った。その結果、STLV-1 特異的 CTL が活性化し、少なくとも半年間維持されることを見出した。これと平行して、本解析に必要なであった STLV-1 特異的細胞性免疫応答によるウイルス転写抑制機構

に関する基礎的解析を進めた。STLV-1 感染ニホンザル血液から分離した PBMC の培養により、全てのサル個体由来 PBMC において高い tax mRNA 発現誘導が認められた。CD8+ T 細胞の共存下では CD4+T 細胞単独の場合と比較して、tax mRNA コピー数の顕著な減少が認められた。この原因として、CD8+ T 細胞が産生する IFN γ により STLV-1 転写阻害活性を示すことや、この活性がウイルス制御に寄与していることが示唆された。以上より、STLV-1 自然感染ニホンザルは HTLV-1 感染の霊長類モデルとして、細胞性免疫応答の機能解析や発症予防ワクチンの評価に有用であると考えられた。

サル類のストレス定量および動物福祉のための基礎研究

鈴木樹理、兼子明久、山中淳史

飼育環境でのストレス反応を定量することとその軽減策の検討のために、非侵襲性の慢性ストレスモニタリングの試料として体毛に着目し、マカク類体毛中コーチゾルの測定法確立及び基礎データの収集を行っている。

マカクザルコロニーにおける研究の基盤となる血縁関係の把握と遺伝的多様性の把握

田中洋之、森本真弓、井戸みゆき

NBRP ニホンザル岡崎群、箕面 1 群、波勝群および椿群を中心に 2020 年、2021 年生まれの個体について、マイクロサテライト DNA を用いて父子判定を行った。また、これまで父親の確定ができていない個体については、別の配列のプライマーを作成して解析するなどの検討を進めた。さらに、育児放棄等の理由で母親の不明な個体についてもマイクロサテライト DNA で母親を判定し、より正確な親子関係を把握することができた。

2021 年 12 月に野生ニホンザルが第 5 放飼場付近に現れた。コロニーマネージメントの一環として、カメラトラップによる行動監視、追い払い、野生ザルの出自地域を推定した。糞便を採取し、ミトコンドリア DNA(mtDNA)の D-loop 領域約 700 bp の塩基配列を決定した。川本教授（日本獣医生命科学大学）に分子系統分析を依頼したところ、岐阜県西部～滋賀県鈴鹿山脈付近のニホンザルに近縁であることがわかった。

南アジアおよび東南アジア産霊長類の保全遺伝学、ニホンザルの集団遺伝学的研究

田中洋之、MA Huffman（社会進化分野）、川本 芳（日本獣医生命科学大学）

スリランカ産ラングールの分子系統地理学の研究を継続した。旧ゲノム多様性分野に保管されていた凍結赤血球試料を用いて、mtDNA 約 2.4kb の塩基配列決定実験を行った。保管されていたヒマラヤラングールの糞のライセート試料を DNA 試料化し、高地適応に関係する mtDNA 遺伝子マーカーの開発を開始した。Wirdateti 氏（インドネシア科学院）との共同利用研究にて、スローロリス 3 種(*Nycticebus coucang*, *N. javanics*, *N. menagensis*) の種内変異を探索するため、合計 31 個体を用いて mtDNA の D-loop 領域およびチトクローム b 遺伝子の塩基配列決定を行った。また、メガネザルの種同定に有効な mtDNA 遺伝子マーカーの開発を目的に、スラウェシおよびカリマンタン由来の計 45 頭で CO1 遺伝子の塩基配列を分析した。下北半島のニホンザルにおけるタイワンザルとの交雑の影響を調べるため、県事業の捕獲個体を用いて mtDNA、Y 染色体マイクロサテライトおよび SNP が分析された。その結果を第 66 回プリマーテス研究会で報告した（川本ら, 2022）。

動脈硬化症アカゲザルモデルの開発

田中洋之、森本真弓、夏目尊好、愛洲星太郎、鈴木樹理

名古屋文理大学・日比野教授、竹中名誉教授との共同研究で、動脈硬化症アカゲザルモデルの開発に関する研究を継続した。昨年度、CH 投与実験によりヒトの難病レベルを超える血中コレステロール(CH)の上昇がみられたアカゲザルオス#1784 と#1834 が、MBTPS2 の c721G>A 変異をヘミ接合体として持っていたことから、X 染色体にある MPTPS2 遺伝子の Val241Ile 変異(G→A)を引き起こす SNP が、血中 CH 値の上昇に関連する遺伝子変異の候補として考えられた。今年度、MBTPS2 の変異を有する#1784 (A)、変異を持たない#1774(G) およびヘテロ変異(G/A)の#1557 を用いて CH 投与実験を行ったところ、この変異が 0.3%CH 投与 4 週まで LDLR の mRNA の発現レベルを 83%にまで低下させ、血中 LDL-C を 51mg/dl 増加させていることがわかった。LDLR の Cys82Tyr 変異(活性 71%) と合わせて、動脈硬化指数の危険レベルを越えるポリジェニックな高 CH 血症を示すことが明らかになった。0.3%CH 投与 6 週目以降には#1774、#1784 とともに LDLR の mRNA 発現レベルが急に低下し、さらに高い血中 LDL-C 値(平均 336 mg/dl)を示した。以前に 0.3%CH の 10 週投与を行った 5 頭では LDL-C は上昇しなかったため、ヒトの高 CH 血症関

連遺伝子、及び LDLR 転写調節を行う遺伝子、細胞内 CH の排出に関わる遺伝子における 107 個の SNP について検討し、さらに血中 CH の上昇しなかった個体も含めてジェノタイピングを行ったが、原因遺伝子を特定することはできなかった。おそらく #1834 も含めた 3 頭では細胞内 CH 濃度調節機構が働いて LDLR の mRNA 発現を制限する機構が働いたものと考えられた。

サル類の痛みに関する多面的研究

Vanessa Gris、宮部貴子、兼子明久、鈴木樹理、岡本宗裕、Danie Mills (University of Lincoln)

ニホンザルにおいて、表情による疼痛評価の検討をおこなった。他の研究目的の開腹手術の前後にビデオ撮影をおこない、そのビデオを解析した。さらに、ビデオから行動解析をおこなっている。

サル類及びチンパンジーの麻酔に関する臨床研究

宮部貴子、兼子明久、鈴木樹理

サル類やチンパンジー等の麻酔の質を向上させるために、麻酔に関する臨床研究をおこなっている。他の研究や、検診、治療等の目的で麻酔をする際に、麻酔時間や呼吸循環動態に関するデータを収集している。新型コロナウイルス感染症の影響でミダゾラムが入手困難となったため、マカクの検診時に MMK (メドトミジン、ミダゾラム、ケタミン) の代替として AMK (アルファキサロン、メドトミジン、ケタミン) を使用し、検討をおこなった。

サル類の自然発症疾患に関する研究

兼子明久、森本真弓、宮部貴子、鈴木樹理

サル類およびチンパンジーの自然発症疾患について研究している。心疾患に関する共同研究 (共同利用・共同研究 2021-B-71) に関連して、胸部 X 線撮像法の改良を検討している。座位で撮像するための装置を製作し、伏臥位と座位について心胸郭比 (CTR) などの指標を比較した結果について、論文を投稿し、現在査読中である。嵐山群のニホンザルについて、昨年度の定期検診時に血液およびスクリーニング検査で異常が認められた個体のフォローアップ検査をおこなった。

ニホンザルおよびコモンマーモセットの Facial Action Coding System の開発

Catia Correia Careiro、宮部貴子

Facial Action Coding System (FACS) とは、表情筋の動きに基づき、表情を体系的に表す解析ツールである。ヒト FACS は確立しており、チンパンジーやアカゲザルの FACS も公表されている。我々は、ニホンザルおよびコモンマーモセットにおいて FACS を作成するため、それぞれの種で様々な表情をビデオ撮影し、1 コマごとに解析をおこなった。ニホンザル版 MaqFACS については 2020 年度に PLOS ONE に掲載された。コモンマーモセットについては現在査読中である。さらに、統合脳システムの兼子峰明特定助教、井上謙一助教との共同研究として、コモンマーモセットの FACS の自動化のためにデータセットを作成した。

主催講演会等

第 3 回京都大学霊長類研究所技術部セミナー 2022 年 3 月 3 日

演者：武真祈子 生態保全分野・打越万喜子 国際共同先端研究センター

外部演者：辻大和 石巻専修大学・早川卓志 北海道大学・川出比香里 宇部市ときわ動物園・中村亮平 旭山動物園

技術支援 (所外)

兼子明久 診療補助, 獣医学的技術支援 日本モンキーセンター (随時)

兼子明久・山中淳史 獣医カンファレンス (霊研・JMC・KS・かみね動物園、旭山動物園等) 隔月金曜日
オンライン開催

出張・研修

兼子明久 診療補助, 獣医学的技術支援 日本モンキーセンター (随時)

兼子明久・山中淳史 獣医カンファレンス (霊研・JMC・KS・かみね動物園、旭山動物園等) 隔月金曜日
オンライン開催

兼子明久・橋本直子 日本実験動物学会 第15回実験動物管理者等研修会(オンデマンド) 2021年8月
橋本直子 動物の行動と管理学会 2021年度大会参加(オンライン) 2021年9月9-10日
前田典彦 静岡実験動物研究会 令和2-3年度大会(オンライン) 2021年10月29日
夏目尊好・橋本直子・森本真弓 第25回予防衛生協会セミナー参加(オンライン) 2021年11月13日
愛洲星太郎・兼子明久・橋本直子・森本真弓 マーモセット飼育研修会(オンライン) 2021年12月3日
橋本直子 日本実験動物技術者協会総会 関東支部中動物部会 第35回サル講演会(オンライン、座長)
2022年1月22日
橋本直子・前田典彦 日本実験動物技術者協会 東海北陸支部 第17回技術交流会(オンライン、運営)
兼子明久 粉じん・化学物質対策にかかる講習会参加 2022年2月7日 江南労働基準監督署
兼子明久 第18回日本獣医内科学アカデミー学術大会参加(オンライン) 2022年2月18日~3月21日

スキルアップ 2022年1月~2月

コミュニケーション力向上: 夏目尊好・橋本直子

はじめてのデータ分析: 愛洲星太郎・兼子明久・夏目尊好・橋本直子・森本真弓

怒りのマネジメント: 夏目尊好・橋本直子

ハラスメント防止: 兼子明久・夏目尊好・橋本直子

<研究業績>

原著論文

- Caeiro C, Guo K, and Mills D. (2022) How do children view and categorise own- and other-species facial expressions?, in Meeting Report of The 43rd European Conference on Visual Perception (ECVP 2021), Perception, 50 (1S), 194.
- Caeiro C, Guo K, Mills D. (2021) Bodily emotional expressions are a primary source of information for dogs, but not for humans. Animal Cognition.
- Kaneko, A., Takasu, M., Miyabe-Nishiwaki, T., Nakamura, K., & Okamoto, M. (2021). Physiological variation in Japanese macaques (*Macaca fuscata*) housed in different outdoor cages evaluated using the metabolic profile test. Primates, 62(4), 609-615.
- Miyabe-Nishiwaki, T., Gris, V. N., Muta, K., Nishimura, R., & Mills, D. S. (2021). Primate veterinarians' knowledge and attitudes regarding pain in macaques. Journal of Medical Primatology, 50(5), 259-269.
- Washizaki A, Murata M, Seki Y, Kikumori M, Tang Y, Tan W, Wardani NP, Irie K, Akari H: Synergistic HIV reactivation and minimal global activation by the novel PKC activator 10-Methyl-aplog-1 in combination with JQ1. Viruses 13, 2037, 2021. [https://doi: 10.3390/v13102037](https://doi.org/10.3390/v13102037)
- Yoshida, T., Takemoto, H., Sakamaki, T., Tokuyama, N., Hart, J., Hart, T., ... & Akari, H. (2021). Prevalence of antibodies against human respiratory viruses potentially involving anthroozoonoses in wild bonobos. Primates, 62(6), 897-903.
- 筒井健夫、小林朋子、鳥井大祐、宮坂直樹、里見貴史、鈴木樹理. (2021) 不死化能を自然獲得したアカゲザル乳歯歯髄細胞. 口腔組織培養学会誌 30巻1号、9-18.

学会発表

- Catia Correia Caeiro "How do children view and categorise own- and other-species facial expressions?", poster presentation, at the 43rd European Conference on Visual Perception (ECVP) 2021 online
- Gris V et al. (2021) Chameleo: walk like a chameleon detection with AI.ACI'21: Eighth International Conference on Animal-Computer Interaction, Bloomington, USA - online
- Gris V. (2021) Acute pain in Japanese macaques: Development of assessment tools - final report. 16th PWS Symposium, Kyoto, Japan - online
- Gris V et al. (2021) Is it a leaf? Is it a rock? No, it's a Chameleo! II International Summer School on Animal-Centered Computing, Haifa, Israel - online
- Guo K, Caeiro C, Mills D. "Is there a universal emotion expression and perception across species?", oral presentation, at Conference on Comparative Cognition, USA, 2021 online
- 橋本直子: 実験用霊長類の行動評価を用いた潜在リスクアセスメント(予備的調査). 第55回日本実験動物技術者協会総会. 一般口頭発表(2021/10/14-16, オンライン開催, 岐阜)
- 橋本直子: 技術者として動物とヒトとの架け橋をめざす. 第55回日本実験動物技術者協会総会. サテライトセミナー『何ならでできる? 動物福祉~現場からの共有~』.(2021/10/14-16, オンライン開催, 岐阜)
- 兼子 明久, 平田 暁大, 宮部 貴子, 酒井洋樹, 鈴木 樹理: 肺全域に多発性結節を認めたニホンザルの1例.

第 29 回サル疾病ワークショップ (2021/7/17-18 オンライン)

Anastasiia Kovba、鷺崎彩夏、関洋平、Weikeat Tan、村田めぐみ、松岡和弘、平野淳、Satyajit Biswas、齊藤暁、原田恵嘉、引地優太、吉村和久、石井洋、大出裕高、保富康広、俣野哲朗、三浦智行、岩谷靖雅、明里宏文：ART はエリートコントローラー霊長類モデルにおける active reservoir size の顕著な低減を引き起こす第 35 回日本エイズ学会学術集会、2021 年 11 月 21 日

牟田 佳那子、畑 純一、羽賀 柔、吉丸 大輔、萩谷 桂、兼子 峰明、宮部 貴子、小牧 裕司、関 布美子、西村 亮平、岡野 ジェイムス 洋尚、岡野 栄之：GABA 受容体作動薬と $\alpha 2$ アドレナリン受容体作動薬の安静時脳機能的ネットワークに対する影響。第 11 回日本マーモセット研究会大会 (2022/2/1-2 オンライン)

白 仲玉、揚山 直英、中山 駿矢、棟居 佳子、金山 喜一、澤田 悠斗、宮部 貴子、兼子 明久、鯉江 洋：

ニホンザルに認められた心筋症の解析。第 68 回日本実験動物学会総会 (2021/5/19-21 オンライン)

酒井 七海、揚山 直英、中山 駿矢、白 仲玉、棟居 佳子、金山 喜一、澤田 悠斗、宮部 貴子、兼子 明久、鯉江 洋：ニホンザルの心筋症症例の詳細な病態解析。第 29 回サル疾病ワークショップ (2021/7/17-18 オンライン)

酒井七海、揚山直英、中山駿矢、白仲玉、棟居佳子、金山喜一、澤田悠斗、宮部貴子、兼子明久、鯉江 洋：

ニホンザルの心筋症症例の詳細な病態解析。第 164 回日本獣医学会学術集会 (2021/9/7-9/13 オンライン)

澤田 悠斗、兼子 明久、森本 真弓、鈴木 樹理、白 仲玉、中山 駿矢、揚山 直英、鯉江 洋、宮部 貴子：ニホンザルおよびアカゲザルにおける胸部単純 X 線の撮影体位を最適化するデバイスの製作。第 29 回サル疾病ワークショップ (2021/7/17-18 オンライン)

澤田悠斗、兼子明久、森本真弓、鈴木樹理、白仲玉、中山駿矢、揚山直英、鯉江洋、宮部貴子：ニホンザルとアカゲザルにおける胸部単純 X 線撮影の最適体位の検討および心胸郭比の基準値の作出 第 68 回日本実験動物学会総会 (2021/5/19-21 オンライン)

鷺崎彩夏、関洋平、齊藤暁、村田めぐみ、Weikeat Tan、Anastasiia Kovba、原田恵嘉、Satyajit Biswas、引地優太、吉村和久、石井洋、佐藤賢文、Islam M Saiful、大出裕高、岩谷靖雅、保富康広、俣野哲朗、三浦智行、明里宏文：エリートコントローラーにおける loss of control リスク評価の指標としての Active reservoir size の意義。第 35 回日本エイズ学会学術集会、2021 年 11 月 21 日

講演

明里宏文：霊長類研究に学ぶポストコロナ戦略～野生サルの感染症から学ぶ。第 37 回日本霊長類学会大会 (公開市民講座)。2021 年 7 月 18 日、オンライン開催

加藤孝宣、明里宏文：マーモセットの感染症～コモンマーモセットを用いた C 型肝炎ウイルスワクチン研究。第 11 回日本マーモセット研究会大会、2022 年 2 月 2 日

川本芳、羽山伸一、近江俊徳、白井啓、田中洋之「下北のサルの交雑現状ータイワンザル拡散の再評価」第 66 回プリマーテス研究会 口頭発表 2022 年 3 月 27 日

宮部貴子「マーモセットの疼痛評価と表情解析 Pain management and analyses of facial expression in common marmosets」第 11 回日本マーモセット研究会大会 2022 年 2 月 1-2 日 オンライン

宮部貴子「麻酔と疼痛管理 動物園・野外・実験動物の現場におけるサルへの応用と実際」第 29 回サル疾病ワークショップ 2021 年 7 月 17-18 日 オンライン

宮部貴子「動物の表情を用いた疼痛評価」静岡実験動物研究会 令和 2-3 年(2020-21 年)度 教育セミナー 2021 年 7 月 2 日 オンライン

宮部貴子「動物の表情を用いた疼痛評価」日本実験動物協会 教育セミナーフォーラム 2022 (2022/3/14-20 オンライン)

宮部貴子「サル類の疼痛評価と疼痛管理」第 17 回霊長類医科学フォーラム (2021/11/12 つくば)

宮部貴子 教育講演「一歩進んだ麻酔管理のためにー麻酔薬の薬物代謝を理解する」第 103 回日本獣医麻酔外科学会オンライン学術集会 (2022/3/18-20 オンライン)

徳重江美、田中洋之、川本芳、兼子明久、岡本宗裕「マカク類の糞便サンプルを用いた消化管内寄生蠕虫検出とそこから見えた寄生虫感染リスクの検討」第 66 回プリマーテス研究会 口頭発表 2022 年 3 月 27 日

3.2.2 国際共同先端研究センター

国際共同先端研究センターは、国際化する研究社会情勢に即し、霊長類研究所を国内外にひらけた国際中核拠点とすべく、2009年に設立され、先端的な国際共同研究の推進、海外からの学生の獲得と支援、グローバルリーダーの養成に取り組んでいる。具体的な活動としては、年2回の国際入試（春・秋）、英語で行う国際ワークショップ、短期インターン事業、霊長類学・ワイルドライフサイエンス・リーディング大学院プログラムの支援（PWSシンポジウムの企画・開催など）が挙げられる。

2021年度における国際入試（国際霊長類学・野生動物コース）合格者は、2021年度4月入学考査6名（修士課程4名：日本国籍1名、中国国籍1名、韓国国籍1名、エジプト国籍1名 博士課程2名：ポルトガル1名、インド1名）、2021年度10月入学考査7名（修士課程3名：アメリカ国籍1名、トルコ国籍1名、ケニア国籍1名 博士課程4名（日本国籍1名、中国国籍1名、フランス国籍1名、スペイン国籍1名）の計13名であった。霊長類研究所へ9名（修士課程5名、博士課程4名）、野生動物研究センターへ4名（修士課程2名、博士課程2名）が入学した。

本年度は合計30回の国際霊長類学ゼミナールを実施し、特に本研究所と野生動物研究センターの大学院生を対象に、英語での科学コミュニケーション能力を研鑽する機会を提供した。この一環としてInternational Primatology Lecturesを10回開催し、海外の著名な霊長類研究者が次世代の研究者に向けて講演した。

インターンについては、2名（日本国籍1名（海外在住者）、中国国籍1名）を受け入れた。また、3月にはオンラインでPrimate & Wildlife Science Virtual Internship Programを開催し、5大陸22か国より28名（短期交流学生10名を含む）の参加があった。

<研究概要>

チンパンジーおよびテナガザルを対象にした比較認知研究

服部裕子

チンパンジーおよびテナガザルを対象に、社会的認知能力、とくにその基盤となるリズム同調を中心に実験をおこなった。アイトラッカーを用いて、視聴覚刺激を提示している際の、瞳孔を計測しその変動を分析した。また、コンピューターを用いたタッピング課題やプレイバック実験を用いて、リズム音に対する自発的なリズム運動の生起や自発的引き込みがどういった条件でみられるのか実験的に検討した。複数個体間の相互作用についてのタイミングや、リズム運動の動画分析も行った。

野生ボノボにおける集団内・集団間社会交渉

徳山奈帆子

野生ボノボを対象に、特に集団間関係に注目した社会生態学的研究を行った。2012年から2019年に収集した攻撃/親和/性的交渉データを分析し、集団内・集団間で行われる社会交渉の傾向の違いを検証した。集団内と集団間の社会交渉ネットワークの比較、集団の出会いの際の親和・性的交渉相手の選択の分析等を行った。

Behavior, ecology of infectious disease and animal-environment interactions

Andrew MacIntosh

During the past year I continued a Kakenhi-funded project on the relationship between biodiversity and parasite infection (Kiban B) from the JSPS (FY2020~FY2023). Because COVID-19 blocked efforts to travel to Sabah to collect samples, I and some students (Katherine Majewski, Kenneth Keuk) conducted preliminary work on Yakushima to test methods and generate data to test our hypotheses. My colleagues and I also focused on developing laboratory protocols to support the work, including training in NGS protocols and analysis with colleagues at the Czech Academy of Science and Oita University, and prepared research materials for future use. I also continued a collaboration investigating parasites of Yakushima deer, testing the influence of habitat disturbance on parasite infection. I presented research on primate-parasite ecology at two international conferences over the past year, both sponsored by the International Primatological Society, and was invited to give a lecture at the University of Lausanne (all virtual), with whom I launched a new collaboration on primate parasites. I further worked toward a Kyoto University SPIRITS grant, collecting data at Japan Monkey Centre and Kyoto City Zoo to develop analyses to support zoo animal welfare. I commissioned promotional media for this project (website, animated video) to share our mission and results to the public. Finally, I co-authored 9 scientific articles (7 peer-reviewed) over the past year with colleagues from around the world.

Cognitive ecology of disgust and conservation

Cécile Sarabian

Over the past year, I completed my JSPS postdoctoral fellowship studying the cognitive and physiological responses to disgust elicitors in chimpanzees at KUPRI. In collaboration with Professor Nobuyuki Kawai (Nagoya University), Ikuma Adachi, Andrew MacIntosh and André Gonçalves (KUPRI), I completed four experiments focusing on how (#1) visual and (#2) olfactory cues implying potential pathogen presence may impact cognitive performance, (#3) whether disgust-related images and fear-related images differ in terms of cognitive mechanisms, outcomes and (#4) number/duration of gazes received. Our preliminary results support the hypothesis that visual and olfactory cues indicative of pathogen presence decrease performance by distracting individuals, while the opposite effect is suggested for fear-related visual cues. With Andrew MacIntosh, we published an invited paper (in *Frontiers in Ecology & Evolution*) from my PhD work (also at KUPRI) on the correlation between contaminated food avoidance and protozoan infection in bonobos. Outside of KUPRI, collaboration with colleagues from Leiden University in the Netherlands continues and aims to increase the number of participants to test attention and behavioral reactions to coprophagy in humans and great apes. With Mayako Fujihara and other colleagues at KUWRC and at King Mongkut's University of Technology Thonburi in Thailand, we applied to a JSPS joint research project to continue our work on otter conservation and wildlife trade via regional genetic assessment in wild and captive (traded) otters in Thailand and Japan. My collaboration with the working group "Primate community-based conservation" from the French-speaking Primatological Society is now focusing on community forestry vs. community-based conservation by investigating who are the communities and what are the challenges involved with a case study in the Democratic Republic of the Congo.

Diversity patterns and processes in living and fossil mammals

Susumu Tomiya

My international colleagues and I published an open-access paper reporting an educational outreach program that integrated natural history collections management and hands-on research projects for high school students (Redman et al., 2021). I also continued to collect morphological data on the deciduous teeth of extant primates using PRI's osteological collection; this is part of a long-term study investigating the evolution of mammalian milk teeth. Together with my colleagues on the Study Materials Committee and graduate students in the Department of Evolution & Phylogeny, I worked on accessioning ~800 non-primate mammalian skeletal specimens that had been transferred to PRI from Dokkyo Medical University; this addition offers an exciting opportunity for expanding the comparative data set for the milk tooth project.

Two additional projects are underway: one on the spatiotemporal variations in the calcaneal morphology of the American bison (*Bison bison*), and the other on the systematic description and phylogenetic analysis of a new nimravid (a saber-toothed carnivorous mammal) from the Eocene of southern California. For these projects, I have been working with American collaborators based at Des Moines University, University of Wyoming, Yale University, University of Oregon, and San Diego Museum of Natural History.

While the continuation of the COVID-19 pandemic made long-distance travel difficult, I revisited the Dota area of Kani City, Gifu Prefecture, with graduate students from the Department of Evolution & Phylogeny and prospected for Miocene fossils along the Kiso River. We found and collected plant, invertebrate, and vertebrate fossils, and hope to return for more prospecting in the near future.

<研究業績>

原著論文/Peer-Reviewed Publications

Towle I, [MacIntosh AJJ](#), Hirata K, Kubo MO, Loch C (2022) Atypical tooth wear found in fossil hominins also present in a Japanese macaque population. *American Journal of Biological Anthropology* DOI: 10.1002/ajpa.24500

Romano V, Sueur C, [MacIntosh AJJ](#) (2021) The trade-off between information and pathogen transmission in animal societies. *Oikos* DOI: 10.1111/oik.08290

Kavanagh E, Street SE, Angwela FO, ... [MacIntosh A](#)... et al (2021) Dominance style is a key predictor of vocal use and evolution across nonhuman primates. *R Soc Open Science* DOI: 10.1098/rsos.210873

Morino L, Pasquaretta C, Sueur C, [MacIntosh AJJ](#) (2021) Communication network reflects social instability in a wild siamang (*Symphalangus syndactylus*) population. *Int J Primatol* DOI: 10.1007/s10764-021-00227-1

Cheron M, Raoulison L, Kato A, Ropert-Coudert Y, Meyer X, [MacIntosh AJJ](#), Brischoux F (2021) Ontogenetic changes in activity, locomotion and behavioural complexity in tadpoles. *Biol J Linnean Soc* DOI: 10.1093/biolinnean/blab077

Sarabian C, Belais R, [MacIntosh AJJ](#) (2021) Avoidance of contaminated food correlates with low protozoan

- infection in bonobos. *Front Ecol Evol* 9:651159 DOI: 10.3389/fevo.2021.651159
- Frias L, Hasegawa H, Chua TH, Sipangkui S, Stark D, Salgado-Lyn M, Goossens B, Keuk K, Okamoto M, MacIntosh AJJ (2021) Parasite community structure in sympatric Bornean primates. *Int J Parasitol* 51(11):925-933 DOI: 10.1016/j.ijpara.2021.03.003
- Redman C., Tomiya S, Bitterman K., Cain K, Meachen JA (2021) Utilizing inquiry-driven science outreach to curate Natural Trap Cave fossils and inspire the pursuit of STEM careers. *Evolution: Education and Outreach* 14 (13), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12052-021-00152-0>
- Hattori Y, Tommonaga, M. (2021). Reply to Bertolo et al.: Rhythmic swaying in chimpanzees has implications for understanding the biological roots of music and dance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118, e2017986118.
- Hattori Y. (2021). Bonding system in non-human primates and biological roots of musicality. *Behavioral and Brain Sciences*.
- Hattori Y. (2021) Behavioral coordination and synchronization in non-human primates. In Anderson, J.R. & Kuroshima, H (Eds.), *Comparative cognition: Commonalities and diversity*. Springer.
- Tokuyama N., Toda K., Poirer ML, Iyokango B, Bakaa B, Ishizuka S. (2021) Two wild female bonobos adopted infants from a different social group at Wamba. *Scientific Reports* 11, 4967.
- 18)Yoshida T, Takemoto H, Sakamaki T, Tokuyama N, Hart J, Hart T, Dupain J, Cobden A, Mulavwa M, Hashimoto C, Isaji M, Kaneko A, Enomoto Y, Sato E, Kooriyama T, Miyabe-Nishiwaki T, Suzuki J, Saito A, Furuichi T & Akari H (2021). Prevalence of antibodies against human respiratory viruses potentially involving anthroozoonoses in wild bonobos. *Primates*.
- 山梨 裕美, 徳山 奈帆子, 竹ノ下 祐二, 大塚 亮真, 森村 成樹, 赤見 理恵 (2021) 大型類人猿と人の関わりの変遷：過去・現在・そして未来に向けて. *霊長類研究*.
- 徳山奈帆子, 戸田 和弥, 古市 剛史 (2021). コロナ禍におけるコンゴ民主共和国ルオー学術保護区ワンバでの研究・保全活動継続の取り組み. *霊長類研究*.

学会発表/Conference Presentations

- MacIntosh AJJ, Lee, YT, Xu Z, Duboscq J, Keuk K, Suzumura T, Nagaoka F, Itoh M (2022) Toward a protective immune phenotype: linking host traits and parasitism with fecal IgA in a primate-helminth model system. The 28th International Primatological Society Congress, Quito, Ecuador (Online)
- MacIntosh AJJ, Lee, YT, Xu Z, Duboscq J, Keuk K, Suzumura T, Nagaoka F, Itoh M (2021) Sociality, parasitism, and the protective immune phenotype. IPS-SLAPrim Virtual Program, Symposium on Sociality and Health in Primates (Online)
- Sarabian C, MacIntosh AJJ, Adachi I (2021) Exploring the effects of disgust-related images on cognition in chimpanzees. *Animal Behavior Society Virtual Meeting* (Online)
- Langgeng A & MacIntosh AJJ (2021) Hot spring bathing behavior and helminth infection in Japanese macaques at jigokudani. The 17th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, Kyoto (Online Poster)
- Langgeng A & MacIntosh AJJ (2021) Of hot spring & lice: Linking hot spring bathing behaviour and ectoparasitism in Japanese macaques. *Primate Society of Great Britain 2021 Winter Meeting* (Online)
- Langgeng A & MacIntosh AJJ (2021) Seasonal variation of gastrointestinal helminth infection in Japanese macaques of the Jigokudani Snow Monkey Park. The 17th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, Kyoto (Hybrid)
- Sarabian C & Laudisoit A (2021) Are fragmenting landscapes shaping a new landscape of peril? The 30th International Congress for Conservation Biology, Kigali, Rwanda (Online)
- Bonincontro T, Bonnin N, Bortolamiol S, Sarabian C, van Hamme G, Dumez R, Narat V (2021) Conservation communautaire en Afrique Centrale (RDC) : de la pratique de terrain aux cadres institutionnels. 33eme Colloque de la Société Francophone de Primatologie, Saint-Etienne, France (Hybrid)
- Sigaud M, Kitade T, Sarabian C (2021) Japanese exotic animal cafés fueling the pet trade: implications for biodiversity, global health and animal welfare. The 14th Asian Society of Conservation Medicine/27th Japanese Society of Zoo and Wildlife Medicine 2021 Joint Conference, Sapporo, Japan (Hybrid)
- Sarabian C, MacIntosh AJJ, Adachi I (2021) Exploring the effects of disgust-related images on cognition in chimpanzees. *CogSci 2021 Comparative Cognition - Animal Minds*, Vienna, Austria (Online poster)
- Sigaud M, Kitade T, Sarabian C (2021) On the menu: Japanese exotic animal cafés fueling the pet trade with implications for biodiversity, global health and animal welfare. The 30th International Society for Anthrozoology Conference, Buffalo, United States (Online)
- Majewski K, Keuk K, MacIntosh AJJ (2022) All-You-Can-Eat: A preliminary study of invasive raccoon dog (*Nectereutes procyonoides*) predation of endemic species, and dietary competition, on Yakushima Island, Japan. The 17th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, Kyoto (Hybrid poster)

Xu Z, MacIntosh AJJ (2022) Sociability and Disease Transmission: Evolutionary Ecology and Parasite Transmission in Japanese Macaques. The 69th Annual Meeting of the Ecological Society of Japan, Fukuoka (Online)
Keuk, K, Majewski K, and MacIntosh AJJ (2022) Studying the Effect of a Raccoon Dog Invasion of Yakushima on the Ecology of Disease, from the Ground Up (to the Sky): A Pilot Study. The 17th International Symposium on Primatology and Wildlife Science, Kyoto (Hybrid poster)
徳山奈帆子 (2021) 野生ボノボにおける集団の出会いの際の親和的・性的交渉相手の選択. 第37回日本霊長類学会.

講演/Lectures and Other Presentations

MacIntosh AJJ (2021). Vignettes from the wormy world of primates: behavioral ecology of host-parasite interactions viewed through a primate lens. University of Lausanne, Switzerland (Online)
Sarabian C (2022) On the parasite avoidance-disgust continuum: where do non-human primates fit and what can we do with it? EcoHealth Alliance, New York, United States (Online)
Sarabian C (2022) Disgust across borders: how to dissect pathogen avoidance in animals and how to use it. The University of Hong Kong, Hong Kong (Online)
富谷進 (2021/04) 陶磁論実習(哺乳類の骨格形態に関する招聘講義・実習). 愛知県立芸術大学. [Susumu Tomiya (2021/04) Ceramics Lab (guest lecture/lab on mammalian skeletal morphology), Aichi University of the Arts]
服部裕子 (2021) ヒトはなぜ音楽を必要とするか. NHK 名古屋文化センター ひとの大学 2019.
徳山奈帆子 (2021) 展示動物の福祉～野生での行動生態から考える～. 第7回動物福祉市民講座
徳山奈帆子 (2021) ヒトとボノボが共に生きるアフリカの森で考えたこと. 京大 森里海ラボ by ONLINE 2021

3.3.1 チンパンジー (林原) 寄附研究部門

<研究概要>

ヒトとチンパンジーの加齢の比較研究

藤澤道子

COVID19の感染流行のため、主にこれまで収集したデータの整理分析をおこなった。

飼育下チンパンジーとヒトの比較発達研究

川上文人

東山動植物園の飼育下チンパンジー(2021年度は COVID19 感染防止のため、録画データの分析のみ)とヒト乳幼児を対象とした行動観察をおこない、乳幼児の社会的発達や母子関係の発達を調査している。

<研究業績>

原著論文

Ishida A, Isotani A, Fujisawa M, Del Saz EG, Okumiya K, Kimura Y, Manabe I, Rantetampang AL, Ohya Y, Matsubayashi K (2021). Effects of low-salt and high-potassium diet on arterial stiffness and left ventricular function in indigenaou Papuans. *Journal of American Heart Association*, 10(24): e021789. Doi:10.1161/JAHA.121.021789.

Iwasaki M, Kimura Y, Yamaga T, Yamamoto N, Ishikawa M, Wada T, Sakamoto R, Ishimoto Y, Fujisawa M, Okumiya K, Otsuka K, Matsubayashi M, Ogawa H (2021). A population-based cross-sectional study of the association between periodontitis and arterial stiffness among the older Japanese population. *Journal of Periodontal Research*, 56: 423-431. Doi:10.1111/jre.12835.

原著論文, 著書以外の執筆

川上文人 (2021) 書評 黒鳥英俊 著『恋するサル 類人猿の社会で愛情について考えた』. 霊長類研究 37: 130-131

3.3.2 ワイルドライフサイエンス(名古屋鉄道)寄附研究部門

<研究概要>

チンパンジーの映像記録のデータベース化と経時的記録に基づくチンパンジーの加齢プロセスの解明

中村美穂

野生および飼育下のチンパンジーの行動を 1989 年から記録した動画のビジュアルアーカイブ化を継続した。現在は老齢となっている個体の若年時からの行動や肢体の変化を抽出するとともに、「個体差」に着目したチンパンジーの「一生」を視覚的に描きだす試みを進めた。

チンパンジーの発達過程と母子関係に関する観察および実験記録映像の分析とアーカイブ化

中村美穂

2000 年から霊長類研究所で行われてきたチンパンジーの 3 母子参与観察の記録映像を分析し、将来の研究において比較参照するための映像アーカイブを制作した。また、研究成果を一般に還元するための Web 公開の準備を行なった。

なお、本部門の活動の概要については下記 URL を参照のこと。兼任教員の成果等はそれぞれの所属分野を参照されたい。

本部門の Web サイト : https://www.pri.kyoto-u.ac.jp/sections/wildlife_science/

<アウトリーチ活動>

中村美穂. (2021) Wildlife Action2 (タイガーモブ・認定 NPO 法人 UAPACAA 国際保全パートナーズ共催のオンラインプログラム) において、自然環境保護を訴えるメッセージ動画を参加者とともに作成するアクションを実践した。

3.4 交流協定

学術交流協定

協定国	協定先	協定先(アルファベット表記)	協定年月日	期間
ギニア	ギニア科学技術庁	La Direction Nationale de la Recherche Scientifique et Technique	2004.1.28	5年間 (自動継続)
ギニア	ボソウ環境研究所	L'Institut de Recherche Environnementale de Bossou (IREB)	2016.6.28	5年間
台湾	国立屏東科技大学 野生動物保全学研究所	Institute of Wildlife Conservation National Pingtung University of Science and Technology	2018.1.24	10年間
大韓民国	ソウル大公園(ソウル動物園)	Seoul Grand Park (Seoul Zoo)	2010.4.28	—
タイ	チュラロンコン大学理学部	Faculty of Science, Chulalongkorn University	2010.5.24	5年間 (自動継続)
スイス	チューリッヒ大学獣医学部	The University of Zurich, Vetsuisse Faculty, Clinic of Zoo Animals, Exotic Pets and Wildlife	2012.6.20	3年間 (自動継続)
コンゴ民主共和国	キンシャサ大学理学部	Faculty of Science, University of Kinshasa, Democratic Republic of Congo	2013.1.7	5年間 (自動継続)
インドネシア	ガジャマダ大学獣医学部	The Faculty of Veterinary Medicine, Universitas Gadjah Mada, Indonesia	2018.4.1	5年間
インドネシア	ボゴール農科大学理数学部	The Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Bogor Agricultural University, Indonesia	2018.11.13	5年間 (自動継続)
スリランカ	スリジャヤワルデネブラ大学社会学・人類学教室	The faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Sociology and Anthropology, University of Sri Jayawardanepura, Sri Lanka	2015.8.15	10年間
タイ	チュラロンコン大学霊長類研究センター	National Primate Research Center of Thailand, Chulalongkorn University, Thailand	2021.3.25	5年間
大韓民国	韓国国立生態院	National Institute of Ecology, Republic of Korea	2016.4.5	5年間 (自動継続)
アメリカ	ケント州立大学 人類学・生物医学(バイオメディカルサイエンス)部門	THE DEPARTMENT OF ANTHROPOLOGY AND THE SCHOOL OF BIOMEDICAL SCIENCES, KENT STATE UNIVERSITY, USA	2021.8.17	5年間 (2016.8.1～)
アメリカ	リンカーンパーク動物園 インディアナポリス動物園	THE LESTER E. FISHER CENTER FOR THE STUDY AND CONSERVATION OF APES (LINCOLN PARK ZOO) THE POLLY H. HIX INSTITUTE FOR RESEARCH AND CONSERVATION (INDIANAPOLIS ZOO)	2016.11.11	5年間
インド	インド国立高等研究所	The National Institute of Advanced Studies Bangalore, India	2016.12.19	10年間
コンゴ民主共和国	生態森林研究所	The Research Center for Ecology and Forestry, D.R.Congo	2016.6.1	5年間
ミャンマー	ミャンマー文化宗教省考古局	The Department of Archaeology and National Museum of the Ministry of Religious Affairs and Culture, Nay Pyi Taw, Myanmar	2017.12.13	5年間 (自動継続)
アメリカ	サンディエゴ動物園	The Zoological Society of San Diego d/b/a San Diego Zoo Global, USA	2018.8.9	5年間
オーストラリア	アッフエンベルグ・モンキー・マウンテン	Affenberg Zoobetriebsgesellschaft mbH (Affenberg Monkey Mountain)	2020.7.21	5年間

共同研究協定

日本	財団法人名古屋みなと振興財団 (名古屋港水族館)		2009.7.3	—
マレーシア	オランウータン島財団	Orang Utan Foundation	2010.11.1	—
マレーシア	ブラウバンディング財団	Pulau Banding Foundation	2010.11.1	—
日本	西海国立公園九十九島水族館 「海きらら」		2012.6.16	—
日本	日本モンキーセンター		2014.10.15	—
日本	大学共同利用機関法人 自然科学研究機構生理学研究所		2014.1.22	5年間 (自動継続)
日本	新潟大学脳研究所		2015.8.1	5年間 (自動継続)
日本	中部大学創発学術院		2016.9.2	5年間 (自動継続)
日本	公益財団法人鹿児島市水族館公社 (かごしま水族館)		2016.11.1	5年間 (自動継続)

3.5 学位取得者と論文題目

京都大学博士（理学）

高田裕生（課程）：Morphological changes of large V pyramidal neurons in cortical motor-related areas after spinal cord injury in macaque monkeys（サル脊髄損傷後の運動関連領野における5層巨大錐体細胞の形態学的変化）

李婉儀 Lee Wan Yi（課程）：Exploring factors governing the gut microbiome of Japanese macaques（ニホンザルにおける腸内細菌叢の変動要因）

仲井理沙子（課程）：霊長類 iPS 細胞を用いた初期神経発生動態の解析

京都大学修士（理学）

Sanjana Pratap Kadam：喫煙者と非喫煙者の社会的および情動的認知バイアス

Satyajit Biswas：SIV 感染アカゲザルにおける抗レトロウイルス療法のプロトコルの確立

高安環：上丘における前頭眼野からの入力の情報処理様式

戸塚めぐみ：情動反応における腹内側前頭皮質の役割の解明

沼部令奈：TAS2R 遺伝子多型によるコーヒーの苦味成分に対する感受性の違い

濱寄裕介：コモンマーモセットの音声コミュニケーション解析における音源定位技術の応用と評価

林咲良：哺乳類ゲノムで最近内在化または転移した内在性レトロウイルスの同定

平田和葉：ニホンザルにおける歯のマイクロウェアを用いた食性推定法の検討

南俊行：嵐山餌付けニホンザル集団の養育行動に関する研究：ベビースキーマと祖母仮説に着目して

Kovba Anastasiia：霊長類モデルによるヒト免疫不全ウイルス（HIV）潜伏感染に関する研究：リンパ組織 HIV 感染リザーバーへの抗レトロウイルス薬の効果とその意義

Abdullah Langgeng：温泉とホロビオン：ニホンザルの温泉入浴行動と宿主関連生物相の関係

3.6 外国人研究員

M Sigaud（フランス 所属・無）

(2018.9.27～2021.4.26)

受入教員：MacIntosh Andrew

研究題目：生息環境の悪化が絶滅の危機に瀕した霊長類におよぼす影響評価

C Sarabian (フランス 所属・無)

(2019.9.29~2021.9.28)

受入教員: MacIntosh Andrew

研究題目: チンパンジーにおける「嫌悪」を引き起こす認知的・生理的メカニズムの分析

J Gao (中国 所属・京都大学)

(2020.10.1~2022.9.30)

受入教員: 足立幾磨

研究題目: チンパンジーと人の子供における身体の認識:比較認知発達の観点から

P Voinov(ロシア連邦 所属・無)

(2021.11.4~2023.11.3)

受入教員: 足立幾磨

研究題目: チンパンジーにおける協働する他個体の行為の心的表象

3.7 日本人研究員・研修員

今年度は該当なし

3.8 霊長類学総合ゼミナール

The Interdisciplinary Seminar on Primatology 2021

日時: 2021年12月16日(木)

場所: 京都大学霊長類研究所 大会議室、Zoomにてオンライン開催

発表: 14件(口頭: 13件)

霊長類学総合ゼミナールは霊長類学系の正式なカリキュラムに組み込まれており、毎年TAを中心とした大学院生が企画運営し、所内の教員、研究員、学生の研究交流を促進することを目的として開催されている。本年は、新型コロナウイルスの流行をうけZoom開催とした。国内の院生・研究員から海外在住生まで多様な層からの参加を設け、口頭による研究発表と修士課程の学生や博士課程以上の在学学生・職員による研究計画・研究報告発表を実施した。密集を避けるため、例年実施していたポスター発表は残念ながら実施しなかった。

特別企画として、霊長類研究所にまつわるクイズ大会をオンラインで開催した。霊長類や霊長類研究所に所属する先生方に関するクイズをzoom上で開催し、発表者以外の学生が参加の実感を持てる内容となるよう工夫を施した。クイズの正当数集計も行い、ランキングを発表したが、このクイズ大会がコロナ禍で減少してしまっている院生同士の交流のきっかけとなっていれば幸いである。また、2つ目の企画として、これまで5回実施され好評であった「霊長類研究所 写真展」を初めてオンラインで開催した。「Moments from PRI members」と題して霊長類研究所の学生・職員に呼びかけ、研究に関係するものから日常生活の一場面まで、幅広いジャンルの写真・動画を集め、キャプションと共に動画にまとめたものをzoomにて上映した。更に、写真・動画を公開する期間限定ウェブサイトを作成し、霊長類学総合ゼミナール開催日に自由に見ることができるようになることで、前回までのように発表の合間や昼休憩の時間に写真を自由に見て回れる雰囲気が出せるよう努めた。先述した通り、コロナ禍で制限があることでフィールドワークや実習、学生間での交流の減少は避けられないが、この企画を通して霊長類研究所に所属する互いの研究や生活を共有し、所内の教員、研究員、学生の研究交流を促進するという、霊長類学総合ゼミナール目的の達成に貢献できたと考えている。

<口頭発表1・研究計画>

1. 中村 冠太(系統発生・大学院生) "Morphological and Histoanatomical
2. Studies of the Larynx in Lemur "
3. 豊田 直人(系統発生・大学院生) "Towards a New Hypothesis on the Trade-Off between Olfaction and Vision in Primates "
4. 生形 咲奈(認知学習分野・大学院生) "Does C-tactile Afferent Stimulating Touch Carry a Positive Affective Value in Infants?"
5. Zhuoling Li(統合脳システム分野・大学院生) "Anatomical Substrate for Sensorimotor and Association Cross-Talks Between the Basal Ganglia and the Cerebellum in Nonhuman Primates"

6. Ozan Celayir (高次脳機能分野・研究生) "Sequence Processing as a Crucial Capacity for Musical Skills"

<口頭発表2・自由演題>

1. Zhihong XU (社会生態分野・大学院生) " Sociability and Disease Transmission: Evolutionary Ecology and Parasite Transmission in Japanese Macaques "
2. Abdullah Lang-geng (社会生態分野・大学院生) " Of Hot Springs and Holobionts: Linking Hot Spring Bathing Behavior and Host-Associated Biota in Japanese Macaques "
3. 徳重 江美 (社会生態分野・大学院生) " What Makes the Variance of Parasite Burden in Rhesus Macaques Reared in an Open Enclosure? "
4. 柴田 翔平 (社会生態分野・大学院生) " How Do Males Associate with Other Males in Their Group? Comparative Studies of Male Aggression and Association Pattern Of the Genus Pan "
5. 金子 杏日香 (認知学習分野・大学院生) " Exploratory Investigation for Cognitive and Affective Processes Associated with Social Biases "
6. 内藤 裕一 (社会生態分野・研究員) " Nitrogen Isotopic Composition of Individual Amino Acids in Bones: A Tool for Illuminating Past Human and Animal Behaviors"
7. 木下 勇貴 (進化形態分野・大学院生) " A Comparison of Axial Rotation of the Trunk During Bipedal Walking between Human, White-handed Gibbon and Japanese Macaque"
8. Morgane Longuet (系統発生分野・大学院生) " My Past Research in Paleontology"

<特別企画>

1. クイズ大会
2. 霊長類研究所 写真展 (オンライン) "Moments from PRI members"

(総合ゼミ TA 沼部令奈)

4. 広報活動

霊長類研究所では、広報委員会が下記の広報行事を行って研究所の活動を所外の方々に紹介している。また、リーフレット・ホームページを通じても広報活動を行い、一般の方からの霊長類についての質問や、マスコミ取材の問い合わせにも随時対応している。

4.1 公開講座

犬山公開講座

2021年10月23日に、オンラインで実施した。所外から47名の参加があったほか、約10名の所員が参加した。二つの講義を行った後、三つの実習に分かれて、参加者がオンラインでさまざまな活動を行った。本年度の公開講座は、「京大ウィークス」の一環として行われた。

当日のスケジュール

13:00～14:00 講演1 湯本 貴和 「世界の森に霊長類を訪ねて」

14:00～15:00 講演2 高田 昌彦 「脳の進化と病」

15:30～16:30 実習

実習1 「動物園のサルを観察しよう」 湯本貴和

実習2 「サルの糞の中身を見てみよう」 半谷吾郎、Andrew MacIntosh

実習3 「骨を見て動きを考えよう」 平崎鋭矢、伊藤毅

4.2 市民公開日

新型コロナ流行のため、本年は実施しなかった。

4.3 オープンキャンパス・大学院ガイダンス

大学の学部学生を主な対象として、大学院ガイダンスを兼ねた2021年度のオープンキャンパスを、オンラインにて、2022年2月15日、16日に開催した。15日は、霊長類研究所の教員19名による研究紹介、ヴァーチャル所内見学、大学院入試の説明、および大学院生との懇談会を行った。16日は、それぞれの参加者が希望する二つの研究室の教員と懇談した。参加者は12名であった。

(広報委員長)

5 霊長類学・ワイルドライフサイエンス・リーディング大学院 (PWS)

プログラム・コーディネーター：伊谷原一（野生動物研究センター・教授）

平成 25 年 10 月 1 日に採択され発足した当プログラムは、日本の他の大学に類例のない、フィールドワークを基礎とするプログラムである。学内の研究者に加えて、環境省職員、外交官、地域行政、法曹、国際 NGO、博物館関係者などからなるプログラム分担者をそろえ、3 つのキャリアパスを明確に意識した体制を構築した。

プログラムの実施・運営

選択必修の 8 実習のうち「比較認知科学実習／動物福祉実習」「笹ヶ峰実習」については、コロナ禍で中止、延期あるいは大幅な規模縮小あるいは変更を余儀なくされた。これらの実習・セミナーは、基本的な公用語は英語である。履修生は L1 からすぐに海外や国内の拠点で中長期にわたって自主企画のフィールドワークをおこなう予定であったが、コロナ禍でほとんど実現しなかった場合もあった。

連携体制の維持・強化

履修生を広く深く支援する教育研究体制を構築した。プログラムの意思決定は、学内分担者の全員からなる月例の協議員会で、その中枢としてヘッドクォーター (HQ) 制度をとった。コーディネーターを含む 8 名の HQ がいて、諸事の運営を審議する。語学に堪能な事務職員を各拠点に配置し、協力して履修生をサポートした。プログラムの方針・運営状況・カリキュラム・成果・履修生の動向などについて、対内外の情報・広報は、すべて一元的に HP (<http://www.wildlife-science.org/>) に集約して共有した。年 2 回開催の The International Symposium on Primatology and Wildlife Science はオンラインで実施し、履修生や外国人協力者 (IC) も含めた 100 名超のプログラム関係者の参加で、プログラムの方向性や進捗状況を確認し、連携強化を図った。なお、9 月実施シンポジウムは当年度秋入学履修生の、3 月実施シンポジウムは次年度春入学の履修生の入試をそれぞれ兼ねている。また日本学会会議・基礎生物学委員会・統合生物学委員会合同ワイルドライフサイエンス分科会にてプログラム・コーディネーターが委員長を務めることで、長期的かつ学際的な評価・支援基盤を固めた。さらにプログラムの「実践の場」として、16 の動物園・水族館・博物館と連携協定を結んでいるが、特に公益財団法人日本モンキーセンター (以下 JMC) や京都市動物園では、履修生によるアウトリーチ活動も活発化している。特に、JMC 発行の季刊誌「モンキー」の刊行については、本プログラムが全面的に協力し、プログラムの活動 PR の媒体となっている。国内ワイルドライフサイエンスとの連携も継続しており、特に屋久島では「屋久島学ソサエティ (<http://yakushimagakusociety.hateblo.jp/>)」を中核とした地域住民との協働が緊密である。

キャリアパスを見据えた履修生の自主性の涵養と支援

必修の「自主フィールドワーク実習」では、履修生が自主企画の海外研修をおこなうことで、自発的なプランニング能力の向上を図り、出口となる保全の専門家やキュレーターや、アウトリーチ活動の実践者の育成につなげてきたが、今年度はコロナ禍でほとんど実現しなかった。また個人的なフィールドワークに限らず、これまで大学院生のイニシアチブによる自主企画の取組も奨励してきたが、これもコロナ禍でオンラインの一部の企画以外は実現しなかった。

優秀な履修生の継続的な獲得と支援

L3 編入制度、春秋の国際入試をおこない、秋入学者へのカリキュラム対応を整備して、優秀な留学生を獲得した。履修生の約 4 割が JSPS 特別研究員 (DC1/DC2)／国費留学生である。HP の内容を充実させて、HP を見ればプログラムのすべてがわかるようにした。

(湯本貴和)

6. ナショナルバイオリソースプロジェクト (NBRP) 「ニホンザル」

<活動概要>

平成14年度から文部科学省により開始されたナショナルバイオリソースプロジェクト (NBRP) の一環である。自然科学研究機構 (生理学研究所) を中核機関、京都大学 (霊長類研究所) を分担機関として、安全で健康なニホンザルを日本のさまざまな研究機関に提供することを目的として実施してきた。平成27年度より日本医療研究開発機構 (AMED) のプロジェクトとなった。令和3年度からは再び文部科学省のプロジェクトになった。平成29年度より第4期 (5年計画) に入った。第4期からは、京都大学が代表機関となり自然科学研究機構を分担機関とし実施することとなった。現在、約400頭のニホンザルの3分の2を善師野第二キャンパス内で、3分の1を官林キャンパス (第1キャンパス) 内で飼育している。令和3年度も新型コロナウイルスの影響は小さくなかったが、全体として対応でき、事業としてもほぼ予定通り実施できた。実績は以下の通りである。1) 京都大学霊長類研究所にて NBRP ニホンザル運営委員会を6回開催し (うち3回はオンライン会議、3回はメール会議)、提供検討委員会を6回 (うち2回はオンライン会議、4回はメール会議) 開催した、2) 自然科学研究機構生理学研究所との合同会議を3回 (全てオンライン会議) 開催した、3) 研究員および飼育員を新たに雇用してプロジェクトの実施体制を整備・強化した、4) サル提供は目標である55頭の提供を実施した。これにより第4期 NBRP にて目標とした年平均70頭の提供を実現した。提供に関する業務は出荷検疫にいたるまですべて京都大学が実施した、5) ライセンス講習会 (オンラインにて2回開催) 等を通じて、ニホンザルを用いた研究者の教育や指導を行った、6) サルの疾病対策等に関しては、飼養個体の B ウイルスおよび SRV 検査を実施した、7) 神経科学学会の大会期間中にユーザー会議を開催し、ユーザーとの情報交換を行った、8) 広報活動および新たなユーザー開拓を目的として日本分子生物学会における NBRP 特別展示企画 (パシフィコ横浜にて開催) に出展した。ニホンザルを用いた研究について HP・パンフレットなどを用いた情報発信、およびニホンザルユーザーに対してメールベースのニュースレターの発行などに努めた。平成30~31年度に採択された基盤技術整備プログラムにて支援され B ウイルス DNA 測定系 (リアルタイム PCR および nested-PCR) を開発した。より安全で安心なリソース確立のために活用したい。

研究用ニホンザルの繁殖・飼養・提供

中村克樹・大石高生・今井啓雄・東濃篤徳・前田典彦・兼子明久・橋本直子・浜井美弥・佐野素子・熊谷かつ江・安江美雪・大川夏菜・常盤准子・金玲花・洞田智子・黒澤拓斗・辻勝久・坂野晴風・各務詩乃・杉山宗太郎・林美紗・伯川美穂・佐々木敬子・釜中慶朗 (派遣社員)・山田悠公 (派遣社員)
ナショナルバイオリソースプロジェクト「ニホンザル」では善師野第2キャンパスにて300頭以上のニホンザルを飼育している。主な飼育環境は3つの放飼場および5棟のグループケージで構成される。年間90頭の繁殖、70頭の提供を目標にしている。研究用ニホンザルの提供事業のために、繁殖・育成・検疫・提供まで一連の作業を実施した。

研究用ニホンザルの健康管理

兼子明久・森本真弓・東濃篤徳・安江美雪・黒澤拓斗・伯川美穂
獣医師によるニホンザルの獣医学的健康管理を行なった。また、微生物学的管理のためにウイルス検査等を実施した。

ニホンザル B ウイルス DNA 測定系の開発

東濃篤徳・伯川美穂・明里宏文・中村克樹
ニホンザル B ウイルスの生活環や危険性を評価し事業参加者の安全性を向上するため、また、コロニーの B ウイルスフリー化を加速するために、B ウイルス DNA 測定系 (リアルタイム PCR および nested-PCR) を開発した。

<広報活動>

第44回日本分子生物学会年会 特別展示企画「ナショナルバイオリソースプロジェクト (NBRP) - バイオリソース勢ぞろい」: ナショナルバイオリソースプロジェクト「ニホンザル」の紹介 (2021年12月1日~3日)

<委員会>

運営委員会：6回開催（オンライン会議3回、メール会議3回）

委員：稲瀬 正彦、明里 宏文、伊佐 正、今井 啓雄、宇賀 貴紀、坂上 雅道、田中 真樹、竹村 文、
中村 紳一郎、山田 一憲、南部 篤、磯田 昌岐、中村 克樹

提供検討委員会：6回開催（オンライン会議2回、メール会議4回）

委員：宇賀 貴紀、足立 雄哉、窪田 慎治、猿渡 正則、中村 晋也、西村 幸男、山田 洋

疾病検討委員会：

委員：中村 克樹、明里 宏文、大沢 一貴、小野 文子、中村 紳一郎、西島 和俊、俣野 哲朗

(中村克樹)

7. 共同利用研究

7.1 概要

令和3年度の共同利用研究の研究課題は、以下3つのカテゴリーで実施されている。

- A 計画研究
- B 一般研究
- C 随時募集研究

共同利用研究は、昭和57年度に「計画研究」と「自由研究」の2つの研究課題で実施され、昭和62年度からは「資料提供」（平成14年度から「施設利用」と名称を変更、さらに平成20年度から「随時募集研究」と名称を変更）を、平成6年度からは「所外供給」（平成14年度から「所外貸与」と名称を変更し、平成15年度で終了）が実施された。さらに平成23年度からは「自由研究」を「一般個人研究」（平成30年度から「一般研究」と名称を変更）と「一般グループ研究」（「一般グループ研究」は平成28年度で終了）に区分して実施されている。それぞれの研究課題の概略は以下の通りである。

「計画研究」は、本研究所推進者の企画に基づいて共同利用研究者を公募するもので、個々の「計画研究」は2～3年の期間内に終了し、成果をまとめ、公表を行う。

「一般研究」は、「計画研究」に該当しないプロジェクトで、応募者の自由な着想と計画に基づき、所内対応者の協力を得て共同研究を実施する。

「随時募集研究」は資料（体液、臓器、筋肉、毛皮、歯牙・骨格、排泄物等。生理実験・行動実験・行動観察も含む）を提供して行われる共同研究である。

なお、平成22年度から、霊長類研究所は従来の全国共同利用の附置研究所から「共同利用・共同研究拠点」となり、これに伴い、共同利用・共同研究も拠点事業として進められることとなった。

令和3年度の計画研究課題、および共同利用研究への応募・採択状況は以下のとおりである。

(1) 計画研究課題

i) 霊長類の先進的遺伝子改変モデルを用いた神経ネットワークの構造と機能の解明

実施予定年度：令和2～3年度

課題推進者：高田昌彦、中村克樹、大石高生、宮地重弘、井上謙一

多様なウイルスベクターシステムや光遺伝学・化学遺伝学的技術により作出した先進的遺伝子改変モデルを用いて、マカクザルやマーモセットなどの霊長類動物における神経ネットワークの構造と機能の解明に迫る。

ii) 霊長類資・試料を用いた分子細胞研究

実施予定年度：令和2～3年度

課題推進者：今井啓雄、古賀章彦、岡本宗裕、今村公紀、明里宏文

霊長類研究所には研究所内外から集められた様々な資・試料が保存されている。中でも分子生物学的試料の利用は年々増え、DNAやRNA、細胞や臓器類を用いた先進的な研究が行われている。これらを集約してお互いの情報交換と試料の有効活用を図る。

iii) 霊長類のコミュニケーションをささえる認知および形態的特質についての総合研究

実施予定年度：令和3年度

課題推進者：足立幾磨、中村克樹、西村剛、服部裕子

コミュニケーションの霊長類の基盤をあきらかにするため、霊長類におけるコミュニケーションのうち、特に視覚・聴覚のコミュニケーションに焦点を当て、それらを可能とする認知機序および身体構造、さらに認知を身体の相互作用という視点から研究を推進する。

(2) 共同利用研究への応募並びに採択状況

令和3年度は計139件（延べ350名）の応募があり、共同利用実行委員会（古市剛史、平崎鋭矢、田中洋

之、Andrew MacIntosh、桂有加子、高田昌彦、後藤幸織）において採択原案を作成し、共同利用専門委員会（令和3年2月25日）の審議・決定を経て、拠点運営協議会（令和3年3月22日）で承認された。その結果、130件（延べ342名）が採択された。

各課題についての応募・採択状況は以下のとおりである。

課題	応募	採択
計画研究	46件（139名）	46件（139名）
一般研究	70件（164名）	70件（164名）
随時募集研究	11件（36名）	11件（36名）
研究会	3件（3名）	3件（3名）
合計	130件（342名）	130件（342名）

※上記は拠点運営協議会（令和3年3月22日）以降に採択された随時募集研究の件数も含む。

7.2 研究成果

7.2.1 計画研究

2021-A-1 チンパンジー人工多能性幹細胞からの心筋細胞分化誘導法の樹立

高樋美佳、大沼清（長岡技術科学大・技術科学イノベーション・システム幹細胞研）所内対応者：今村公紀

本研究は、心臓におけるヒトと霊長類の種差を検証する目的で行っている。しかし、昨今の情勢による登校制限や、使用していた培地の生産中止などの影響により、当初予定していた実験全てを遂行することができなかった。よって以下に記載する①霊長類 iPS 細胞の使用手法や試薬の確認、②新たな培地での心筋細胞分化誘導法の作製、が主な研究成果である。

①霊長類 iPS 細胞の使用手法や試薬の確認

霊長類研究所に来訪し、チンパンジー iPS 細胞の解凍や維持の手法を学んだ。特にヒト iPS 細胞の取り扱いと形態との違いを確認し、所属している研究室にて使用できることを確認した。

②新たな培地での心筋細胞分化誘導法の作製

以前使用していた ESF8 培地の基礎培地、m-ESF 培地が生産中止となったため、代替となる培地を模索した。m-ESF 培地の代替培地には、一般的に、DMEM/F12 培地が使用されているが、DMEM/F12 培地にはいくつかの種類がある。いくつかの DMEM/F12 培地を試したところ、ノックアウトされていない、Sodium Bicarbonate 含有の DMEM/F12 培地にて、最も安定して心筋分化が誘導されることが分かった。また2種類の iPS 細胞系統で心筋分化が誘導されたため、チンパンジー iPS 細胞でも心筋分化誘導ができる可能性が高いと考えている。

今後は開発した心筋分化誘導法を用い、当初予定していた実験を遂行する予定である。

2021-A-2 霊長類消化管オルガノイド培養系を用いた生体防御機構の解明

岩槻健（東京農大・応生・食安健）、有永理峰、坂口恒介（東京農大・院・農）所内対応者：今井啓雄

これまで、共同利用を通じて霊長類の消化管オルガノイドの作製に成功し、株化細胞では解析することのできない、tuft 細胞や内分泌細胞などの化学感覚細胞を分化誘導することに成功してきた。今年度は、増殖した tuft 細胞にどのような遺伝子が選択的に発現するかを RNA-Seq によって解析し、アセチルコリン合成酵素が tuft 細胞に多く発現していることを見出した。さらに、LC-MS を使い tuft 細胞へ分化させた細胞群により多くのアセチルコリンが存在することを明らかにし、オルガノイドが産生するアセチルコリンを初めて定量した。消化管におけるアセチルコリンの役割が未だ不明であったので、消化管オルガノイドにアセチルコリンをダイレクトに作用させることで、消化管上皮がアセチルコリンにどのように反応するかを観察した。アセチルコリン投与後間もなく、Paneth 細胞に存在し抗菌ペプチドを含有する顆粒が管腔側へ向かい崩壊していく様子が観察された。同顆粒には細菌を除去するためのディフェンシンなどが含まれると考えられる。そこで我々は、細菌や異物を検知した tuft 細胞がアセチルコリンをパラクライン様に分泌することにより、近傍に存在する Paneth 細胞に作用し抗菌ペプチドなどを放出するモデルを提唱し論文化した。

本研究により、ヒトを含めた霊長類において消化管に入ってくる細菌や危険因子などの物質が tuft 細胞を刺激後どのように除去されるかが明らかとなり、生体防御機構を増強する創薬や食品因子の開発に貢献すると考えられる。

2021-A-3 Analysis of microRNA derived from transposable elements (TEs) in primates

Heui-Soo Kim, Woo Ryung Kim (Pusan National University)、所内対応者：今井啓雄

Transposable element (TE), which move to other region of genome, can be alternative enhancer, promoter and generate some microRNAs (miRNAs). The miRNA, which is 22~25nt in length, binds to 3' untranslated region and adjusts the expression of target messenger RNA. The miRNA also plays an important role in various biological processes at the post-transcriptional level. MicroRNA-588, miR-887-3p, miR-582-5p and miR-1825 are originated from long interspersed element (LINE), which is a class of non-long terminal repeat retrotransposons and represent about 21% of human genome. The relative expression pattern of each miRNA was analyzed in several tissue samples of chimpanzee male and female. Among LINE-derived miRNAs, especially, miR-1825, which known as regulator for progression of several cancers and other diseases, shows highest expression in colon, stomach and small intestine. Target gene analyses about miR-1825 were also conducted by four target gene prediction tools. Solute Carrier Family 25 Member 23 (SLC25A23), the final target gene of miR-1825 was chosen and additional bioinformatic analyses for correlation between target gene and miR-1825 were studied. For the further relationship analysis between SLC25A23 and miR-1825, quantitative real time PCR and luciferase assay will be conducted.

2021-A-4 霊長類の生理機能季節変化の分子基盤の解明

吉村崇、中山友哉、CHEN Junfeng、松本昇子 (名大・院・生命農学)、所内対応者：今井啓雄

代謝、免疫機能、気分など、ヒトの様々な生理機能は季節によって変化する。また、心疾患、肺がんのほか、統合失調症やうつ病などの精神疾患の発症率にも季節の変化が存在するが、それらの季節変動をもたらしている分子基盤は明らかになっていない。サルは進化的にヒトに近く、これまでヒトの生理機能や病態の理解に必須の役割を果たしてきた。特に、ヒトの様々な生理機能や病態の季節変化の分子基盤を明らかにするためには、明瞭な季節応答を示すアカゲザルを用いる以外に研究手段がない。そこで本研究では、屋外の自然条件下で飼育されているアカゲザルにおいて、全身の様々な組織における全転写産物の季節性時空間動態を明らかにすることを目的とした。令和2年度はRNA-seq解析を完了し(図)、採取したすべての組織において、季節変動する「季節変動遺伝子」を同定することに成功した。同定した季節変動遺伝子について、Gene Ontology解析を実施したところ、それぞれの組織において、季節変動するパスウェイを明らかにすることに成功した。

2021-A-5 希少動物の保全を目的とした霊長類の配偶子保存研究

藤原摩耶子、村山美穂 (京都大学・野生動物研究センター) 所内対応者：今井啓雄

本年度は、GAINを通じた卵巣の入手はなかった。しかし、2021年1月13日に福岡市動物園で死亡し、提供を受けたメスチンパンジー「コナツ」(推定44歳)の卵巣を含め、これまでに入手したチンパンジーの卵巣について、他種の卵巣と比較しながら、卵巣組織像の比較を行った。例えば、コナツは死亡時、高齢(推定44歳)であったが、卵巣内に未成熟卵子を有していることを確認できた一方、野生ネコ科動物の高齢の飼育個体では、未成熟卵子を確認することができなかった。繁殖生理、卵巣動態には種差が大きいとされているが、未だ不明な点が多い。今後、より近縁種とも種間比較を行っていくことで、卵巣動態の種差について検討していきたい。卵子・卵巣組織の回収時に残った卵巣組織の一部は組織固定した他、DNA、RNA、タンパク質として保存したため、凍結前後の変化、および種ごとの卵巣動態について調べる際、分子生物学的解析を実施する予定である。また、コナツをはじめ、チンパンジーを含めた様々な種の卵巣は、種の保存を目的として、卵巣組織の凍結保存を実施・蓄積している(写真：野生動物の配偶子を蓄積する、野生動物研究センター内の液体窒素タンク)。その取り組みについて、『アグリバイオ』に原稿を投稿、掲載された。(野生動物の保全を目的にしたメス遺伝資源バンクの整備、藤原摩耶子、村山美穂、2021年5巻(7)639-642。)

2021-A-6 種特異的ノンコーディングRNAによるほ乳類脳神経機能分化

今村拓也 (広島大・統合生命・生命医科学プログラム) 所内対応者：今村公紀

本課題は、ほ乳類脳のエピゲノム形成に関わる non-coding RNA (ncRNA) 制御メカニズムとその種間多様性を明らかにすることを目的としている。本年度は、ヒトとチンパンジーの神経幹細胞発生におけるトランスクリプトームの時系列変化を比較し、脳発生の機能的種差を推定することを試みた。まず、誘導過程においては、HES5を始めとする神経幹細胞維持において重要な多くの遺伝子の発現が、チンパンジーよりもヒトで遅れて起こることが明らかになった。分化誘導された神経幹細胞においては、代謝関連遺伝子やリボソームタンパク質をコードする遺伝子群が、ヒトで優位な発現を示すことがわかった。また、SIX3やSIX6など、抑制性ニューロン産生に重要な遺伝子がヒトで高く発現していた。SIX3、SIX6について、発現差異形成に機能する因子を探索したところ、promoter-associated non-coding RNA (pancRNA) がヒト特異的に獲得されていることが明らかとなった。上記に加えて、種特異的 pancRNA-mRNA ペアの操作を順

次行なった。複数の pancRNA あるいはその制御下にある mRNA について解析したところ、それらのノックダウン効果は、神経幹細胞の増殖を早期に止め、ニューロンに分化させるまでに及ぶことが明らかとなった。したがって、霊長類脳のサイズ拡大を支えるメカニズムに、種特異的 ncRNA の進化的獲得が関与することが考えられた。

2021-A-7 消化管粘膜におけるメカノセンサー発現の解明

城戸瑞穂、吉本怜子（佐賀大学）所内対応者：今井啓雄

消化管は口腔から始まり肛門へと一本の管で繋がる。消化管の表面は粘膜で隈無く覆われている。粘膜は飲食物等による外界からの多様な刺激を適切に感受しながら、消化し、必要なものを分別しながら吸収し、身体の内環境を防御している。近年、機械刺激感受性のイオンチャネルが多様な生命機能にかかわることが報告されてきている。私たちは機械刺激の大きさに応じて陽イオン電流が変化するイオンチャネルに着目し、口腔粘膜上皮や腸管上皮に発現していることを明らかにした。部位により、また上皮細胞や線維芽細胞、血管内皮細胞の細胞突起に力学センサーイオンチャネルが存在し、アクチン線維と関連していることが明らかとなった。部位あるいは細胞の種類により、細胞内局在は異なること、炎症病態により発現量も変化することが明らかとなった。霊長類のサンプルによる解析は思ったほどのスピードで進めることはできなかったが、今後も継続して口腔と消化管の部位による差の比較をしながら細胞生物学的な詳細な解析を進める予定である。

2021-A-8 霊長類におけるエピゲノム進化の解明

一柳健司、新田洋久、藤原聡一郎（名大・院・生命農学）所内対応者：今村公紀

iPS 細胞を骨格筋細胞に分化誘導することを目指し、霊長類研究所にて条件検討を行った。しかし、良い条件を見つけるには至らなかった。一方、過年度の共同研究にて行った mRNA-seq、ChIP-seq 解析に関する研究がまとまり、投稿準備中である。ヒトとチンパンジーの iPS 細胞は概ね同じトランスクリプトームとエピゲノムを持っているが、一部種間差が見られた。そのような場所は転写因子結合部位にゲノム配列の違いがあったり、レトロトランスポソンの種特異的挿入がみられ、エピゲノムの種間差を生み出すのにゲノム配列の変化が関わることが明らかとなった。

2021-A-9 Naïve 型チンパンジー iPS 細胞の誘導と異種間キメラ動物の作製

寺村岳士（近畿大学・高度先端総合医療）、村川康裕（理化学研究所生命医科学研究センター）、中西真人（ときわバイオ株式会社）所内対応者：今井啓雄

京都大学霊長類研究所において樹立されたチンパンジー iPS 細胞を用い、低分子化合物での処理により Naïve 誘導を行った。14 日間 Naïve 誘導を行ったチンパンジー iPS 細胞はマウス ES 細胞に類似した形状を示し、転写因子の発現の変化、細胞表面マーカーの発現変化を認めた。さらに、マウス胚との異種間キメラ動物作製実験において、胚体への取り込みと胎児組織への寄与を示唆する観察像が得られた。また、Naïve 化したチンパンジー iPS 細胞の RNAseq 解析を行い、Naïve 特異的な遺伝子発現状態を示すことを確認した。

2021-A-10 チンパンジー多能性幹細胞の性状解析および異種間キメラ動物の作製

正木英樹（東京大・医学研究所）、水谷英二（筑波大・医学研究科）所内対応者：今井啓雄

前年度に引き続き、これまでに提供頂いたチンパンジー細胞を用いて、チンパンジーナイーブ型（＝着床前段階）多能性幹細胞の培養条件の最適化を行い、複数の個体由来チンパンジープライム型 iPS 細胞をナイーブ型 iPS 細胞に変換することに成功した。これらの細胞株について RNAseq による遺伝子発現プロファイル解析を実施し、ナイーブ型多能性幹細胞のマーカー遺伝子発現に加え、trophectoderm マーカー遺伝子をも発現していることが明らかになった。これはマウス/ラット ES 細胞とは異なり、ヒトナイーブ型多能性幹細胞やヒト着床前エピプラストと類似した遺伝子発現プロファイルであり、進化学的にも重要な知見である。また、チンパンジーナイーブ型 iPS 細胞が trophoctoderm への in vitro differentiation を誘導できたことから、着床前胚様オルガノイドである blastoid を形成できる可能性が高まった。これはチンパンジー初期胚発生を研究する上で重要なアプローチとなり得る。今後は blastoid 形成、他動物胚との異種間キメラによってチンパンジーナイーブ型 iPS 細胞の developmental potency を明らかにする予定である。

2021-A-11 Exonization event caused by primate specific Alu element in primate evolution

Jae-Won Huh, Hee-Eun Lee, Se-Hee Choe, Hye-Ri Park, Hyeon-Mu Cho (Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology) 所内対応者：今井啓雄

We couldn't enter Japan because of COVID-19 in 2021. As a result, we couldn't proceed with the experiment. But I sent the sample list to Imai sensei by email and he secured the sample.

RNA extracted from the tissue samples are quality checked by bioanalyzer and Qbit. They are kept in the freezer with DNA samples.

If we can enter Japan again, we will visit as soon as possible and complete the experiment.

2021-A-12 ヒト特異的転移因子による脳関連遺伝子の発現調節機構の進化

鈴木俊介（信州大・農・農学生命科学）、川崎恵一朗、竹内亮、牧廉斗、松下紋子（信州大・院・総合理工・農）所内対応者：今村公紀

研究計画のとおり、CDK5RAP2, MCT1/SLC16A1, TBC1D5 遺伝子座中のヒト特異的レトロトランスポゾン SVA F1 を、CRISPR/CAS9 システムによるゲノム編集より欠失させたヒト iPS 細胞株の作出に取り組んだ。iPS 細胞以外の培養細胞では狙いどおりの欠失を引き起こすことができるガイド RNA を設計することができたが、iPS 細胞を用いて同様の実験を行うと欠失が確認できないことが問題であった。遺伝子導入時に多数の iPS 細胞が死滅していることが原因である可能性が考えられたため、アポトーシス抑制遺伝子 BCL-XL をゲノム編集ベクターと一緒にトランスフェクションすると生存率が改善するという報告を利用することにした。また、以前条件検討を行って決定したエレクトロポレーションのパラメーター設定では、研究室移転後にトランスフェクション効率が低下していたことが明らかになったため、再度エレクトロポレーションの条件検討を行った。再びスクリーニングを続けたところ、MCT1/SLC16A1 遺伝子座において SVA F1 がヘテロ欠失したヒト iPS 細胞株を取得することができた。ピューロマイシンによる薬剤選択をするとコロニーピックアップ後の生存率が 30%程度に低下してしまうため、せっかく欠失が確認できた株が死んでしまうことがあるのが問題であるが、ひとまずヒト iPS 細胞における CRISPR-del の系ができたため、今後、上記問題点の改善を試みながら各遺伝子座の SVA F1 をホモで欠失した細胞株の作成に取り組む。SVA F1 欠失ヒト iPS 細胞が得られ次第、チンパンジーやニホンザル iPS 細胞を用いた比較実験に進む予定である。

2021-A-13 霊長類の皮質－基底核－視床ループの形態学的解析

藤山文乃、苅部冬紀、平井康治（北海道大学・医）、角野風子（北海道大・院・医）所内対応者：高田昌彦

本研究では前年までに、齧歯類（マウスおよびラット）の脳の尾側線条体に、ドーパミン受容体の発現に偏りがある領域があることを報告した。その後、本共同利用研究によって所内対応者の高田昌彦教授、井上謙一助教の協力で得たマーモセット脳で確認したところ、同様の領域が確認され、これは種を超えた所見であることが判明した。今年度は、この領域の機能に迫るために、D1R / D2R poor zone の投射ニューロンが他の線条体領域の投射ニューロンと異なる性質を持つかどうかという(1)投射ニューロンの特性、D1R / D2R poor zone のニューロンはどこに出力するのかという(2)投射様式をその他の線条体領域と比較した。その結果、直接路ニューロン、間接路ニューロンの分布の偏りと、黒質の特異的な領域への投射を確認し、高田教授、井上助教との共同研究として論文発表した(Ogata et al., 2022)。

2021-A-14 化学遺伝学による霊長類セロトニン神経機能の解明

南本敬史、永井裕司、小山佳、三村喬生、堀由紀子（量子科学技術研究開発機構）所内対応者：高田昌彦

化学遺伝学的な神経活動操作法の一つ DREADDs (Designer Receptors Exclusively Activated by Designer Drug)は、人工変異を加えた受容体を導入した神経細胞の活動を選択的薬物の末梢投与により遠隔操作する技術である。申請者らは本共同利用研究を通じ、所内対応者（高田ら）が作製したウイルスベクターを用い、独自技術の開発を通じて化学遺伝学によるサル脳回路操作を実現させた。R3 年度はこれまでの共同利用研究を通じて得られた成果、(1)PET で可視化した DREADD 陽性細胞の軸索終末部に DCZ を局所注入することで経路選択的な抑制制御ができることを明らかにする(Oyama ら SciAdv 2021)とともに、(2)fMRI との組み合わせにより、皮質局所の神経活動を抑制した際のネットワーク変容を画像化できることを示す(Hirabayashi ら Neuron2021) など、複数の論文に発表することができた。これらの成果は霊長類の特定神経回路をターゲットとした DREADD による神経活動操作がいよいよ実用段階になったことを示すものであり、定期的に開催している研究会（第3回サル類脳新技術研究会 2022.2.19 online）などで共有し、引き続き DREADD によるサル脳回路操作の技術普及を図る。

また R3 年度は、DREADDs によるサルのセロトニン神経選択的な活動操作を行うことでその機能の因果的側面の理解を目指した。DREADD のセロトニン神経選択的導入を背側縫線核、正中縫線核それぞれを標的とした2頭のマカクザルを作出し、DREADD の発現を PET で画像化した。これらの動物の情動/意思決定におけるセロトニンの役割を明らかにすべく、行動課題を訓練し、DCZ と溶媒投与時での行動課題の成績を比較した。その結果、これまでにセロトニン合成阻害や受容体阻害でみられたのと類似した行動変容が確認できた。これらの結果より、DREADD システムによりセロトニン神経を選択的に操作でき、その影響を行動レベルで検証できる可能性が示唆された。

2021-A-15 マカクザル外側手綱核の神経連絡

松本正幸、山田洋、國松淳（筑波大学医学医療系）所内対応者：高田昌彦

外側手綱核から投射を受け、抑制的な活動制御を受ける中脳ドーパミンニューロンが形成する神経回路

の機能探索を目的として、特に、これまで不明であったドーパミンニューロン—小脳間の神経連絡に着目した。先行研究により、ドーパミン神経系の異常との関係が指摘されている発達障害者において、小脳の異常が報告されており、ドーパミンニューロン—小脳間の相互作用が推測される。令和3年度は、この回路の機能を探るため、マカクザルを対象にした強化学習課題をデザインした。ドーパミンニューロンは報酬を得るための強化学習の中核として知られているが、ドーパミンニューロンから入力を受ける小脳が強化学習にどのように関係しているのかは不明である。これまでに、この強化学習課題を実行中の2頭のマカクザルの小脳から神経活動を記録して、小脳においても学習に関連したシグナルが見られることを明らかにした。今後、学習に関連したシグナルが見られる小脳領域に逆行性トレーサーを注入し、解剖学的にドーパミンニューロン—小脳間の強化学習を制御する神経回路を同定する予定である。

2021-A-16 霊長類におけるほ乳類キチナーゼの遺伝子発現とその酵素機能の解析

小山文隆、田畑絵理、上原麻衣子（工学院大・先進工・生命化学） 所内対応者：今井啓雄

キチンは、N-アセチル-D-グルコサミン (GlcNAc) のポリマーで、甲殻類、昆虫、真菌類の構成成分である。酸性キチナーゼ (Chitinase Acidic, CHIA) は、マウス、ニワトリ、ブタなどの雑食性動物の胃で大量に合成され、胃と腸の条件下でキチンを分解する。他方、ウシやイヌなどの草食性と肉食性動物の CHIA は、雑食性動物と比べ、キチンの消化能力が低く、これらの動物において、食性とキチンの分解性に関係があることがわかっている。

近年、北米での進化的研究で、CHIA は、ほ乳類が太古の食虫性祖先から進化してきた足跡を解析する上で重要な遺伝子であることが示された。しかし、CHIA の転写レベルや機能など、分子レベルでの「食性と CHIA の機能進化」についての理解は進んでいない。

2021年度の研究で、オナガザル亜科のアカゲザル（雑食性）の胃組織において、CHIA が胃で多量に発現し、高いキチン分解能をもつことがわかった (Tabata et al., 未発表データ)。また、アカゲザルの CHIA は、コロブス亜科のハイアカコロブス（草食性）よりも高いキチナーゼ活性をもつことがわかった (Tabata et al., 未発表データ)。以上の結果から、旧世界ザルにおいても、食性が CHIA のキチン分解能に影響を与えていることが示唆された。

2021-A-17 行動制御における皮質下領域の機能解析

田中真樹、岡田研一、亀田将史、澤頭亮（北大・医・神経生理） 所内対応者：高田昌彦

大脳皮質の機能は視床を介した大脳基底核ループや大脳小脳ループによって調節されている。本研究の目的は、分子ツールをニホンザルに適用し、その機能の一端を探ることである。本研究者はこれまで、時間生成課題を訓練したサルは線条体から神経活動を記録し、計測しようとする時間長によって運動準備活動の時間経過、視覚応答の振幅、LFPの低周波成分のパワーが変化することを見出すとともに (Kunimatsu et al., 2018; Suzuki & Tanaka, 2019)、同部へのドーパミン受容体の拮抗薬投与で生成時間が変化することを報告してきた (Kunimatsu & Tanaka, 2016)。本研究では、線条体の低周波帯域の同期活動と皮質線条体投射の関連を分子ツールを用いて調べることを計画していたが、令和3年度は電気生理学実験を中心に行い、現在、補足眼野と尾状核の機能結合を調べている。一方、小脳—視床—大脳投射を対象にした研究で進展があり、この系に分子ツールを用いることについて検討を進めている。令和4年度中に小脳皮質へのウイルスベクター接種の条件を探るべく、サルを用いた予備的な実験を行うことを計画しており、主にメールや共同利用研究会の機会を利用して打合せを行った。

2021-A-18 サル内側前頭葉を起点とする領域間回路の解析とうつ病モデルの創出

筒井健一郎、中村晋也、大原慎也、吉野倫太郎（東北大・生命） 所内対応者：高田昌彦

本年度は、これまでに行ったウイルストレーサー注入実験（逆行性：扁桃体・側坐核、順行性：前部帯状皮質を中心とした内側前頭皮質）の結果の解析を進めるとともに、追加実験として扁桃体基底外側核への逆行性ウイルストレーサー注入実験を2頭のマカクザルを用いて行った。その結果、内側前頭皮質は、その領域毎に扁桃体亜核への異なる投射パターンを持つことが明らかとなった。現在、これらの結果についての論文を作成するとともに、化学遺伝学的手法による内側前頭皮質諸領域やそれらが構成する神経回路の機能阻害実験に着手している。また、上記サンプルの一部を用いて、他の脳領域における扁桃体・側坐核への投射や分子マーカー発現のパターンを解析し、げっ歯類との種間比較を行ったところ、マカクザルにおける側頭葉嗅内皮質の小領域毎の特徴的な皮質構造が明らかとなった。以上の研究成果について、第44回日本神経科学大会と第99回日本生理学会にてポスター発表を行った。さらに、成果の一部が Frontiers in Neural Circuits 誌に掲載された。

2021-A-19 神経路選択的トレーシング法による社会脳ネットワークの解析

二宮太平、則武厚、磯田昌岐（生理学研究所） 所内対応者：高田正彦

本共同研究は、霊長類で特に発達した社会的認知機能に重要とされる、いわゆる社会脳ネットワークの

詳細を解剖学的アプローチにより明らかにすることを目的とする。具体的には、マカクザルの内側前頭皮質（MFC）と腹側運動前野（PMv）を対象とした、越シナプス能をもたないG 遺伝子欠損型狂犬病ウイルス（RV）ベクターおよびテトラサイクリン遺伝子発現調節システム（Tet-on システム）を利用した、神経路特異的トレーシング実験をおこなう。

前年度までに実験に用いる予定のRVベクターの確立に成功していたものの、ヒトとサルへの新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、外部機関との間で人の往来を必要とする、本計画の主要な実験の実施は見合わせた。一方で、ウイルスベクターの注入部位や、解析部位等について綿密に打ち合わせをおこなった。また、注入実験の精度を上げるため、代表研究者が所属する研究所において、注入実験の対象となるMFCおよびPMvの同定に必要な実験手法（細胞外電位記録法および皮質内微小電気刺激法）の見直し等をおこなった。今後は、霊長類におけるベクターの有効性を確認した後、当初計画していたMFCとPMvへの注入実験および神経ラベルの解析を進めていく予定である。

2021-A-20 マカクザル前頭極の多シナプス性ネットワークの解明

石田裕昭、新井誠（東京都医学総合研究所・精神行動医学分野・統合失調症プロジェクト）所内対応者：高田昌彦

前頭極は霊長類に固有の前頭前野領域で、ヒト脳では、1）前部、2）内側部、3）外側部の3下位領域に分類される。各部位の機能は、1）前部が複数の課題を遂行するときの認知資源分配（マルチタスク）、2）内側部はメンタライジング（他者の信念・内部状態の推測）、3）外側部はエピソード記憶に関与することがメタ分析によって示されている(ex., Gilbert, et al., 2006)。ヒトとマカクザルの前頭極と他領域との間の機能的コネクティビティの相同性を調べた研究は、前頭極内側部の機能的ネットワークが両者で近似することを明らかにした(Neubert et al., 2014)。さらに神経生理学的な研究では、マカクザルの内側前頭前野には、メンタライジングとの関連を示唆する神経活動が記録されている(ex., Isoda et al., 2021)。しかし、前頭極内側部の神経解剖学的ネットワークの実態はわかっていない。そこで本研究課題では、マカクザルの前頭極内側部に対して、シナプスを越えて感染する狂犬病ウイルスベクターを注入し、多シナプス性の神経ネットワーク（特に、大脳基底核とのループ回路）を明らかにすることを目的とした。狂犬病ウイルスが逆光性・越シナプス性に伝播する性質を利用して、2-3次越シナプスまでウイルスを伝播させて神経回路を描出した。現在までに、2次シナプスまでの解析に2頭、3次シナプスまでの解析に2頭のマカクザルの使用し実験を実施した。2021年度は、3次シナプスまでの追加解析のために1頭に注入実験を実施した。この結果については現在解析中である。今後は、これまでに解析を終えている2次シナプスまでの神経回路の結果をまとめ、論文化を目指す。

2021-A-21 多チャンネルマイクロホンアレイと機械学習を用いたテナガザルの音声コミュニケーション分析

森田堯（大阪大・産研）所内対応者：中村克樹

本研究は機械学習を用いたテナガザルの音声コミュニケーション分析を目的とし、特にそのために必要となる大規模音声データ収集に取り組んだ。当初、令和3年4月に録音機材を設置し録音を開始する予定であったが、Covid-19の蔓延に伴う出張自粛のため機材設置が8月上旬にずれ込んだ。その後さらに機材の通信エラー等もあり、安定した録音が得られるようになったのは9月上旬であった。当初予定したよりも小規模なデータ収集結果となったが、最終的に約7ヶ月分、音声区間のみに限定しても35時間以上分の録音を得た。これは量的観点のみからでも前例のない大規模データであり、さらに3台の8chマイクロフォンアレイを用いたことで発声時の2次元座標推定が可能になる点においても革新的である。分析面では現在音源定位技術が完成しつつあり、これにより「どの個体が、どこで、どのような順序で、どのような音声を発していたか」について詳細な分析が可能となる。今後はデータ解析を進め、分析結果をまとめた論文を学術誌に投稿予定である。申請時に表明したとおり、本研究で得られた録音データはすべて一般公開予定であり、データの2次活用によってさらなる学術的貢献が期待される。

2021-A-22 判断を可能にする神経ネットワークの解明

宇賀貴紀、三枝岳志、熊野弘紀、須田悠紀（山梨大・医）所内対応者：高田昌彦
運動方向を判断する際、大脳皮質中側頭(MT)野が動きの知覚に必要な感覚情報を提供していることは明らかであるが、MT野の情報がどこに伝達され、判断が作られているのかは未解明である。本研究では、化学遺伝学的手法を用い、MT野からのどの出力経路が判断に必須であるかを調べることで、判断を可能にする神経ネットワークを明らかにすることを目的とする。今年度は、サル1頭のMT野にhM4Di遺伝子を搭載したウイルスベクターを打ち、運動方向弁別課題の成績を評価した。ウイルスベクターを投与した半球と反対側の視野で運動方向弁別の成績(感度)が低下した。ただし、成績低下がわずかだったため、再度ウイルスベクターを注入することとした。

2021-A-23 意欲が運動を制御する神経基盤の解明

西村幸男、鈴木迪諒（東京都医学総合研・脳機能再建プロジェクト）所内対応者：高田昌彦

これまでの一連の共同利用研究を通して、下記の実験を行ってきた。意欲を司る腹側中脳領域（腹側被蓋野、黒質緻密部、赤核後部）が皮質脊髓路ニューロンの活動を促進する神経回路の存在を明らかにする目的で、逆行性のコンベンショナルレーザーを1頭、逆行性越シナプス神経トレーサーである狂犬病ウイルスを2頭のサル（頸膨大へ注入し、一定期間の生存期間を経て、灌流固定を行い組織実験を行なった。コンベンショナルレーザー（脊髄への直接投射）を注入したサルでは、腹側中脳領域に脊髄へ投射するニューロンは確認されなかった。一方で、脊髄へ狂犬病ウイルスを注入したサルでは2頭共に腹側中脳領域に越シナプスで脊髄へ投射するニューロンの存在が確認された。さらに標識されたニューロンの一部はドーパミンニューロンであった。また、脊髄へ投射を持つニューロンの分布は赤核後部>個黒質緻密部>腹側被蓋野の順に topography が認められた。続いて、腹側中脳-脊髄への経路が機能的に結合していることを明らかにするために、腹側中脳領域を電気刺激した際に誘発される反応を一次運動野及び上肢筋から記録した。その結果、腹側中脳への電気刺激は同側一次運動野と対側上肢筋の活動を誘発することを見出した。また、一次運動野を薬理的に不活性にすることで、腹側中脳への電気刺激による誘発筋活動が減弱・消失することも発見した。これら一連の実験により明らかになった腹側中脳-一次運動野-脊髄の経路は意欲によって運動パフォーマンスが変化することを説明できる神経基盤として期待される。

2021-A-24 霊長類 iPS 細胞及びそれに由来する生殖細胞のゲノム制御機構の解明

斎藤通紀（京都大・WPI-ASHBi）、中村友紀（京都大・白眉）、横林しほり、沖田圭介（京都大・CiRA）、Guillaume Bourque、井上詞貴（京都大・WPI-ASHBi）、藤原浩平（京都大・医学）所内対応者：今村公紀

本研究は、ヒト・類人猿・マカクザルにおいて生殖細胞の遺伝子発現制御機構を比較し、種特有の性質が世代を超えて維持されるメカニズムの一端を解明することを目的とする。

2021年度は、始原生殖細胞様細胞(Primordial Germ Cell-like cell, PGCLC)のマーカーである TFAP2C、PRDM1 両陽性細胞をチンプ・オラン iPS 細胞株から誘導し、ヒト・マカクと同一の条件で誘導できるような条件の最適化を行った。また、上記霊長類 4 種で RNAseq を行い iPS 細胞から PGCLC までの分化における発現変動遺伝子を同定、各種エピゲノムマークの次世代シーケンズ解析を行い遺伝子発現制御領域を同定した。

2022年度はこれら領域を種間で比較しヒトの進化に伴う遺伝子発現制御機構の進化を定義付けることで、種差の構成要素に一定の提言を公表することを目指す。

2021-A-25 霊長類保存ゲノム試料の全ゲノム解析活用

河村正二（東京大・院新領域）、早川卓志（北海道大・院地球環境科学）、MELIN, Amanda (Univ. Calgary Dept. Anthropol. Archaeol/Dept. Med. Genet.)、MARQUES, Tomas (Pompeu Fabra Univ. Dept. Experimental Health Sci.) 所内対応者：今井啓雄

テナガザル科 10 種、オナガザル亜科 8 種とコロブス亜科 2 種、広鼻猿 6 種について、嗅覚受容体遺伝子群あるいは苦味受容体遺伝子群の targeted capture と short read の大規模並列シーケンシングを行った。苦味受容体遺伝子に関しては、テナガザル科の共通祖先で多数の苦味受容体遺伝子を欠失していることがわかり、それは染色体上の遺伝子クラスターの欠失によることがわかった。テナガザルは染色体の核型の多様性が大きく、染色体の変動進化が速いことが知られていることから、遺伝子クラスターの欠失はこの不安定性に起因するのかもしれない。それでもテナガザルが生存できていることから、毒物センサーとしての役割をもつ苦味受容体遺伝子数の減少に耐えられていると解釈できる。樹上の迅速なブラキエーターとしてのニッチが採食における優越性をもたらしているのかもしれない。嗅覚受容体遺伝子に関しては、恒常的 3 色型色覚であるオナガザル科と 2 色型と 3 色型からなる多型色覚である広鼻猿類の間で、機能遺伝子の数の明確な違いは見られず、恒常的 3 色型色覚は多型色覚より嗅覚受容体機能遺伝子が少ないという仮説は支持されなかった。むしろオナガザル科の中で、コロブス亜科がオナガザル亜科より嗅覚受容体機能遺伝子が少ない傾向があるなど、色覚ではなく系統による違いが際立つ結果であった。今後さらにこれらの遺伝子数の詳細を明らかにすることで、霊長類におけるケミカルセンサーの進化多様性の理解が深まると考えられる。

2021-A-26 ウイルスベクターを利用した経路選択的操作技術による霊長類皮質-基底核-視床連関回路の機能解明

小林和人、菅原正晃、加藤成樹（福島医大・医）、渡辺雅彦、山崎美和子、内ヶ島基政、今野幸太郎（北大・医）所内対応者：高田昌彦

霊長類の高次脳機能の基盤となる脳内メカニズムの解明のためには、複雑な脳を構成する神経回路の構造とそこでの情報処理・調節の機構の理解が重要である。我々は、これまでに、高田教授の研究グループと共同し、マカクザル脳内のニューロンに高頻度な逆行性遺伝子導入を示すレンチウイルスベクター

(HiRet/NeuRet ベクター)を開発するとともに、これらのベクターを用いて特定の神経路を切除する遺伝子操作技術を開発した。また、高田教授・中村教授との共同研究により、コモンマーモセットを用いた脳構造と機能のマップ作製の研究を推進するために、HiRet/NeuRet ベクター技術はマーモセット脳内においても高効率な遺伝子導入を示すことを明らかにした。昨年度、マーモセットの視床髄板内核の束傍核(PF)から線条体(尾状核)に投射する神経路の運動機能や認知機能における役割を解析し、PF 尾状核路は、視覚弁別学習の逆転学習の初期過程に重要な役割を担うことを明らかにし、運動スキルや自発運動量の調節には関与しないことを示唆した。本年度は、マーモセット視床髄板内核のもうひとつの代表的な神経核である内側中心核(CM)から線条体(被殻)に投射する神経路の運動機能や認知機能における役割を解析した。本経路の選択的除去により視覚弁別課題の獲得が低下したが、逆転学習には影響が認められなかった。また、運動スキルや自発運動量への影響も観察されなかった。これらの結果から、CM 被殻路は、主に視覚弁別学習の獲得過程に重要な役割を持ち、PF 尾状核路とは異なる行動機能を担うことが示唆された。また、マーモセットのパーキンソン病モデルを作成するために、anti-mCD25-PE38 イムノトキシンを黒質に投与する条件検討を行った。昨年度他の脳領域で解析した結果を参考に実験を行い、20 ng/ml の濃度までの投与は黒質に非特異的な損傷を与えないことを確認した。今後、イムノトキシン受容体遺伝子を搭載した NeuRet ベクターベクターを線条体に注入し、イムノトキシン(20 ng/ml)を黒質に投与することによって黒質線条体系の除去を誘導し、動物の行動変化を評価することによってパーキンソン病モデルの確立に繋げたい。

2021-A-27 霊長類脳的全細胞イメージングと神経回路の全脳解析

橋本均、笠井淳司、勢力薫(大阪大・薬) 所内対応者:高田昌彦

論文発表

Niu M, Kasai A et al. Claustrum mediates bidirectional and reversible control of stress-induced anxiety responses. *Science Advances*, 8:eabi6375 (2022)

本年度は高田研で作成された活動依存的に神経軸索を蛍光標識するウイルスベクターを用いて脳全体の刺激依存的な神経回路を可視化した。本成果を含む内容について、*Science Advances* 誌に論文発表した。

2021-A-28 近親交配リスクから探る Pan 属のメス分散の進化

石塚真太郎(東邦大学) 所内対応者:今井啓雄

オスが出自集団に留まる「父系社会」は、初期人類などヒト亜科でよく見られる社会である。父系社会の中で、メスは近親交配を回避するために集団間を移籍すると説明される。ところが父系社会の中のメスにかかる近親交配リスクについては、これまで定量的な評価がなされていない。父系社会の中のメスにかかる近親交配リスクは、オスの繁殖の偏りに応じて変動し、その変異はメスの移籍の多様性を生み出している可能性がある。そこで本研究では父系社会を形成し、メスの移籍に多様性が見られるヒト亜科の Pan 属 2 種・ボノボとチンパンジーを対象とし、近親交配リスクに着目して遺伝学的分析を行なった。両種の糞から抽出した DNA を用い、常染色体上 STR8 座位の遺伝子型を決定した。両種の出自集団が分かっているメスに着目し、同じ集団出身(出自集団)のオスと非出自集団のオスの血縁度を比較した。年齢差が 25 歳差以内の雌雄間に限ると、出自集団オスとの血縁度はチンパンジーよりもボノボの方が高かった。ボノボでは出自集団オスとの血縁度の方が非出自集団オスとの血縁度よりも有意に高かったものの、チンパンジーではそのような傾向が見られなかった。一般化線形モデルによる分析の結果、出自集団オスとの血縁度と非出自集団オスとの血縁度の差に有意な種差は認められなかった。出自集団内の近親交配リスクはチンパンジーよりもボノボの方が高いと考えられる。ただし両種ともに非出自集団の繁殖では近親交配リスクを軽減することができると考えられる。これらの結果を踏まえると、人類のメス分散も出自集団内の近親交配リスクに影響を受けていた可能性が推察される。

2021-A-29 霊長類島皮質の神経ネットワークに関する解剖学的研究

上園志織(東京医療学院大・保健医療・リハ) 所内対応者:高田昌彦

当該研究は、小型霊長類であるマーモセットを実験動物とし、神経トレーサー(狂犬病ウイルスベクターなど)の注入により霊長類の島皮質の入力および出力系の連絡を明らかにすることで、島皮質の詳細な機能マップを作成し、島皮質が果たす機能の全容解明の基盤となる神経ネットワークを細胞レベルで包括的に示すことを目的としている。当該研究の対象である島皮質は他の大脳皮質に比べ深部にあり、細胞構築の違いから大きく 3 つの亜領野(無顆粒性島皮質、不全顆粒性島皮質、顆粒性島皮質)に分類される。2020 年度までの神経トレーサー注入実験により、大脳基底核から島皮質への多シナプス入力様式は、亜領野によって異なる傾向があることが示唆された。また、注入部位の解析により、島皮質の亜領野への限局的な注入を成功させるためには、注入実験の方法をより高い精度でおこなう必要があることが分かった。そこで、2020 年度から脳の MR 画像とトレーサー注入部位の同期をより精密にするために、研究協力者と MRI および注入実験の際に、連続的に使用できる脳定位装置およびマーカーパーツの改良をおこない、

2021年度は見直しをおこなったシステムで、マーマセットを使用したトレーサー注入実験を行い、実用化を進めた。

2021-A-30 α シヌクレイン過剰発現モデルサルを用いたパーキンソン病の病態生理の解析

南部篤、畑中伸彦、知見聡美、佐野裕美、長谷川拓、額額大輔、Woranan Wongmassang（自然科学研究機構・生理学研究所・生体システム）所内対応者：高田昌彦

α シヌクレイン過剰発現モデルによるパーキンソン病（PD）の病態を調べる手始めとして、ドーパミン選択的神経毒 MPTP を投与してニホンザル PD モデルを作製し、大脳基底核の神経活動を解析した。大脳基底核の出力部である淡蒼球内節（GPI）の自発発火を調べてみると、発火頻度は健常サルと違いはなく、オシレーションなどの異常な発火様式も観察できなかった。一方、大脳皮質運動野に電気刺激を加えて GPI の応答様式を調べてみると、健常サルでは「早い興奮－抑制－遅い興奮」という3相性の応答が観察されるが、PD サルでは運動開始の情報を担う「直接路」を介する抑制が消失し、早い興奮－遅い興奮という応答が観察された（添付図左、中）。L-ドーパを投与して治療を行うと、症状が回復すると同時に「直接路」を介する抑制が回復し、健常サルと同様な3相性応答が観察されるようになった。この結果から、PD では運動開始に必要な「直接路」を介する情報伝達が減弱するため、「無動」の症状が起こることが示唆された。また、視床下核に GABA 作動薬を投与して活動をブロックすると、症状が回復するとともに GPI で「直接路」を介する抑制が回復した。これは、視床下核ブロックによって、運動を抑制するように働く「ハイパー直接路」と「間接路」を介する GPI への興奮性入力消失し、「直接路」を介する抑制が相対的に回復したことによる（添付図右）。この結果により、進行期の患者に対して行われる視床下核の脳深部刺激療法の治療メカニズムも説明することができる。

2021-A-31 霊長類におけるヒトの皮膚の表現型の特性について

荒川那海、颯田葉子、寺井洋平（総研大・先端研）所内対応者：今井啓雄

ヒトの皮膚は他の霊長類に比べて多くの形態的特徴があるが、それらがどのように進化してきたのか、その遺伝的基盤はあまり明らかになっていない。本研究ではこれまでに、発現量解析で検出された皮膚でのヒト特異的遺伝子発現を生み出すヒト系統での塩基置換を推定した。今年度は昨年度に引き続き、それらの置換が実際にヒト特異的遺伝子発現を生み出しているのかを、皮膚培養細胞を用いたプロモーターアッセイとゲノム編集により解明することを目的としている。まず、昨年度までに作成したプロモーターアッセイ用のベクターの改良を行った。ベクター上のルシフェラーゼ遺伝子とその上流の転写活性を調べるヒトゲノム領域の配列の間に、ヒト特異的発現を示した各遺伝子のプロモーター領域を挿入した。このプロモーター領域はエピジェネティックな情報から推測されているものを用いた。現在、これらのベクターを用いて、より信頼性のある測定値を得るためにアッセイ系の改良を行っている。また、予備実験としてゲノム編集を行った細胞株を作成中である。今後、推定した置換サイトをヒト型と類人猿型の塩基にしたプロモーターアッセイとゲノム編集を行うことで、着目する遺伝子のヒト特異的発現を生み出す塩基置換を特定していく。

2021-A-32 大脳皮質進化と関連するヒト固有遺伝的プログラムの探索

鈴木郁夫（東京大・院・理）所内対応者：今村公紀

ヒト大脳皮質発生における種固有の特徴を明らかにする目的で、チンパンジーiPS細胞を培養条件下において大脳皮質細胞へと分化誘導し、同じくiPS細胞やES細胞から分化誘導したヒト大脳皮質細胞との比較解析を行った。ヒトとチンパンジーの神経幹細胞を樹立し、ヒトに固有な遺伝子プログラムを探索する目的でトランスクリプトーム解析およびリボソームプロファイリング解析を行なった。これらの結果から、ヒトとチンパンジーの間で明確に異なって転写、翻訳される遺伝子を発見することができた。加えて、神経幹細胞やニューロンの形態や分子発現を各種免疫組織科学的解析により比較解析を行なった。これにより、ヒトとチンパンジーの間で分子発現や形態の違いを知ることができた。

2021-A-33 霊長類 iPS 細胞を用いた脳オルガノイドのサイズと内部構造の制御解析

岡野栄之、今泉研人（慶應義塾大・医）所内対応者：今村公紀

非ヒト霊長類 iPS 細胞として、2020 年度に今村研究室より供与されたチンパンジー iPS 細胞 4 ライン、ニホンザル iPS 細胞 2 ラインに加えて、2021 年度にチンパンジー iPS 細胞 3 ラインを新たに供与いただき、培養を行った。本研究では、これらの iPS 細胞から安定的な脳オルガノイド作成法の開発を試みた。ヒト iPS 細胞からの脳オルガノイド作成手法を用いても、これらの非ヒト霊長類 iPS 細胞からの脳オルガノイド作成は成功しなかった。そもそも従来の脳オルガノイド作成手法において、ヒト iPS 細胞からでも、再現性高くかつ安定した脳オルガノイド作成は容易ではなく、特に一部の iPS 細胞ラインでは全くオルガノイド誘導が成功しない。そこで、まず従来の脳オルガノイド作成手法の改善に取り組んだ。薬剤スクリーニングの結果、FGF シグナル阻害薬がヒト iPS 細胞からの脳オルガノイド作成効率を飛躍的に向上させる

ことが明らかとなった。また、FGF シグナル阻害薬によって iPS 細胞ライン間でのオルガノイド誘導効率の差異を小さくすることにも成功した。現在、この手法が非ヒト霊長類 iPS 細胞においても同様に有効であるかを検討中である。

2021-A-34 複数骨格筋への単シナプス性発散投射構造の解剖学的同定

関和彦、窪田慎治、工藤もろこ、種田久美子（国立精神・神経医療研究センター）、梅田達也（京都大）大屋知徹（The University of Western Ontario, Canada）、所内対応者：高田昌彦

現在までに、最も効率的に脊髄運動ニューロンに遺伝子を導入する方法を確立しつつある。つまり、マカサル第一背側骨間筋の神経終板帯を電気生理学的に同定し、当該部位にウイルスベクター(AAV9)によって、脊髄運動ニューロンへの GFP の導入を試みた。結果として、定性的評価では 100 個以上の運動ニューロンがラベルされた。ヒトでは当該筋を支配する α 運動ニューロンの数は 120 程度と言われるので、効率は高いと見てよい。この研究結果を土台に、本年度は、弱毒性狂犬病ウイルスの筋肉投与についての基礎実験を齧歯類を用いて行い、投与条件を決めた。

2021-A-36 Comparative molecular analysis of primate embryonic development using iPSCs

Cantas Alev（京都大・高等研究院）所内対応者：今井啓雄

During the last fiscal year (FY2021) the collaborative work between the Alev-lab at ASHBI and the Imai-lab at the PRI continued. As part of this collaborative interaction non human primate (NHP) fibroblasts (of different great ape-species) have been provided by Dr. Imai to the Alev-lab and steps towards generation of induced pluripotent stem cells (iPSCs) from these NHP fibroblast were initiated, including validation of necessary reprogramming constructs. These NHP fibroblast-derived iPSCs together with ESCs and other pluripotent stem cells from NHP will be used to establish and analyze in vitro models of primate embryonic development. Despite the still ongoing virus pandemic online/virtual as well as in-person meetings between Dr. Imai and Dr. Alev have been continuing. During these meetings active discussions were made regarding joint scientific research as well as joint grant applications. Furthermore, NHP (great ape) iPSCs generated at the PRI by Drs. Imai and Imamura are in the process of being shared with the Alev lab in Kyoto. Necessary MTAs are currently being processed. We are confident that the initiated collaborative work and active exchange between both labs will continue to grow in future and contribute to an overall better understanding of human and non-human primate biology.

2021-A-37 チンパンジー21 番染色体導入マウスの作製と比較ゲノム解析のための基盤技術開発

香月康宏（鳥取大・染色体工学研究センター）所内対応者：今村公紀

チンパンジー21 番染色体導入マウス作製のために、チンパンジーiPS 細胞が保持するチンパンジー21 番染色体の改変をおこなった。チンパンジー21 番染色体上の非遺伝子領域を標的として gRNA を 9 種類設計し、それぞれの切断効率を比較検討した。切断効率の最も高かった gRNA を用い、EGFP と Neomycin 薬剤耐性遺伝子をそれぞれ発現する遺伝子カセットをノックインすることで、チンパンジー21 番染色体のターゲティングをおこなった。ターゲティングをおこなった細胞は 100 μ g/mL の G418 に対して耐性を持ち、EGFP を恒常的に発現していた。また、チンパンジー21 番染色体上にそれらの遺伝子カセットが導入されていることを、ノックインした遺伝子カセット内部と外部（標的領域）に設計した primer セットによる PCR スクリーニングと、ノックインした遺伝子カセット全長を probe とした FISH によって解析し、目的のターゲティングが行われている細胞株を樹立した。次年度以降はこの資料を活用し、mES 細胞へチンパンジー21 番染色体の導入を行い、チンパンジー21 番染色体導入マウスを作製する。

2021-A-38 ゲノム類の混群形成メカニズム解明のための遺伝マーカーの検討

北山遼（北大・院・環境科学）、早川卓志（北大・院・地球環境科学）所内対応者：今井啓雄

ウガンダ共和国カリズ森林に生息するアカオザルとブルーモンキーの混群の成立要因を、集団遺伝学の立場から解明することを目的として研究を実施した。野外のゲノム類サンプルとして、カリズ森林のアカオザル・ブルーモンキー・ロエストモンキー（混群を作らないゲノム類）のエクソーム（全タンパクコード領域）解析を実施した（非侵襲的に採取された糞便サンプルを用いた）。比較のための飼育ゲノム類サンプルとして、日本モンキーセンター所蔵の 4 種のゲノム類サンプル（アカオザルとブルーモンキーの近縁種）について、死亡個体の組織サンプルを用いて、全ゲノム解析をおこなった。これらのサンプルについて集団遺伝学的な解析をおこなったところ、混群を形成するカリズのアカオザル集団からブルーモンキー集団へ、方向性をもった染色体領域特異的な遺伝子浸透が確認された。浸透候補の遺伝子は、DNA 結合性のドメインを持つタンパク質である。ヒトの相同な遺伝子では発達や認知に関与していることが指摘されている。検出された変異は混群をつくる集団において、自種や他種の認知機能に影響を与えることで混群形成に寄与しているのかもしれない。遺伝子（変異）の共有は行動の類似をもたらさう。混群のように一緒に遊動や採食をおこなうためには、2 種がある程度似ている必要があると考えられる。このような遺伝子の共有が混群という共存機構を支えているのかもしれない。

2021-A-39 類人猿の音声コミュニケーションの根底にある遺伝基盤の解明

五藤花（北大・環境科学）、早川卓志（北大・地球環境科学）、郷康弘（自然科学研究機構生命創成探求センター・認知ゲノム） 所内対応者：大石高生

類人猿のなかでも特にデュエットなど特有の音声コミュニケーションをもつシロテテナガザル (*Hylobates lar*) において、遺伝子発現の分析をおこなった。ヒトや鳴禽類の知見に基づき、発声行動と音声コミュニケーションに関係すると思われる脳領域を選択して、シロテテナガザルの凍結標本からの組織採材とRNA-seqを実施した。GAIN事業によって収集・保存されていた2個体の標本を用いた。所内対応者である大石高生准教授の指導のもと、脳溝やほかの類人猿の脳アトラスを手掛かりとして、目的とする脳領域を同定した。片方の個体(メス)については大脳、小脳の凍結標本を用い、発声運動や聴覚に関すると考えられる部位とコントロールとなる部位から13検体を採材した。他方の個体(オス)については、昨年度の共同利用研究(課題番号2020-C-16)にて採材が完了している部位を除き、大脳の凍結標本を用いて聴覚に関すると考えられる部位から2検体を採材した。採材した組織サンプルからRNAを抽出し、RNA-seqを行って網羅的に発現遺伝子を調べた。多変量解析の結果、発声運動に関連する脳領域と、それ以外の領域で異なる遺伝子発現パターンが検出された。この発現パターンの違いに寄与している遺伝子を絞り込み、本研究テーマを発展させたい。

2021-A-40 チンパンジーの口腔内状態の調査と歯科治療法の検討

齋藤渉（鶴見大・歯・保存修復）、桃井保子（鶴見大・名誉教授）、宮之原真由（鶴見大・歯・探索歯学） 所内対応者：宮部貴子

チンパンジーにおける歯科的介入の報告は少なく、感染性の歯の病変が認められても、その対処は抗菌薬の投与のみであったり、原因歯の抜去となることが現状である。歯の保存治療の例はあまり見ない。私たちは、外傷によって歯冠崩壊し、重篤な歯周組織炎を生じたチンパンジーの歯に対し、ヒト治療と同等の技法で保存処置を行うこととした。処置は歯科医師が行った。その術後11年の経過観察ができたので、症例報告する。

対象は本研究所で飼育されているチンパンジーのメス1個体（施術時26歳）である。瘻孔を形成していた上顎左側中切歯の慢性根尖性歯周炎に対し、感染根管治療と即時根管充填を行い、コンポジットレジンで封鎖した。

術後11年にわたって病変再発の兆候はなく、修復に用いたコンポジットレジンにも明らかな劣化は生じていなかった。このことから、ヒト歯内療法および歯冠修復法はチンパンジーにも有効であることが示唆された。

2021-A-41 他個体の警戒音声によって脅威対象の発見が促進されるか

川合伸幸（名古屋大学） 所内対応者：中村克樹

これまでの共同利用研究を通じて、サルはヘビを他の動物よりも早く見つけることを示して来た (Shibasaki & Kawai, 2009; Kawai & Koda, 2016, Kawai, 2019)。ヘビを見たことのないサルがヘビをすばやく検出するという事は、サルは生得的にヘビを検出する視覚システムを有していることが示唆される。しかし、これまでは視覚探索課題を用いて脅威対象の検出を評価してきた。視覚探索課題はターゲットへの注意を反映しているのか、背景刺激が注意を惹きつけるのかが不明であるとの批判がある。そこで、霊長類で初めてフリッカー課題を用いて、脅威の対象を早く検出できるかの予備的検討を行った。フリッカー課題とは、画像の一部(ターゲット)だけが異なる相似の画像をブランクを挟んで繰り返し提示し、異なる箇所をどれだけ早く正確に検出できるかを調べる手法である。

コロナウィルスの制約がとけたR2年度の後半に、ごく単純なバージョンの課題(灰色単色の背景に、白か黒四角のターゲットが出現・消失)を2頭のサルが習得した。R3はより単純な自然な背景(一面が芝生)から、複雑な背景(森の中)に動物が出現・消失する課題へと進み、うち1頭は複雑な背景で背景の1%の面積しかないターゲットを、0.25秒の画像提示、0.25秒のブランク提示というヒト認知実験と同じパラメータでの課題を90%以上正答できるようになった。しかし、背景とターゲット位置の関係をカウンターバランスするには2頭が必要で、もう1頭は0.75秒の刺激・ブランクの提示までしか習得できず、テストには至らなかった。今後、背景とターゲットの輝度・コントラストを調整しても高い水準で正答できるようになれば、ヘビとトカゲ、ヒョウとウマなどの刺激を用いて、脅威の対象を自然な背景からすばやく正確に見つけられるか検討できる。

2021-A-42 チンパンジーの舌乳頭における遺伝子発現の亜種間比較

早川卓志（北大・院・地球環境科学） 所内対応者：今井啓雄

チンパンジーは、アフリカの赤道周辺の熱帯林に生息している大型類人猿である。東アフリカから西アフリカにかけて生息地は分断されており、地理的かつ遺伝的に4亜種が分類されている。我々の先行研究で、チンパンジーが持つ28個の苦味受容体遺伝子の個々の機能が、自然選択をともなって亜種間で分化

していることを発見した。亜種が由来した地域で食物となる植物等の分布が異なることに適応した結果と考えられる。しかし、これらの苦味受容体遺伝子が、確かに舌乳頭に受容体タンパク質として発現しているかどうか、またその発現パターン（発現している受容体遺伝子の種類や、舌上の分布など）に亜種間で違いがないかは不明であった。そこで本研究では、GAIN 事業の支援を受けて、亜種由来がはっきりしている国内のチンパンジーが亡くなった際に、遺体から舌を採取させていただいた。剖検時に舌を採取し、遺伝子発現産物である RNA が分解しないようにマイナス 80 度で保存した。凍結舌から再融解しないようにドライアイス上で凍ったまま低温の彫刻刀または包丁で乳頭部をトリミングし、カラム精製によって全 RNA の抽出と、イルミナシークエンシングによって mRNA の網羅的配列解析をする系を確立した。舌としては、苦味受容体遺伝子配列をゲノム DNA から決定してある西亜種、東亜種、および東西間亜種個体からの収集を済ませている。今後 mRNA シークエンシングを全個体の舌乳頭で実施し、28 個の苦味受容体遺伝子の発現パターンの亜種差・個体差を確定する。

2021-A-43 霊長類神経系の解析とヒト疾患解析への応用

井上治久、沖田圭介、今村恵子、近藤孝之、月田香代子、Suong Dang (京都大・iPS 細胞研)、大貫茉莉 (Ludwig Maximilians University Munich, Department Biology II, Anthropology and Human Genetics)、京都大学 iPS 細胞研究所) 所内対応者：今村公紀

チンパンジー iPS 細胞 (C7K2 および C701) から大脳オルガノイドを作製した。長期培養を行い、最長で約 1 年間培養を行った大脳オルガノイドを作製した。チンパンジー iPS 細胞から作製した大脳オルガノイドを免疫染色による評価を実施し、大脳神経細胞の作製を確認した。また、ヒト iPS 細胞から作製した大脳オルガノイドと比較したところ、チンパンジー iPS 細胞から作製した大脳オルガノイドは、その形成速度が遅い傾向が認められた。チンパンジーとヒトの発生の違いによる表現型である可能性があるが、今後、細胞株間のバリエーションの可能性も含めた詳細な検討が必要と考えられる。

2021-A-44 霊長類社会の基盤となる個体間インタラクションの細部機構解明

松田一希、豊田有、國枝匠 (中部大・創発学術院) 所内対応者：足立幾磨

霊長類の特徴の一つは、複雑な社会性である。その社会性を理解する上で、他個体との親密／敵対的な社会交渉をとおした、コミュニケーションの進化を考察する必要がある。最も簡易な社会性の指標は、個体間の距離である。申請者らは、昨年度までの共同利用研究において (C27、B27、B17)、高精度で大規模なサル的位置データを自動収集する基盤を構築した (Morita,.. Matsuda & Koda. 2020a)。また、大規模データを用い、従来の個体間距離を用いた Social Network 解析では評価が困難であった、「避けあう個体間」をも評価する新しい分析手法を開発した (Morita,.. Matsuda & Koda. 2021a)。よって本研究では、今まで蓄積したデータ収集基盤、分析方法を用い、社会的順位や親和的關係が元となり発現するニホンザルの社会構造の細部機構を解明することを目的として、研究を推進した。特に、昨年度末からの実験では、ビーコンを装着した 5 頭のニホンザルの群れを、短期的に 1 : 4 頭に分離することで、社会的なインタラクションの変遷過程に着目したデータを収集してきた。群れ生活と単独生活において、各個体の動き方どのような個性的特徴が反映されるのかを深層学習を用いて分析・検討した。その結果、群れ生活と単独生活では、個体の移動パターンが明確に変化し、個体を群れから隔離した状態では、各個体の動きにより個性的特徴がでやすいことを見出して、学術論文として発表した (Morita,.. Adachi, Matsuda & Koda 2021b)。また、これまで実施してきた 5 頭による実験を拡張し、9 頭の集団に高精度位置測位システムを導入し、位置データの収集に成功した。現在、そのデータを分析中である。本実験では、複数クラスターからなる野生ニホンザルの群れ構造に近い集団での実験観察が可能であったことから、階層的な集団構造の内部機構の詳細を定量化できると期待している。

2021-A-45 人類進化における多様性の役割の解明

嶋田誠 (藤田医科大) 所内対応者：今井啓雄

本研究では、「計画研究：霊長類資・試料を用いた分子細胞研究」として、チンパンジーのゲノム DNA 試料を霊長類研究所飼育個体由来 8 個体分、霊長類研究所が他施設より提供を受けた個体由来 25 個体分、計 33 個体分について、供与を受けた。

今回の資料提供およびその間の研究連絡により、これまで考えてきた研究計画を具体化することができた。

今年度は、Long PCR 産物を long-read sequencer により解析することで、進化速度が速く同祖性に着目した進化解析に不向きな STR 多型を、無限サイトモデルで進化解析に用いられる SNP haplotype 多型と組み合わせ、HapSTR 多型を検出する実験系を確立することに費やした。9 つの領域についてそれぞれ 10kb 以内でプライマを設定して、個々に最適な PCR 条件を探索し、現在、アニーリング温度や Mg 濃度がそれぞれまちまちながらも、4 つの領域にてほぼ安定的条件を見つけた。また、その他 3 つの領域で再現性に不安定ながら標的バンドの増幅が確認された。今後の効率向上のため、多くの領域について共通

に安定した増幅が得られる方策を探っていく予定である。

2021-A-46 チンパンジー多能性幹細胞を維持する機構の解析

高島康弘（京大 iPS 細胞研）所内対応者：今村公紀

ヒト胚性幹細胞(ES 細胞)は FGF と ACTIVIN シグナルを利用し、維持される（プライム型と呼ぶ）。一方、マウス ES 細胞は LIF シグナルを利用し、維持されている（ナイーブ型と呼ぶ）。人工多能性幹細胞(iPS 細胞)も同様であり、ヒトは FGF と ACTIVIN であり、マウスは LIF シグナルであり、維持されるシグナルが異なっている。

ヒト iPS 細胞をマウスと類似した培養方法へと変更したヒト iPS 細胞を樹立することに成功した。

一方、非ヒト霊長類 ES/iPS 細胞は、ヒト同様に FGF と ACTIVIN のシグナルによって維持されており、ヒトと同様のプライム型である。申請者は、ヒトと同様の方法を用いて、カニクイザル、アカゲザル、コモンマーモセットをナイーブ化する試みを行ってきたが、ヒト同様の方法では、誘導することが難しいことが分かった。

よりヒトに近縁であるチンパンジー iPS 細胞の多能性に関連するシグナルを解析し、チンパンジー、ヒトを含む霊長類における相違と相似を明らかにすることを試みた。またチンパンジー iPS 細胞（プライム型）をより受精卵に近いナイーブ型チンパンジー iPS 細胞へとリプログラミングを行った。形態的には、プライム型からナイーブ型への移行を認めた。チンパンジーは、カニクイザル・アカゲザル・コモンマーモセットに比べ、ヒトに類似したシグナルが維持されている可能性が高い。引き続き遺伝子発現の確認やより効果的なナイーブ型への移行方法を継続して、解析していく。

7.2.2 一般研究

2021-B-1 中期中新世・化石類人猿ナチョラピテクスの上位胸椎の復元

菊池泰弘（佐賀大・医）、荻原直道（東京大・理院）所内対応者：西村剛

化石化の過程で変形したナチョラピテクス上位胸椎標本 KNM-BG48094（第3～5胸椎と推定）を原型に復元し現生種との比較分析を行った。大型類人猿3種、小型類人猿1種、旧世界ザル13種（樹上性3種、半地上性8種、地上性2種）、新世界ザル2種の第3～第5胸椎を対象に、小型 CT スキャナーを用いて撮像を行い、撮像データを三次元再構築し座標系に展開した。そして、各標本における相同点を決め、Procrustes 解析によるサイズの正規化と位置合わせ後、座標（シェープ）を主成分分析で解析した（三次元幾何学形態測定学）。また、ナチョラピテクス標本の相同抽出点から、比較現生種それぞれにおける相同点の距離の総和を算出することで、化石の塑性変形成分を選択的に除去する作業を行った。分析の結果、ナチョラピテクスは、アヌビスヒヒ、パタスモンキー、ムーアモンキーの形態に類似していることがわかり、これら3種の第1～6主成分を用いて、変形成分の除去を行った。また、復元されたナチョラピテクス胸椎は、比較分析の結果、椎体や椎孔の形態や、横突起幅と椎体幅および上関節突起の比は地上性旧世界ザル的な特徴を見せたものの、横突起における椎弓に対する位置や角度、また棘突起や上関節突起・関節面間の角度に関しては樹上性旧世界ザルのような値を示すことが分った。さらに、横突起先端と椎体・上肋骨窩との距離は現生霊長類のものに比べ長く、特殊な機能的な要求が示唆された。

2021-B-2 Study on phylogeography of highland macaques and langurs in Nepal

Mukesh Chalise (Tribhuvan University) 所内対応者：田中洋之

In 2021, we planned to extract DNA from fecal sample of Assamese monkeys, which were collected in Nepal, and to sequence the D-loop region of mitochondrial DNA at the Primates Research Institute (PRI), Kyoto University. Unfortunately, I couldn't visit PRI because of the spread of Covid-19. Therefore, we discussed the results of DNA sequencing so far collected under the Cooperative Research Program of PRI, and the future sampling points necessary to complete this study with Tanaka. I continued the field survey in Nepal and collected fecal samples of Assamese monkeys and Himalayan langurs.

2021-B-3 Reexamination of species classification and the phylogeography in tarsiers (Tarsius spp.) from Sulawesi by mtDNA markers

Wiradateti (Research Center for Biology-LIPI) 所内対応者：田中洋之

This study aims to clarify the species status of Sulawesi's tarsiers (Tarsius spp.) and inter- and intra-specific diversity by mtDNA markers. Due to the Covid-19 pandemic, a plan to visit PRI Japan for analysis was cancelled. The research was then carried out at the Center for Biological Research - LIPI, Indonesia for DNA Extraction and PCR. DNA sequencing was done by sending to FirrtBase Company, Singapore with the funding from PRI Program.

We examined a total of 45 samples, which were from various locality in Sulawesi (North Sulawesi, Banggai Island, Central Sulawesi, Southeast Sulawesi, South Sulawesi, Selayar Island), including seven West Tarsier samples

(*Cephalopachus bancanus*) as a comparison. Using the primers specific to Tarsier family, we amplified the full length of cytochrome c oxidase subunit 1 (CO1) gene by PCR and determined approx. 1550 bp sequence of CO1. Of the 45 samples, 36 samples were successfully sequenced. The data analysis was conducted using the DNA Sp. v.5.0, and the MEGA 6.0 program for the 36 samples.

As results, a total of 25 different haplotypes were detected, and variable sites were 418 with parsimony-informative 171 sites. Phylogeny reconstruction was done using the Maximum Likelihood method with Kimura 2- parameter model, showing that distinct 11 groups are found, corresponding to South Sulawesi (Patanuang population *T. fuscus*, Selayar population *T. tarsier*), West Sulawesi (Mamuju population *T. sp.*); Central Sulawesi (Banggai *T. pelengensis*, Toli-Toli *T. diana*, Sigi *T. wallacei*, Gimpu *T. lariang*, *T. sp.*); North population (*T. spectrum*); and western tarsier1 (*Cephalopachus bancanus*) and western tarsier2 (*Cephalopachu ssp.*). The difference between species is indicated by a high genetic distance a range of 2.1% to 6.7% on the species of Sulawesi tarsier, and 14.2% to 18.1% between the Sulawesi tarsier and the Western tarsier while, between species in the population of Central Sulawesi, they show a low genetic distance that is 2.1% to 2.9%.

At the moment the Sulawesi Tarsier based on morphology consists of 11 species. However, the samples from Sangir Island (*T. sangirensis*), and Siau Island (*T. tumpara*) populations do not included in this study. And the sample of the *T. pumilus* species failed. Therefore, it is possible more than 11 species of Sulawesi Tarsier.

From this study, we conclude that the COI gene of mtDNA could be used as a genetic marker to identify species in the *Tarsius* genus. Using this marker, the molecular analysis can clarify the multicomplex species in the Sulawesi Tarsier to help in Tarsier conservation.

2021-B-4 細胞種特異的遺伝子発現・エピジェネティクスと精神疾患モデルにおけるその異常

佐々木哲也（筑波大学 医学医療系 生命医科学域）、武井陽介（筑波大学・院人間総合） 所内対応者：大石高生

霊長類の脳皮質は機能分化が進んでおり、複数の「領野」に区分される。その神経回路は、生後発達期に大規模な再編成がなされて機能的領野が形成される。霊長類の神経回路発達過程にニューロン、グリア細胞が果たす役割を詳細に検討するために、細胞種特異的な遺伝子発現解析、エピジェネティクス解析を計画した。本年度に昨年度に引き続き、コロナ禍のため、霊長類研究所との往来が制限された。またサンプルの入手が難しかったため、げっ歯類を用いた予備実験および取得済みのデータの解析に注力した。

2021-B-5 サル糞に集まる糞虫による二次散布能力の評価

辻大和、荒木太一、伊藤友仁（石巻専修大学） 所内対応者：Michael A Huffman

わが国の森林における代表的な果実食者であるニホンザルを対象に、糞虫類の活動が排泄後のサル糞に含まれる種子の埋土深に与える影響を評価することを試みた。調査は宮城県金華山島において 2021 年 5 月から 11 月にかけて毎月実施した。あらかじめ採集しておいた 20g のサル糞に、サイズの異なる 4 種類の白いビーズ（直径 2, 3, 5, 8mm）を埋め込み、柵内(3つの群落に計 15 基)に設置して糞虫類に自由に処理させた。一か月後に柵内を掘り返し、出現したビーズの埋土深を 5cm 間隔で 7 カテゴリーに区分して評価した。糞虫は種子を最大で 30 cm 程度の深さまで埋めることができたが、大部分の種子は 0~5cm の範囲に埋められていた。埋土深に与えるビーズのサイズの影響について、有意差は認められなかった。4 月はビーズが埋土される割合が低かったが、その後急激に上昇した ($p < 0.05$)。埋土割合の季節変化、金華山における糞虫類の活動性を反映したものと考えられた。本調査により、糞虫類は排泄された糞に含まれる種子の大部分を埋土することで齧歯類やシカからの種子の捕食回避に貢献している可能性が示された。糞虫類は、その活動を通じて散布後の種子の適応度を高めている可能性があるため、今後は野外での発芽実験を行って二次的処理の影響を評価したい。

2021-B-6 サルの発達・老化におけるクロマチン構造変化の解析

岸雄介（東京大・薬）、山中総一郎（東京大・理） 所内対応者：井上謙一

個体の発達は様々な組織の機能獲得を伴うが、逆に老化は様々な組織の機能低下を誘導し、老齢個体の生活に大きな障害をもたらす。これまでの多くの発達・老化研究はマウスを用いてその成果を挙げてきたが、マウスとヒトには大きなギャップが存在するため、ヒトの発達・老化を理解するためにはヒトの近縁種である霊長類を用いた老化研究が必須である。

昨年度から本年度にかけて、生後数日、4-5 年齢、11-15 年齢のアカゲザルの脳から、V1、M1、dPFC、mPFC、海馬の凍結サンプルを、また精巣・卵巣のサンプルを採取し、送付していただいた。そして、一次視覚野からニューロン核を採取し、RNA-seq と ATAC-seq、7 種類のヒストン修飾に対する CUT&Tag を実施した。これらの結果のうち RNA-seq では、4-5 年齢、11-15 年齢の間の遺伝子発現パターンにほとんど差がなかった。しかし、興味深いことに CUT&Tag 解析の結果から、いくつかのヒストン修飾のパターンが 4-5 年齢、11-15 年齢の間で大きく異なることが示唆された。このことは、ニューロンの老化は遺伝子発現よりもクロマチンの状態に大きな影響を与えることを示唆する。

この結果は、これまでに行ってきたマウスの解析の結果とも一致しており、今後はこのクロマチン状態

の変化がニューロンの老化においてこういった役割を果たすのかを明らかにしていきたい。

2021-B-7 サルの赤血球上の血液型抗原発現が転写調節領域の分子進化により規定されることの証明

小湊慶彦、佐野利恵（群馬大学大学院医学系研究科法医学講座）所内対応者：大石高生

①令和3年度は霊長類研究所に於いて、チンパンジー2個体、アジルテナガザル3個体、ニホンザル3個体の血液および唾液の採材を行った。②血液を用いて、通常の血液型検査（オモテ・ウラ）を行い、凝集阻止試験により唾液の血液型検査を行った。チンパンジーおよびアジルテナガザルの赤血球は唾液と一致した血液型抗体に対して十分な凝集がみられ、ヒトと同様に十分量の血液型物質が赤血球上に存在すると考えられた。一方、ニホンザルでは、抗A、B抗体によって明らかな凝集がみられず、前述のサルらと比較して顕著に血液型物質量が少ないことが示唆された。今後、赤血球における血液型物質の詳細な解析を質量分析により行う予定である。③また、血液中のBuffy coat層を用いてゲノムDNAを抽出した。ヒトのABO遺伝子第1イントロンおよび各種サルの参照配列を参考に、第1イントロン内の血球特異的エンハンサー領域を含む領域のPCR増幅を行い、3種のサルにおけるエンハンサー領域に対応する配列をヒトと比較した。その結果、赤血球上に十分量の抗原発現がみられるチンパンジーおよびアジルテナガザルにおいては、エンハンサー領域の主要なシスエレメントである転写因子GATAおよびRUNX1の認識配列が保存されているが、ニホンザルにおいてはこれらの認識配列が保存されていないことが明らかとなった。これらの塩基配列の違いが赤血球系細胞におけるABO遺伝子の転写活性の違いをもたらすかについて、今後レポーターアッセイによって検討する予定である。

2021-B-8 霊長類における黄色靭帯と棘間靭帯の解剖学的研究

岩永謙（Tulane University School of Medicine・Dep Neurosurgery）所内対応者：平崎鋭矢

本年度の共同利用・共同研究では過去にわれわれが報告したヒト黄色靭帯の微細構造の研究をアカゲザルに応用し解明しようとしたものである。本来であれば、現地に赴きアカゲザル屍体の解剖により肉眼観察・組織学的観察を行う予定であったが、コロナ禍のため訪問が不可能であった。そのため、勤務地（米国 Tulane University）でのヒト黄色靭帯の追加研究を行うことで、来年度の継続研究につなげることにした。過去のわれわれの報告ではヒト黄色靭帯と棘間靭帯、そして関節包の立体構造を明らかにするため、肉眼観察および靭帯の水平断の組織学的観察を行ったが、今回は同様に靭帯組織を採取し、矢状断・冠状断を行うことで、様々な角度からの観察を行うこととした。現在、標本を採取し組織切片を作成する前段階まで進んでおり、今後は染色、観察を行いたいと考えている。

2021-B-9 サル類における聴覚事象関連電位の記録

伊藤浩介（新潟大学・脳研究所）所内対応者：中村克樹

これまで継続して来た共同利用・共同研究により、マカクザルの頭皮上脳波記録の方法論が完成し、質の安定した聴覚事象関連電位の記録が可能となった。一方、マーモセットの脳波記録では、①頭部面積が小さく電極の設置が難しいことや、②頭皮の皮脂の多さによる電極インピーダンスの増大などの問題が明らかになった。これらの要因により、電極設置に時間がかかり、電極数を増やせず、脳波記録が安定しないなどの問題が生じていた。

そのため、これらの問題の解決を目的とした技術開発を行ってきたが、一昨年度（2018年度）に、電極の設置について、これまでにないまったく新しい発想の方法を考案し、これにより電極設置の迅速化（従来より75%の時間短縮）、電極の高密度化（7mmの電極間距離で設置可能）、脳波記録の質の安定化が達成された。そして、この新しい電極設置方法を利用して、マーモセットの聴覚誘発電位記録を行い、原書論文にまとめて発表した（Itoh et al., 2021）。さらに、この方法論を詳しく解説した論文を執筆し、投稿中である（Itoh et al., submitted）

本年度は、こうして得られたマーモセットの聴覚誘発電位データに、これまでに収集したヒトとアカゲザルを加え、さらに他から提供された既報のチンパンジーの脳波データの再解析を足すことで、霊長類4種の比較を行い原著論文にまとめて発表した（Itoh et al., 2022）。

2021-B-10 近畿・中国および四国地方に生息するニホンザル（*Macaca fuscata*）等の寄生虫症および感染症に関する疫学調査

浅川満彦（酪農大・獣・寄生虫）所内対応者：岡本宗裕

①徳島市市街地におけるニホンザル生息状況の把握と糞便採集：2021年11月19日から11月22日まで、徳島市市街地を中心に、ニホンザルの生息状況の把握と糞便採集を試みた。申請時、9月初旬に踏査予定であった。しかし、この時、COVID-19のアウトブレイクの影響が懸念されたため、順延した。幸い、10月後半から感染者数の急減し、実施可能と判断して、この期間となった。したがって、計画の立案と、再検討、再立案となり、当初のような十分な計画とはかけ離れてしまった。また、その当時は収まったと

はいえ、新しい株の再燃の兆しもあり、人込みを可能な限り避ける必要があった。そのため、行動範囲が限られてしまったが、前年把握されていた寄生虫保有状況が確認された有害捕獲された地域に可能な限り近い、徳島市市街地で踏査が出来た。2日間、誘き寄せ用の餌設置を併用しつつ踏査をしたが、残念ながら個体および糞の確認は出来なかった。しかし、徳島大学では今後の調査の基盤情報となる資料閲覧させて頂き、有益な踏査であった。②展示施設で飼育された皮膚病罹患原猿類からのシラミ類検出：本件研究のニホンザルでも、時折、観察される脱毛部ともなった皮膚疾患の参考事例として、関東地方の展示施設で飼育されていた原猿類の皮膚疾患症例について検討した。その結果、国内初のシラミ類幼虫と虫卵が検出されたので、論文報告と学会発表を行った。

2021-B-11 CT像に基づいた霊長類の移動姿勢-肝臓・内耳形態の進化的連関

矢野航(防衛医科大学校) 所内対応者：西村剛

ぶら下がり運動を行う類人猿では体幹の直立によって、肝臓や腸など主要臓器に対して働く静的・動的な慣性力によって働く新たな力学ストレスを最小限にするために、進化的な形態変化が起こっていると考えられる。そこで、我々は防衛医科大学校および京都大学霊長類研究所に所蔵されている9種の霊長類の全身ホルマリン固定標本を霊長類研究所所蔵の医療用CTおよび μ CTによって撮影し、その形態比較を行った。用いたのは、類人猿(*Pan troglodytes*, *Hylobates lar*, *Hylobates agilis*)、および旧世界ザル(*Cercopithecus aetiops*, *Macaca fascicularis*, *Macaca fuscata*)、新世界ザル(*Saguinus oedips*, *Saimiri sciureus*)である。肝臓形態に与える影響の外部変数として、体サイズと移動様式を用いた。その結果、各種サルで対称性が強かった肝臓の形態が類人猿、ヒトにかけて肝臓の位置と右葉の左右非対称性が強くなっていくことが示された。本研究結果を2022年3月に第127回日本解剖学会総会で口頭発表した。

2021-B-12 屋久島のニホンザル(*Macaca fuscata yakui*)におけるコドモの遊びの量の群間比較

中塚雅賀(京大・院・理学) 所内対応者：半谷吾郎

ニホンザルを含めた多くの霊長類において、遊び行動はアカンボウ期やコドモ期に多くみられ、年齢とともに減少することが知られている。そのため、発達期のニホンザルを理解するうえで遊びはひとつの重要な行動であると考えられる。遊びが個体の発達にとって必要不可欠な行動なのかということを探るためには、餌付けされておらず、採食に時間とエネルギーの大きなコストを割かなければならない本来の生息条件で遊びを定量的に調べることが重要である。本研究は、屋久島に生息する野生ニホンザルを対象に、わんぱく遊び頻度の群間比較をおこない、その違いの要因を探ることを目的とした。

屋久島西部林道沿いに生息するUmi-B群とSora群を対象に調査を実施した。昨年度に引き続き、本年度は継続調査として、2021年8月~10月にSora群を対象に調査をおこなった。調査の結果、採食と移動に比較的大きな時間を割いているSora群よりも、採食と移動に時間を割いていないUmi-B群のほうがわんぱく遊び頻度が高かった。さらにSora群のわんぱく遊び頻度を経時的に比較しても、食べ物が豊富にあり、採食と移動に時間をかけなくてすむ時期のほうが、頻度が高いことが分かった。このことから、わんぱく遊びは食物環境が良く、採食と移動に時間をかけなくてすむ場合に多く生起すると考えられる。さらに、同じ親和的社会的交渉のなかでも、採食と移動の合計時間割合が一定以上増えてはじめて生起頻度が減少した毛づくろいと異なり、わんぱく遊びは、食物環境が良く採食と移動の合計時間割合が低い時期には、採食と移動の合計時間割合が増えると生起頻度が減少したが、食物環境が悪く採食と移動の合計時間割合が高い時期にはそもそもほとんど生起しなかった。このことから、わんぱく遊びは食物環境が十分に良く、個体にとって採食に関して時間的かつエネルギー的にも余裕がある時期にはじめて生起し、増加することが示唆された。

2021-B-13 野生ニホンザルにおける分派の意図性の判別基準と要因の検討

風張喜子(北海道大・北方生物圏フィールド科学センター) 所内対応者：半谷吾郎

ニホンザルは、メンバーがひとまとまりで暮らす凝集性の高い群れを作る。先行研究によって、各個体が周囲の個体の動向を把握し自分の行動を調節することで互いの近接が保たれていることが示唆されている。一方で、群れが一時的に2つ以上の集団に分かれる分派行動も時に見られる。通常は互いに離れないようにふるまうニホンザルがなぜ分派するのか、明らかになっていることは少ない。また、意図的および非意図的とされる分派の報告例はあるものの、その判別基準はあまり整理されていない。そこで、宮城県金華山島の野生ニホンザルを対象として、分派の直接観察を通じて意図の有無を判別できる行動上の特徴を整理したうえで、要因を検討することを目的とした。本研究は十分な観察例数を蓄積するのに数年にわたる継続調査が必須であり、本年度は長期的な計画の4年目である。これまでに、分派集団のでき方から意図的・非意図的分派が判別可能なこと、非意図的な分派では分派中に突然の移動停止や方向転換が見られる場合が多いことなどが明らかになりつつあるが、本年度の調査では新たな分派事例を蓄積することができなかった。このほか、2019年度に観察された群れの第一位オスとメスの親和的な関係を基礎とした頻繁な分派行動について、共著論文を国際誌に投稿し審査中である。

2021-B-14 コモンマーモセットにおける空間認知

佐藤暢哉（関西学院大・文・総合心理）、林朋広（関西学院大・院・文）所内対応者：中村克樹

本研究では、コモンマーモセットの空間認知能力について検討することを目的として、齧歯類を対象とした実験で広く用いられている空間学習課題・空間記憶課題を、マーモセットを対象として実施できるような実験パラダイムの開発を目指した。これまでの共同研究において作製した飼育ケージ内に設置可能なマーモセット用の放射状迷路を使用した実験を実施予定であった。実際に飼育ケージ内に装置を設置して何頭かのマーモセットに装置内を探索させたところ、興味を示す行動がみられ、特に恐怖反応などはみられなかったため、実験の使用に大きな問題はないと考えられた。実際の実験については、今年度についても新型コロナウイルス感染症の流行などのため実施が叶わなかったが、次年度には作製した装置を用いていくつかの空間認知課題を実施する予定である。

2021-B-15 マーモセット幼若精細管のマウスへの移植後の精細胞発生の観察

小倉淳郎、越後貫成美（理研バイオリソース研究センター）所内対応者：中村克樹

我々は、顕微授精技術を用いることにより、マーモセット体内で自然発生した生後 11 ヶ月齢の未成熟精子（伸長精子細胞）から産仔を獲得した。そこで本研究では、さらに早期に顕微授精を行う可能性を検討するために、性成熟の早いマウスへ新生仔マーモセット未成熟精細管を移植し、精原細胞から精子・精子細胞発生が加速するかどうかを確認した。2017 年度までに生後 4～7 ヶ月齢雄マーモセットの片側精巣を採取し、去勢手術を行った、重度の免疫不全マウス系統である NSG の腎皮膜下に移植を行った。生後 4 ヶ月齢マーモセット精巣移植から約 3 ヶ月後に組織を回収して組織学的観察を行った結果、初期円形精子細胞までの発生を確認した。生体下での円形精子細胞の出現は 10-11 ヶ月なので、異種移植を行うことにより 3-4 ヶ月ほど精子発生が加速した結果が得られた。2018 年度より、より世代短縮が可能か明らかにするため、生後 0~1 日齢の個体由来の精巣を実験対象とした。前年度には、移植後 3 ヶ月では精原細胞まで、6 か月~1 年では精母細胞までの発生が確認された。サンプル間での精子発生速度のバラつきはあるが、出生直後の精巣でも精子発生の加速化が可能であることが明らかになった。今年度は、生後 1 日齢の精巣をミネラルオイル浸漬し 4 日間 4℃にて保存したのちにマウスへ移植した。移植後 10 ヶ月のサンプルで精母細胞までの発生を認めた。少なくとも 4 日間冷蔵保存ののちに移植操作を行っても精細胞の発生には影響がないことが明らかになった。つまり、想定外の死亡ですぐに移植作業が不可能な場合でも数日間の冷蔵保存が可能で、移植後の精子発生の加速には影響しないこと、貴重な霊長類の生殖細胞のレスキュー期間にある程度猶予があることが明らかになった。

2021-B-17 霊長類における神経栄養因子の精神機能発達に与える影響

那波宏之（和歌山県立医科大・薬・生体機能解析学）所内対応者：中村克樹

統合失調症の原因のひとつとして、胎児や新生児期における上皮成長因子などの末梢の神経栄養活性を有する炎症性サイトカイン誘導が仮説されている。従来のげっ歯類を用いた研究では、新生仔の皮下に上皮成長因子などのサイトカインを投与することで、聴覚系を中心とする認知行動異常や神経生理学的変化が成熟後に誘発されることが知られている。しかし、この実験結果がヒトを含む霊長類にも適用できうるか、疑問も多い。特にこのようなヒトにおける脳の高次機能が障害される精神疾患は、動物の認知行動変化をもとに定義されるものであり、とくにヒトに近い動物（霊長類）でしか再現できない可能性が有る。そこで、マーモセット新生児に上皮成長因子を投与して当該モデル動物を作製し、その脳波の神経生理学的変化を測定した。近年、統合失調症患者の脳波測定における聴性定常反応において異常を呈することが知られている。当該マーモセットモデルでも、聴性定常反応を測定したところ異常性が観察された。今後、さらに実験条件を適正化することで、その再現性、年齢依存性に検討を加える。

2021-B-18 Using CalliFACS to develop an annotated database and an automated coding system for the facial expressions of common marmosets

Hannah Buchanan-Smith (University of Stirling, Psychology Dept.) Catia Correia Caeiro (Kyoto University) 所内対応者：宮部貴子

FACS (Facial Action Coding System) is the gold standard for human facial expression research, and has recently been adapted for the common marmoset due to the increased interest in using marmosets as a laboratory model for a variety of human neurocognitive processes. Although FACS is an ideal tool to investigate facial behaviour due to being an objective, systematic and anatomical-based tool, it is extremely time-consuming, and requires extensive user training and certification. Hence, automated ways of coding facial expressions are needed, both to optimise work flow and increase sample size. This project aimed at developing a fully-annotated database of facial movements in the common marmoset (*Callithrix jacchus*) by applying a newly developed objective observation tool, the Common Marmoset Facial Action Coding System (CalliFACS, Caeiro et al, in press). Like the human FACS,

the CalliFACS is based on facial musculature and includes 33 independent facial movements, including 15 Action Units (AUs), 15 Action Descriptors (ADs), and 3 Ear Action Descriptors (EADs) (see Fig.1 for examples of AUs). We curated two video databases of spontaneous facial movements of common marmosets (N=100) for this project. Database 1 included 93 single-view clips (1 camera, 30min) of marmoset faces in various contexts (e.g. social interactions with conspecifics and humans, feeding, play, novel objects, veterinarian procedures) and from various populations (wild, urban, captive as pets/sanctuaries/zoos/research facilities). Database 2 included 40 multi-view clips (2-4 cameras, 600min per camera) of marmoset faces, while individuals participated in a perception experiment. Both databases were fully coded with CalliFACS using BORIS software and frame-by-frame analysis. In database 1 we coded 2385 occurrences of facial movements (approximately 1.3 mov/sec) and in database 2 we coded 9854 occurrences of facial movements (approximately 0.27 mov/sec, see Fig.2 for the distribution of 26 facial movements found in these databases). These CalliFACS coded databases are currently being used for automating the detection of AUs in this species by combining computer vision and machine learning techniques. This will be accessible to other researchers to help them understand marmoset expressions and welfare.

2021-B-20 ニホンザル二足・四足歩行運動の運動学的・生体力学的解析

荻原直道（東京大・理）、大石元治（麻布大・獣医）所内対応者：平崎鋭矢

本研究では、ニホンザル四足歩行の運動学的・生体力学的解析を行い、二足歩行と対比することを通して、ニホンザルが二足歩行を獲得する上での促進要因・制約要因を明らかにすることを目的とした。具体的には、ニホンザルの二足・四足歩行の運動学的・生体力学計測、歩行に関係する主要な筋の速筋線維・遅筋線維比計測、下肢関節の受動弾性特性計測を統合して、ニホンザルの四足歩行と二足歩行の運動学と力学の共通点と差違を分析することを通して、ニホンザルが二足歩行を獲得する上での促進要因・制約要因を抽出することを試みている。

本年はコロナ禍で新たな実験は行えなかったが、昨年までのデータについてメール等で相談しつつ解析を進めた。一方、関節受動抵抗特性については、チンパンジーの標本を入手することができたので、中手指関節の関節角度を変化させたときの手関節伸展方向の受動弾性特性を計測し、その結果に基づいてアフリカ大型類人猿でナックルウォークが進化した要因を考察した。

2021-B-21 ニホンザルの歯槽骨吸収と咬合・咀嚼に関する研究

加藤彰子（愛知学院大学・歯）所内対応者：平崎鋭矢

本研究課題は顎口腔領域の形態と歯周病発症との関連性について調査するために 2018 年度から開始した研究（2018-B56、2019-B28、2020-B56）を発展させた課題である。これまでマイクロ CT データに基づく歯槽骨吸収と顎口腔領域の解剖学的形態に関する分析を進めてきており、2020 年度ではニホンザルの咬合機能にも着目した。その結果、歯槽骨吸収と咀嚼機能との関係についての新たな知見が得られたため、2021 年度はニホンザルの咀嚼運動を観察・撮影し、咀嚼運動を分析するための手法を確立することを目的として本研究に取り組んだ。ケージ飼いのニホンザル 3 頭に麻酔下にて皮膚標点のマーキングを行った後、実験室で餌（リンゴ、大根、固形飼料の 3 種類）を与え、咀嚼時の顔貌をビデオカメラ 4 台で撮影した。三次元 DLT 法 (Direct Linear Transformation method) により標点の三次元座標を取得し、顔面上部に対する下顎の動きを計算した。その結果、頭部に対する下顎中心の軌跡を得ることができた。今後、解析精度の向上を目指して追加実験を行う予定である。

2021-B-22 ニホンザルの昆虫食が枯死木分解にあたる影響

栗原洋介（静岡大・農）所内対応者：半谷吾郎

本研究の目的は、ニホンザルが枯死木分解にあたるインパクトを定量することである。本年度は、屋久島・西部林道において主に枯死木分解実験の継続、ニホンザルの行動観察および昆虫群集の調査を行った。

1. サル排除実験の継続：2019 年度および 2020 年度に設置した枯死木調査プロット 12 箇所において、サル排除実験を継続している。対象の材を複数個に分割し、一方はそのまま放置、他方はサルが破壊できないようにネットで覆った。定期的に材の写真撮影を行い 3D モデルを作成することで、材の表面積・体積のデータを蓄積している。また、自動撮影カメラを用いて動物の訪問および枯死木とのコンタクトを調べている。現在もデータ収集中であるが、枯死木はサルに大きく壊され、サルに細片化された材はシカに踏まれやすくなることがわかった。

2. ニホンザルの行動観察および昆虫群集の調査：サルがどんな枯死木を壊し、何を食べているのかを明らかにするために、識別されている 1 群を対象とし、個体追跡を行い、成獣個体の採食行動を記録した。また、枯死木依存性昆虫群集の情報を得るために、林内の枯死木をくずし、内部や周辺に生息する昆虫を採集した。枯死木のサイズ、腐朽タイプ、腐朽度、種名などを記録したうえで、昆虫の種と個体数を記録した。

来年度以降も、同様の調査を継続して実施する予定である。

2021-B-23 マーモセットを用いた血中ペントシジン値の正常発達軌跡の同定

新井誠、石田裕昭（東京都医学総合研・統合失調症プロジェクト）所内対応者：中村克樹

私たちは、糖尿病や腎障害がない治療抵抗性統合失調症患者において、糖化ストレスの指標である「血漿ペントシジン値」が健常者に比べ有意に高いことを明らかにし（Arai et al., 2010, Arch Gen Psychiatry）、統合失調症・重症度のバイオマーカーとしてのペントシジンの有用性を示した（Miyashita et al., 2014, Schizophr Bull）。統合失調症は10代に発症リスクが高い。現在私たちは、発症リスクとペントシジンの関連性を明らかにしたいと考えているが、健常未成年児童を対象に採血は困難で、ヒトの血漿ペントシジン値が性成熟期前後でどのように変動するか、その正常発達軌跡はわかっていない。さらに野生型げっ歯類個体は、血中ペントシジンが極めて少ないため計測できず、目的の発達軌跡を描くことができなかった。

そこで本研究課題は、乳幼児期、性成熟期、成体・中年期、高齢期のマーモセットの血漿ペントシジン値を計測し、糖化ストレスの正常発達軌跡を明らかにすることを目的とし実施した。本年度は、新生児個体（3頭）、性成熟期個体（2頭）、成体・中年期個体（2頭）、老年期個体（4頭）、合計11頭の血漿サンプルを提供して頂いた。

都医学研が保有するマーモセットから採取したサンプルと合わせ各年齢の血漿ペントシジン値を解析した。その結果、性成熟期前（0ヶ月-12ヶ月まで）の個体群の血漿ペントシジン値は、それ以降の成体・中年期・老年期よりも有意に高いことがわかった。したがって、糖化ストレスの正常発達軌跡は、生まれてから性成熟期までが高く、性成熟期に急激に低下することが示された。反対に、病態の発達軌跡仮説は、性成熟期において血漿ペントシジン値が低下せず、高止まりしたままの個体は疾患リスクが高くなるという可能性が考えられる。今後、性成熟期に糖化ストレスを亢進させた動物モデルを用い、行動や神経活動の変容を明らかにし、統合失調症の症状と類似性を明らかにしていく。

2021-B-24 霊長類歯牙の成長線に関する比較解剖的考察

小野龍太郎（京都府立医科大・歯科口腔科学）、八木田和弘（京都府立医科大・総合生理学）、金村成智、山本俊郎（京都府立医科大・歯科口腔科学）所内対応者：平崎鋭矢

歯の成長線には、形成期間中に個体内で起きたライフイベントが反映されるため、直接観察が困難な稀少動物種における生活史の解明や食性の把握、年齢査定などに役立つツールとなる可能性がある。さらには化石種に応用することで、古生物学領域での貢献も期待できる。これまでに我々はニホンザル雄性個体の第一大臼歯を用いた成長線の観察に成功しており、象牙質とセメント質で成長線の間隔幅や本数が異なっていたことから、硬組織の種類によって発育パターンが異なる可能性を示唆している。さらに、前歯の横断切片にて象牙質の表層付近を同心円状の線状構造が配列する様子が確認できた。これは、臼歯の象牙質でみられた間隔幅よりも若干小さく、齧歯類での出現パターンと類似したものであった。本年度は個体数を増やして再現性の検証を行なった。

2021-B-25 μ CT撮影のための筋組織染色法の改良—鳥類と霊長類—

田中郁子（産業技術総合研究所）所内対応者：平崎鋭矢

はじめに

ロコモーションは生息環境とその身体形態にリンクする。ロコモーションで最もよく動く足の関節は、あしゆび関節とされる。このあしゆび関節は足根中足骨（TMT）と趾骨で構成され、2方向回転運動（開閉・上下）をする。TMTの滑車級の形態は、足跡の形態と相関があり、足跡の形態は生息環境とリンクすることが言われている。ここから2方向回転運動は足の機能とリンクすると考え、足の機能ごとにどんな動きの違いがあるのかを計測した。

研究対象と手法

現生鳥類標本は、京都大学霊長類研究所他、京都大学総合博物館、The University of Manchester等で16目23科59種を収集した。霊長類等で、生体を解剖して得た標本はほぼ半分である。鳥脚をCTスキャナで撮影しAvizoで製骨した。ソフトウェア上でTMTを回転させ、末端部の三又構造を矢状面と水平面からそれぞれTMT角度と開閉角度とROMを計測した。

結果と解析とまとめ

重量化は陸を歩くに比べあまり開閉運動はないが上下運動の幅が大きい。泳ぐは水辺を歩くに比べ、 θ_{mini} も θ_{max} も大きい、上下運動は小さい。獲物を捕らえるは木に止まるよりも、 θ_{mini} も θ_{max} も大きい、上下運動は小さい。3変数の分布が統計的優位に分かれたので、判別分析を実施し化石標本がどの足の機能と近いか調べた。化石標本は恐竜とモアとドーデーを収集した。恐竜とモアとドーデーはいずれも重量化に似ていることがわかった。

2021-B-26 大型類人猿の足部における骨格と軟部組織の関係について

大石元治（麻布大・獣医）、荻原直道（東京大・院・理）所内対応者：平崎鋭矢

関節の可動域はその形状に加え、筋や靭帯などの軟部組織によって決定される。大型類人猿の足部の形態学的研究は骨格や筋についてのものがほとんどであり、腱や靭帯についての報告は1から2個体の報告にとどまっている。そこで、本研究は大型類人猿における足部の腱や靭帯の種間/種内バリエーションを明らかにして、足部の運動に関係する形態学的特徴を理解することを目指している。本年度は、チンパンジー3個体の標本を利用する機会を得た。まず、無傷の状態での足部骨格の特徴を明らかにするために、足のCT撮影を行った。また、数個体については足部の解剖を行なった。2019年度に解剖した個体とは異なり、後脛骨筋腱が外側楔状骨だけでなく、中間楔状骨にも停止していた。今後は骨格と軟部組織の関係についてさらに精査し、関節の可動性を併せて検討していきたい。

2021-B-27 げっ歯類と霊長類の神経回路基盤解明のためのシングルセル遺伝子解析

吉田富、高田裕生（沖縄科学技術大学院大学）所内対応者：高田昌彦

2022年度において我々は、昨年を得た逆行性トレーサー(AAV retro)を注入したマカクザルの脳サンプルを用いて Single nucleus RNA sequence を行った。解析の結果、遺伝子発現をもとに細胞種を分類することや、注入した遺伝子から皮質脊髄ニューロンを同定することに成功した。今後は他の動物種(げっ歯類、マーモセット)と比較することによって高次の霊長類の皮質脊髄ニューロンに特異的に発現する遺伝子の同定を目指す。また、詳細な解析を行うために Single nucleus ATAC(Assay for Transposase Accessible Chromatin)-seq を実施し、それぞれの細胞種特異的な遺伝子発現を制御する転写因子を明らかにすることを目指す。

他方、発達段階の異なるマカクザルの大脳皮質及び脊髄サンプルの採材を行った。今後、これらのサンプルを用いて Single nucleus RNA sequence を行い、運動皮質及び脊髄内での発達に伴った遺伝子発現の変化を明らかにする。

2021-B-28 霊長類脳における細胞種特異的な神経回路構造の解明

小坂田文隆、竹内遼介、山口真広（名古屋大学）所内対応者：高田昌彦、井上謙一

マーモセットおよびマカクザルにおいて細胞種特異的な神経回路マップの作製を行うために、本研究ではウイルスベクターの細胞種特異的な感染方法の確立を目指した。特定の細胞種には特定の受容体が発現していることに着目し、小坂田らは受容体を標的としたウイルス感染法である bridge protein 法を開発してきた。標的とする受容体 ErbB4 のリガンドである Neuregulin-1 とウイルス受容体 TVB との融合タンパク質である bridge protein を作製した。まずはマウスを用いて、ウイルスベクターと bridge protein の混合液を脳内に微量注入することで、抑制性ニューロンにウイルス感染が成立することを確認した。さらに、ウイルスベクターと bridge protein との混合比が、ウイルス感染の特異性および効率に影響を与えることを見出した。次に、この bridge protein 法を用いて、マーモセットにて抑制性ニューロンに感染するかを検討した。マーモセット1頭のS1野、V1野、ブロードマン8野、9野にウイルスベクターと bridge protein の混合液を合計12ヶ所に微量注入した。ウイルスベクターと bridge protein との混合比は、マウスでの検証結果を基に、異なる3つの条件を検討した。ウイルスを注入する座標は、マーモセット脳のMRIを取得して決定した。ウイルスの injection 後、7日目に灌流固定を行い、脳を摘出した。ミクロトームで脳切片を作製し、蛍光観察を行った所、ウイルス注入部位周辺にウイルス感染細胞が認められた。次に抑制性ニューロンへのウイルス感染を評価する目的で、抑制性ニューロンサブタイプのマーカーである parvalbumin(PV)に対する免疫染色を行った。ウイルス感染細胞の一部に PV の発現が認められた。以上より、bridge protein 法にて抑制性ニューロンにターゲティングできる可能性が示唆された。今後は bridge protein 法のさらなる特異性の向上を目指す。

2021-B-29 コモンマーモセットの口腔疾患治療薬選抜に関する研究

土田さやか、牛田一成（中部大・応用生物）所内対応者：中村克樹

本研究では、コモンマーモセットの歯垢から細菌を分離し、口腔疾患の元となる歯垢にどのような細菌が存在しているのかを検索し、その薬剤および殺菌料感受性を調査することを目的とした。霊長類研究所で飼育されている7個体の歯垢、歯石サンプルを嫌気希釈液および非選択培地に採取し、嫌気培養を行った。分離された口腔細菌の細菌16S rRNA 遺伝子を用いて菌種同定を行ったところ、口腔疾患の原因菌と考えられる Fusobacterium、Streptococcus、Prevotella 属細菌などヒトの歯周病原菌としてよく知られている細菌種が多数検出され、中でも Fusobacterium nucleatum subsp. polymorphum (Fnp) は、検査した全て個体から分離された。分離された Fnp に対して薬剤感受性試験を行なった結果、使用頻度の高いゲンタマイシンに耐性を示す菌株が約55%存在することが確認された。また、殺菌料である次亜塩素酸水に対する感受性試験の結果、暴露時間30秒でも非常に強い殺菌効果を示すことが明らかになった。本研究結果より、口腔疾患治療や予防薬として、耐性菌を生み出さない殺菌料(次亜塩素酸水)の有用性が示唆された。

2021-B-30 The comparative biomechanics of the primate hand

William Sellers (The University of Manchester) 所内対応者：平崎鋭矢

Our initial plan was to use 3D photogrammetry to obtain data on Japanese macaque hand use in a variety of manipulative behaviours including some that were expected to mimic stone tool use in early hominins in order to understand the evolution of human behaviour from a comparative perspective. However, because of the COVID-19 restrictions it was impossible for us to do the planned work and instead we concentrated on what we could achieve using computer simulation of primate musculoskeletal mechanics. We think we have achieved something of a breakthrough in this area. We have developed a heuristic control algorithm that allows arbitrary placement of a primate limb in space to mimic the requirements of reaching, locomotion and exploration. At the same time, we have implemented a limb control strategy that combines with the controlled reaching to allow us to specify limb kinematics for non-steady state primate locomotion. Before this, the vast majority of primate locomotor studies have focused on continuous locomotion (walking, running or climbing at fixed speeds), but we have managed to create simulations that can accelerate from a standstill, move at steady velocities, and then slow to a halt. Our simulations can also turn corners (although they are less capable at this behaviour). Given that primate locomotion has always required a full range of locomotor behaviours and the ability to transition between these behaviours, this represents a step change in the available methodologies. This work is still in its infancy but we predict that it indicates the direction of travel required for future primate locomotor studies and is something that we plan to pursue in future with a mix of simulation and experimental validation. Our current work uses a chimpanzee model but we plan to compare this with a Japanese macaque model in future, and to extend the approach to cope with gait change and vertical height change. Recent advances in data collection on free ranging primates make this a feasible option - particularly the use of automated image segmentation to measure the positions of the limbs in free ranging primates, and continued advances in 3D photogrammetry to allow reconstruction of 3D position from uncalibrated cameras. We consider this outcome to be a major advance in primate locomotor studies that we will capitalise on in future work.

2021-B-31 霊長類の消化器等でのコンドロイチン硫酸の組成とコンドロイチン硫酸基転移酵素の発現解析

保坂善真（鳥取大学・農・共同獣医）、田村純一（鳥取大学・農・生命環境農）、割田克彦（鳥取大学・農・共同獣医） 所内対応者：岡本宗裕

グリコサミノグリカン（GAG）は、様々な組織に存在し、多くの生理的機能に関与している。アカゲザル（*Macaca mulatta*）は、生物医学研究において最も広く用いられている非ヒト霊長類であるため、その組織中の GAG 組成を理解することは重要である。本研究では、アカゲザルの呼吸器、消化器および泌尿器の組織に含まれる二糖類の含有量と硫酸化パターンを明らかにした。コンドロイチン硫酸（CS）/デルマトン硫酸（DS）複合鎖は、雌と雄のアカゲザルのいくつかの組織から抽出された。コンドロイチナーゼ ABC と ACI で消化した後、組成分析を行い、CS/DS ハイブリッド鎖の硫酸化パターンを明らかにした。この研究により、組織中に存在する主な CS/DS 二糖単位は A-型と C-型であることが判明した。E-型と iE-型は呼吸器（気管）だけでなく、消化管にも特異的に分布していた。

2021-B-32 下北半島脇野沢の野生ニホンザル群の個体群動態

松岡史朗、中山裕理（下北半島サル調査会） 所内対応者：古市剛史

1987 年から継続調査している下北半島南西部の 87 群は、5 頭から始まり、現在も指数的に増加している。87A の 2021 年度の個体数は、77 頭で、2013 年の分裂した頭数と同数であった。今年度は観察期間中に 1 週間の泊まり場を異にするようなサブグーピングが 2022 年 1 月に観察された。遊動面積は、ほぼ昨年度と同じで、分裂以降、遊動面積はほとんど変化がないが、遊動域は東側にシフトしている。また、年度によって頻繁に利用する地域が異なることが分かった。今年度初めての地域での採食が観察された。出産率は、87A 群で 42%、死亡率は赤ん坊で 8%(1/13)、1 歳で 17%(1/6)であった。87B 群に関しては、観察日数が少なく、正確な出産率、死亡率が得られなかった。1987 年からの観察データから、群れ個多数が増加すると、初産年齢が上がる傾向は今年度も見られ、5 歳メス 6 頭のうち今年度出産した個体は 1 個体であった。

2021-B-33 STLV 自然感染ニホンザルの抗ウイルス T 細胞免疫

神奈木真理（東京医科歯科大）、長谷川温彦（東京医科歯科大・院・免疫治療学） 所内対応者：明里宏文

本研究では、サル T リンパ球向性ウイルス（STLV）に自然感染したニホンザルにおける STLV 特異的細胞障害性 T 細胞（CTL）応答の解析ならびに活性化を目的としている。これまでに、ニホンザルにおける STLV-1 特異的 CTL 応答の解析方法を確立し、大部分の個体で STLV-1 特異的 CTL 活性が保たれているが、一部の個体ではプロウイルス DNA 量が高いにも関わらず STLV-1 特異的 CTL 応答が著しく低いことを見出した。STLV-1 の近縁ウイルスであるヒト T 細胞白血病ウイルス 1 型（HTLV-1）感染において、高プロウイルス量と HTLV-1 特異的 CTL 低応答の組み合わせは成人 T 細胞白血病（ATL）患者に認められ

る。HTLV-1 特異的 CTL の主要標的抗原は Tax であり、Tax 特異的 CTL を活性化による抗腫瘍効果が期待されている。我々は、感染個体自身の末梢血中の感染細胞を免疫原とするワクチン療法を考案し、STLV-1 感染ニホンザルをモデルとして自家感染細胞の免疫接種実験を実施した。その結果、免疫後に STLV-1 特異的 CTL 応答が顕著に活性化し、これに伴い感染細胞のウイルス発現量の減少が認められた。免疫個体の一つで活性化した STLV-1 特異的 CTL の標的抗原を解析した結果、STLV-1 Tax であることが判明した。しかし、同様に免疫し STLV-1 特異的 CTL の活性化が認められた別の個体においては Tax 以外の抗原が主要認識抗原であることが示唆された。詳細は解析中である。

2021-B-35 サル用マーカーレスモーションキャプチャーソフトウェアの開発

松本惇平 (富山大・医・システム情動科学講座)、柴田智広 (九工大・工・人間社会的知能システム研究室)、三村喬生 (放医研・システム神経回路研究チーム) 所内対応者：井上謙一

本研究では、最新の機械学習アルゴリズム(深層学習など)を用いて、任意の画像および映像内のサルの姿勢を推定するソフトの開発を目指す。これまで(2018-2020 年)霊長類研究所や複数の動物園でマカクサルの画像を合計計約 2 万頭分収集し、画像上の特徴点(手足の位置など)をラベル付けした大規模教師データを作成(Labuguen et al., 2020)し、このデータをもとに、機械学習によって画像からサルの姿勢を推定するソフトの開発を行った。さらに、複数台のカメラで多視点から同期撮影が可能なマルチカメラシステムを構築し、得られたデータから単独個体の 3 次元姿勢を再構成するソフトを開発した。4 年目の 2021 年度では、まず、開発したマルチカメラシステムとソフトで、パーキンソン病モデルマカクサルの撮像と 3 次元姿勢解析を行った。この結果をもとに、現在、パーキンソン病モデルサルの各種特有症状の客観的な評価方法を検討中である。また、ソフトを複数個体の 3 次元解析に適用できるように拡張して、グループケージにおけるマカクサル集団の社会行動の解析に応用し、本ソフトが、各種社会行動の定量的計測と、個体の社会行動の特徴(個性)や個体間の関係性の評価に有効であることを示した(論文投稿準備中)。さらに、マーモセットの社会行動にも適用できるようにテストデータを撮像し、ソフトの改良を行った。本研究で開発したソフトは、姿勢や動作の解析から、運動機能や情動、行動意図、社会行動を客観的・定量的に評価することを可能にし、種々の脳機能の研究や野外生態調査、サルの健康管理など多くの分野への貢献が期待される。

2021-B-36 霊長類における概日時計と脳高次機能との連関

清水貴美子 (東大・院・理)、深田吉孝 (東大・院・医) 所内対応者：今井啓雄

我々はこれまで、齧歯類を用いて海馬依存性の長期記憶形成効率に概日変動があることを見出し、SCOP という分子が概日時計と記憶を結びつける鍵因子であることを示してきた (Shimizu et al. Nat Commun 2016)。本研究では、ヒトにより近い脳構造・回路を持つサルを用いて、SCOP を介した概日時計と記憶との関係を明らかにすることを目的とする。これまでの研究において、苦味と水ボトル飲み口の色との組み合わせ学習について、ニホンザル 6 頭を用いて朝昼夕の 1 日 3 時刻での記憶テストを複数回行った結果、昼に有意に記憶効率が低いという結果が得られている。さらに、この昼の記憶効率の高さに SCOP が関わっているかどうかを確かめるために、SCOP shRNA 発現レンチウイルスまたはコントロールレンチウイルスの海馬への投与を一頭ずつおこない、昼の時刻の記憶効率を測定した。コントロールレンチウイルスではほとんど影響が見られなかったが、SCOP shRNA 発現レンチウイルスを投与したサルは、chance level よりも著しく記憶能力が低下していた。

これまでの結果の論文化に向けて、shRNA 発現レンチウイルスを投与した一頭ずつの投与位置や shRNA の SCOP ノックダウン効果を示すための実験を行った。レンチウイルスを投与したサルの海馬を採材し、一部は免疫組織染色用にパラホルムアルデヒド固定し、一部は定量的 PCR のために凍結保存した。後日、レンチウイルス感染により発現する GFP を免疫組織染色により確認したところ、海馬 CA1/CA2 領域に発現していること、および、SCOP shRNA 発現レンチウイルスを投与したサルではコントロールを投与した海馬に対して SCOP mRNA 量が約 50% に低下していた。現在これらの結果を含めて論文を作成中である。

2021-B-37 ニホンザルにおける凍結精液を用いた人工授精プログラム開発

柳川洋二郎、鳥居佳子、竹田あおい、中茉莉子 (北大・獣医) 所内対応者：岡本宗裕

ニホンザルにおいては人工授精(AI)による妊娠率は低く、特に凍結精液を用いた AI による産子獲得例がない。そのため、精液の凍結保存法改善とともに、メスの卵胞動態を把握したうえで AI プログラムの開発が必要である。

ニホンザルの精液は射出直後に凝固するが、精液採取の際に精液保存液に直接採取し凝固物の形成を可能な限り防止した。その後精子浮遊液を 4℃まで約 2 時間かけて温度を下げた後グリセリン加保存液を添加してからドライアイス上に 200 μ l の精液を滴下しペレットを作製することで凍結した。

ペレットの融解は 37℃に加温したガラスチューブ内にペレットを投入して行うが、ペレットをそのまま

投入する方法、ペレットを粉砕し投入する方法および 37°C に加温した同量の保存液に投入する方法と比較したところ、高活力精子率は各々約 15%、15% および 0% であった。さらにペレットを作製直後に融解した場合の高活力精子率は 25% であったのに対し、液体窒素および -80°C の冷凍庫に 16 日間保管すると 10% 程度に減少した。

2021-B-38 ヒト動脈硬化症のアカゲザルモデル作出のための基礎研究

日比野久美子 (名古屋文理大・短期大・食物栄養) 竹中晃子 (名古屋文理大・短期大・名誉教授) 所内対応者: 鈴木樹理、田中洋之

血中コレステロール(CH)値が高くなると動脈硬化を引き起こし、心筋梗塞や脳梗塞の原因となる。これまでインド産アカゲザルの低リポタンパク質受容体 (LDLR) に Cys82Tyr 変異を有する家系を維持し、7 頭のヘテロ個体、1 頭のホモ個体を産出した。この変異による LDLR の活性はヘテロ個体では 72% に、ホモ個体では 42% に低下し、血中低密度リポたんぱく質-CH(LDL-C) はヘテロ個体で 50mg/dl 増加していた。通常食には CH は含まれていないので、CH 投与実験を行い LDL-C が上昇した個体の全遺伝子検索とその他の個体のジェノミック変異解析を行ったところ、MBTPS2 遺伝子 (X 染色体上) に 2 頭のオスのみに G→A のヘミ接合体が観察された。この MBTPS2 は低い細胞内 CH 濃度を感知してゴルジ体に運ばれてきた SREBPs を加水分解する酵素(S2P)の遺伝子で、切断された N 末端は核に運ばれ、LDLR 遺伝子の転写を促進する。従って mRNA 発現レベルを 0.3%CH 投与下で測定した。変異の有無に関わらず CH 投与 4 週間までは mRNA レベルは上昇した。変異を有する個体はない個体に比べ mRNA レベルが 8 割に低下し LDL-C は 50mg/dl 上昇していた。なお、CH の生合成の律速酵素である HMGCR の mRNA に大きな変化はなかった。LDLR の Cys82Tyr 変異と MBTPS2 の Val241Ile 変異のポリジェニック変異により、ヒトで卵 2.5 個/日に相当する少ない CH 投与により虚血性心疾患を引き起こす危険レベルにまで血中 CH が上昇することを明らかにした。6 週を越えると、mRNA レベルは突如日常のレベルまで低下した。0.3%CH 投与 6 週目以降血中 CH が虚血性心疾患の危険レベルを超えたのは 9 頭中 3 頭であったが、その原因遺伝子は明らかにできなかった。おそらくこの 3 頭には細胞内 CH を排出する機構に障害があり細胞内 CH が上昇するために 6 週目で LDLR の mRNA の転写抑制が働き、mRNA レベルが急激に低下し細胞内 CH の上昇を防いでいるためであろうと推測された。

2021-B-39 保存・輸送精子を用いた人工授精によるマーモセット系統繁殖技術の確立

神田暁史、外丸祐介 (広島大学 自然科学研究支援開発センター) 所内対応者: 岡本宗裕

霊長類の実験動物であるコモンマーモセットは国内での遺伝的交流が少ないため近交化が進んでおり、奇形出現や繁殖性低下などのリスクを生じる危険がある。健全な個体を維持するためには、他研究機関のマーモセットと意図的な遺伝子交流を行うことが必要とされるため、本課題は精子の保存・輸送法と性周期の解析による人工授精法の確立を目指す。昨年度は以下のような成果が得られた。

①低侵襲な採血と血漿中のプロゲステロン濃度の測定による性周期の把握

②長時間にわたる精子活性の維持の方法

①に関しては、低侵襲な採血法として無麻酔下のメスの尾から血液を採取し、血漿を抽出して ELISA 法でプロゲステロン濃度を測定することで、ある程度の性周期を把握することができた (図 1)。また、人工授精を成功させるためには排卵のタイミングを探る必要があり、市販の ELISA Kit を購入して血漿中のエストラジオール濃度を測定した。当施設では血漿中のエストラジオールの濃度を測定することが可能な機器 (AIA-600II) を所有しており、この機器と Kit における濃度の違いを比較してみた。その結果、Kit では AIA-600II と比べ大きく測定値が異なり、正確に測定することができなかった。そのため、他の Kit を試すなどの再検討が必要とされた。

②に関しては予備実験として、当施設のオスから精子を採取し、京都大学霊長類研究所から広島大学までの輸送を想定した保存方法を検討した結果、15°C の温度で精子の活性を長時間にわたり維持できることがわかった (図 2)。実際に霊長類研究所のオスから採取した精子を同温度で低温保存し、新幹線を利用して約 4 時間かけて広島大学に輸送した結果、予備実験と同程度の割合で精子が活性を維持していることを確認できた。しかし、昨年度はコロナ禍の影響で霊長類研究所を訪問することはできなかった。

2021-B-40 Genomic Evolution of Sulawesi Macaques

Bambang Suryobroto (Bogor Agricultural University)、Yohey Terai (Sokendai) 所内対応者: 今井啓雄

Monkeys live in Sulawesi Island (Central Indonesia) are classed into seven species of genus *Macaca*. They are *M. nigra*, *M. nigrescens*, *M. hecki*, *M. tonkeana*, *M. maurus*, *M. ochreata*, and *M. brunneascens*. As the seawater gap between Sunda Shelf and Sulawesi Island had never been closed so that their ancestor should cross the Wallace Line to come to the Island, Sulawesi macaques become a good model for evolutionary speciation and differentiation.

The macaques evolved in allopatric separation coincides with other allopatrically-distributed groups of animal, thus

we hypothesize that there are seven areas of endemisms in Sulawesi Island. As a corollary, if each species adapt to their respective local area, genes that are not vital in the area are likely to be found as pseudogenes. Recently our group observed truncated TAS2R38 genes due to premature stop codon in *M. nigra* and *M. nigrescens* (Widayati et al. 2019). This pseudogene encodes a polypeptide that is not responsive to bitter molecule PTC. The functional loss of genes is genomic changes that would shed light on possible molecular and cellular mechanisms that underlie adaptive phenotypes. The proposed research aims to analyze these kinds of pseudogenes specific to Sulawesi macaque and each of the seven species.

However, due to the COVID-19 pandemic, we could not go to sample the animals and we for this year we have no results.

2021-B-41 マカクザルにおける骨盤形態の加齢変化

森本直記、川田美風、富澤佑真（京大・理）所内対応者：西村剛

放飼場で飼育されているニホンザルで、1才齢から成体に至るまで多様な年齢階層計33頭を対象に、腰部をX線CT（コンピュータ断層）で撮像し、骨盤の三次元形態データを得た。さらに、様々な年齢層にまたがる102体のアカゲザルの骨格標本の骨盤をCT撮像した。計算機内に骨盤の三次元モデルを作成し、形態観察を進めている。今後、これらデータを用いて、妊娠による骨盤形態の経年変化を出産の有無を加味して解析し、骨盤形態の適応的な年齢変化を明らかにする。

2021-B-42 新生児遺伝子治療の有効性と安全性の検討

三宅弘一（日本医大・医・遺伝子治療学）、松本多絵（日本医大・医・小児科）、三宅紀子（日本医大・医・生化学・分子生物学）所内対応者：高田昌彦

我々は各種遺伝病の遺伝子治療の研究を進めてきており、脳全体の広範な神経変性を伴う、異染性白質ジストロフィー（MLD）や全身の骨形成不全を伴って生後早期に死亡する周産期型低ホスファターゼ症に対して新生児期に欠損酵素を発現するアデノ随伴ウイルス（AAV）ベクターを投与する事により各疾患モデルマウスを使用して良好な治療結果を得ている。今後これらを臨床応用するに当たり大型動物での有用性および安全性の検証は不可欠であり、特に新生児における投与にあたってはより詳細な安全性の検討が必要である。本研究では各疾患の欠損酵素を新生仔霊長類に静脈内投与もしくは筋肉内投与にてその有効性（治療に有効な酵素活性が得られるかどうか？長期間の発現が可能か？など）と安全性（腫瘍形成の有無、免疫反応の有無など）を経過を追って検討し、新生児遺伝子治療の有効性と安全性を明らかにする事を目的としている。昨年度新生仔霊長類の使用が出来なかったため我々は小児期霊長類を用いて低ホスファターゼ症の治療用遺伝子を発現するAAVベクターの筋肉内投与を行い経過を追って有用性と安全性について検討してきた。投与された2頭の小児期霊長類は共に治療用酵素であるアルカリホスファターゼの持続的高発現が認められた。経過を追って観察した生化学的検査では肝機能、腎機能、電解質など異常は認められなかった。AAVベクターの筋肉内投与による低ホスファターゼ症に対する有効性と安全性が示唆された。

2021-B-43 遺伝子改変 iPS 細胞由来造血系細胞の移植による免疫機能細胞再構築に関する研究

金子新（京都大学 iPS 細胞研究所）、塩田達雄、中山英美（大阪大学微生物研究所）、三浦智行（京都大学ウイルス研究所）、入口翔一、岩本芳浩（京都大学 iPS 細胞研究所）所内対応者：明里宏文

iPS 細胞由来造血前駆細胞の生着と免疫再構築の有無、安全性に加え、SHIV 感染の治療モデルとなり得るかを評価する目的として、前年度までに報告していたアカゲザル由来-CCR5 ノックアウト iPS 細胞（ Δ CCR5 iPS 細胞）から分化誘導した造血前駆細胞を SHIV 感染アカゲザルに自家移植実験を行った。

1 頭のアカゲザルにおいて、SHIV 接種 4 週後に感染を確認し接種 6 週後に約 2×10^6 細胞/kg の Δ CCR5 iPS 細胞由来の CD34(+)である造血前駆細胞を自家骨髄内移植を行った。移植後全行程を通じて明らかな有害事象を認めず経過したが、移植後 4 週に末梢血と骨髄、移植後 6 週にリンパ節と直腸生検サンプルの FACS、qPCR 解析を行ったが Δ CCR5 iPS 細胞由来造血前駆細胞の生着は確認できなかった。また SHIV の血中ウイルス量も一般的な経過と比較して明らかな変化を認めなかった。

移植細胞数が不足していた可能性を考慮し、1 度目の倍量となる約 4×10^6 細胞/kg を再移植したが、移植後 4 週の時点で末梢血、骨髄に Δ CCR5 iPS 細胞由来造血前駆細胞を認めなかった。

iPS 細胞由来造血前駆細胞が生着しない原因として造血前駆細胞の質の問題と、移植時に前処置を行わなかったこと、の 2 点を考えた。前者に関して造血前駆細胞の分化誘導法の改善を行い CD34 陽性率が上昇した。改良した分化誘導法で作製した造血前駆細胞を用いて移植前に前処置も行い、2 頭目のアカゲザルで自家移植実験を行う予定である。

2021-B-44 ムコ多糖症自然発症霊長類モデルに関する総合的研究

伊藤孝司（徳島大・院・医歯薬学研）、北川裕之（神戸薬科大・生化学）、月本準、桐山慧、篠田知果、佐々井優弥（徳島大・院・医歯薬学研）所内対応者：大石 高生

霊長類研究所（大石、宮部、兼子ら）との共同研究で、若桜集団の中から発見された IDUA 欠損と特徴的な顔貌、心弁膜症等を伴うムコ多糖症 I 型 (MPS1) 発症個体 (♀20160521 生、昨年度個別飼育室に移動) に対して酵素補充療法の研究を行うために、2021 年度は、徳島大 (伊藤、篠田、佐々井ら) が、糖鎖転移活性をもつエンドグリコシダーゼ Endo-M や Endo-CC 改変体を利用し、ヒト IDUA 組換えカイコ繭からの糖鎖非修飾型 IDUA と、組織細胞内取り込みに必要な末端マンノース 6-リン酸 (M6P) 含有合成糖鎖誘導体を用いて、末端 M6P 含有二分岐型糖鎖と挿げ換えた M6P 型 IDUA を作製した。当該 MPS1 ニホンザル個体に対し、0.58 mg/kg 体重、隔週 1 回、計 6 回の繭由来 IDUA (第 1 クール) 及び M6P 型 IDUA (第 2 クール) の静脈内投与実験を実施した。増生歯肉の減少、肥厚皮膚の柔軟化、日常行動の活発化に加え、M6P-IDUA では尿中へのヘパラン硫酸排泄の有意な減少などの有効性が観察された。また体重減少や重篤な有害事象は無く、これらの安全性が確認された。しかし骨・関節、心弁膜症状に対しては無効であった。

2021-B-45 マカカ属サルにおける扁桃体への皮質下視覚経路の神経解剖学的同定

藤田一郎、稲垣未来男 (大阪大学・院・生命機能) 所内対応者：高田昌彦

霊長類において、潜在的な危険情報の視覚的な検出に皮質下視覚経路が関わると考えられている。しかしながら解剖学的な証拠は乏しい。本研究では、危険情報の処理を担う扁桃体へ越シナプス性逆行性神経トレーサーを注入して入力経路を順番に辿ることで、皮質下視覚経路の解剖学的な実態の解明を目指している。トレーサーが最大でも 2 シナプスしか越えないように実験条件を設定して実験を行った。これまでの解析により視床枕および上丘において扁桃体を始点として逆行性に標識された細胞が存在すること、一方で外側膝状体には標識細胞が存在しないことを確認した。視覚情報が上丘と視床枕を経由して少ないシナプス接続で扁桃体へと伝わること、そして外側膝状体を経由する経路とは独立であることを示唆する結果を得た。今年度は、上丘、視床枕、外側膝状体以外の皮質下領域を解析した。その結果、視蓋前域や境界核、背内側核、膝状体上核、内側膝状体といった複数の皮質下領域で標識細胞を確認した。これらの領域も視覚情報 (あるいは聴覚情報) を扁桃体へ伝える経路を構成していると考えられる。

2021-B-46 CT を用いたニホンザルの頭蓋底と眼窩を通過する血流、及び頭部静脈血還流路に関する研究

澤野啓一 (脈管科学研究所・研究員)、伊藤毅 (進化形態分野・助教)、兼子明久 (人類進化モデル研究センター・技術専門職員)、田上秀一 (久留米大学医学部放射線医学教室・講師)、橋本直子 (人類進化モデル研究センター・技術専門職員) 所内対応者：伊藤毅

今年度も Covid-19 感染症大流行の為、研究には色々制約を受けた。しかし新規の血管造影 CT 撮影を実施出来たし、暦年齢と対比できるように、外表面形態の観察と写真撮影による生物学的年齢についても検討出来た。Adult とそれ以前の段階は、Synchondroses spheo occipitalis の閉鎖の有無で判定できる。より生物学的年齢を細分するには、オスの場合には、Testis の Scrotum への下降状態が適切であると判断した。しかし個体差の比較的大きい問題の検討には、相当数の個体を調査する必要があるため、血管造影 CT 撮影を行った個体数は、目標よりもまだまだ少ない状態である。研究成果は 2021 年 10 月 10-11 日に東京大学で開催された第 75 回日本人類学会大会において「Comparison of Venae cerebri internae, Vena basalis Rosenthalii, etc. between humans and macaques」と題して発表したし、今後の学会発表や論文発表も予定している。Rosenthal の脳底静脈 Vena basalis Rosenthalii (Rosenthal's basal vein) の還流路については、Homo sapiens sapiens (Hss) の多数派が Rosenthal からの Galen への合流型であるのに対して、Macaca fuscata fuscata (Mff) の多数派は Sinus petrosus superior (SPS) などを通して Sinus sigmoideus (Sigmoid sinus) に合流する形式である。Hss では頭蓋内の空間の絶対的体積はるかに大きい為か、少数の Sinus sigmoideus に合流する形式では、左右差個体差が大きい傾向が見られる。この点も、Mff の比較的安定した形式とは異なる点と言えよう。

2021-B-47 類人猿における拇指 (趾) 可動性の非破壊的解析

佐々木基樹 (帯畜大) 所内対応者：平崎鋭矢

過去に撮像したオランウータン 2 頭の CT 画像の詳細な解析をおこなった。オランウータンの第一足根骨 (内側楔状骨) の頭側には、内外方向に伸びた顆状構造が認められ、また背側面では両側が隆起し中央が若干窪んだ構造を呈していた。さらに第一中足骨の第一足根骨との関節面では内外側方向に伸びる溝が認められ、その溝の腹側の隆起は中央に向かって徐々に高くなっていった。後肢の趾を屈曲させたときに、この滑車様の関節面を第一足根骨が第二中足骨に向かって可動したが、最終的に第二中足骨と接することはなかった。第一中足骨腹側の隆起中央の突出部分は、第一足根骨の背側面と接し可能性を失うまでには形態的に余裕があり、第一中足骨における屈曲可動性の限定要因は骨ではなく、腱や結合組織に起因する可能性が考えられる。今後、オランウータン第一趾の足根中足関節周囲の解剖学的検索をおこなえばと考えている。

2021-B-48 異種間移植によるマーマセット受精卵の効率的作成方法の開発研究

笹岡俊邦(新潟大・脳研・動物資源)、福田七穂、小田佳奈子(動物資源)、崎村建司、中務 胞、夏目里恵(モデル動物) 所内対応者: 中村克樹

<目的> 遺伝子改変マーマセットの作製には胚操作のために多くの受精卵の獲得が必須である。また、遺伝子改変動物精子の取得方法の確立も望まれている。そこで私たちは、中村克樹教授より提供を受けた卵巣及び精巣を用いて、異種間移植法を中心とした技術を活用し、マーマセット受精卵生産方法の確立を目指してきた。令和3年度は、他の施設由来の組織を含め、卵巣組織の保存条件と異種間移植の生着率及び成熟卵子取得の関連、精巣組織移植に関する検討をおこなった。

<方法> 提供される卵巣は冷蔵して送付されるが、移送の条件や、私たちの移植準備状況などにより、移植までの時間は一定で無い。冷蔵保存の時間と移植片の生着率、取得卵胞数の関連を、ラット及びマーマセット卵巣を用いて調べた。卵巣は細切し、卵巣除去したヌードマウス腎臓被膜下に移植した。マウスの膈開口を組織生着の目安にし、ホルモン投与により卵胞成熟を促した。また、卵巣組織の凍結保存方法として、緩慢凍結法を検討した。精巣組織は、細切後に雄ヌードマウスの皮下及び精巣組織内にそれぞれ移植し、その生着と精子形成について調べた。

<結果> ラット卵巣の冷蔵保存時間と生着率の検討から、採材2日後までは高効率に生着し、成熟卵胞が取得できることがわかった。また、マーマセット卵巣は、保存期間が長くなると生着率が低下したため、採材後2日以内に移植することが望ましい。また、精巣の移植部位について、マウス精巣内に移植したものは、生着し精巣組織が保たれていた。一方、皮下では時間と共に精巣組織が変性した。今後、本共同研究を進める中で、マーマセット卵子及び精子の取得による高品質受精卵取得法について確立したい。

2021-B-49 肉眼解剖学に基づく霊長類背側肩帯筋の機能とその系統発達

姉帯沙織(東大・院・農)、時田幸之輔(埼玉医大・保健・理学) 所内対応者: 平崎鋭矢

カニクイザル、リスザル、アカタマリンの肩甲挙筋 LS、菱形筋 Rh、腹鋸筋 SV の支配神経の分布を調査した。

カニクイザルは、LS, Rh に C3-6、SV に C6-8 の神経が分布していた。リスザルは、LS, Rh に C3-5、SV に C(5)6-7 が分布していた。タマリンは、LS, Rh に C4, 5、SV に C6, 7 が分布していた。SV に注目すると、第1, 2 肋骨から起始する上部筋束に独立した枝が入ることが多く、カニクイザルとリスザルでは LS 支配神経(C5/6)の分枝が SV 上部へ分布していた。

ヒトでは LS に C3, 4、Rh に C4, 5、SV に C5-7 が分布するとされる。今回観察した種では、SV の支配分節がヒトと比べ低いといえる。LS と SV は、原猿類以前は一続きの筋であったとされる。ヒト LS に分布する神経から SV への筋枝が出ることが報告され、LS と SV 上部は近い部分であるとされている。LS 起始は、カニクイザルで C1-7、リスザル・タマリンで C1-5, 6 横突起だが、ヒトでは C1-4 横突起と尾側部分が消失している。ヒト以外の種で C5 に神経支配を受けるのは、LS の C4-7 横突起起始部であった。よって、ヒト LS の尾側部分は消失するのではなく、SV 上部へ移行したと考察できる。

2021-B-50 代謝プロファイルテストを用いた野外飼育ニホンザルの飼養管理評価

高須正規(岐阜大・応生・獣医) 所内対応者: 岡本宗裕

令和3年度も新型コロナウイルスの影響により、霊長類研究所への訪問が叶わず、実験を速やかに進めることが困難であった。感染拡大を防止しつつも、研究を進めるために、オンラインでのミーティングを持ち、コロナ禍における申請研究の方向を明確にした。

今年度、これまでの研究をまとめ、Primates に Physiological variation in Japanese macaques (*Macaca fuscata*) housed in different outdoor cages evaluated using the metabolic profile test として報告できた (Kaneko A, et al., 2021, 62: 609-615.)。

加えて、本年度、代謝プロファイルテストの応用として、毛サンプル中のコルチゾールを測定することで飼育ニホンザルのストレス度合を明らかにする研究を進めた。現在、これまでに採取したサンプルの解析を進めている段階である。

これまでの共同利用研究で、臨床獣医学的な視点によってニホンザルの飼養環境を評価することが可能となった。今後、飼育下ニホンザルの福祉を向上させるためにも、獣医学的な視点を有する研究を継続する必要があると考えられた。

2021-B-51 ヒト上科動物の数種ロコモーション様式における脊髄賦活化分節の推定

後藤 遼佑(群馬パース大学 リハビリテーション学部)、時田 幸之輔(埼玉医科大学 保健医療学部) 所内対応者: 平崎 鋭矢

ヒト上科動物が四足歩行、二足歩行、垂直木登りをする際の後肢筋電図から脊髄の賦活化分節を推定し、中枢神経系の活動動態についてロコモーション様式間の類似点と相違点を明らかにすることが研究の大きな目的である。それらの解析を行う基礎資料として後肢筋を支配する脊髄分節が各筋について必要で

あるが、非ヒト上科動物の資料が存在しない。本共同利用研究ではそれらの基礎資料を収集するため、チンパンジー、テナガザル等の後肢筋の支配分節を調査する取り組みを行なった。

チンパンジー1 個体、テナガザル2 個体を借用したが、現在はチンパンジー1 個体の解剖の途上であり、テナガザルについてはまだ解剖を実施していない。チンパンジーについては、後肢筋（足部内在筋を除く）へ侵入する末梢神経を同定し、左側の腰仙骨神経叢から筋侵入部までの末梢神経を一括で摘出した。現在、各末梢神経を神経束レベルに分ける精密解剖を進めている段階で、腰仙骨神経叢の第1 から第3 腰神経までの精密解剖を終えた。チンパンジーの後肢筋を支配する脊髄分節の全体像は未だ明らかとなっていないものの、本共同利用研究によって末梢神経から後肢筋の支配分節を特定する方法論が確立されつつあると言える。精密解剖の今後の進捗によって神経支配分節に関する基礎資料を収集したい。

2021-B-52 吸啜窩の発達的变化の種間比較

齋藤 慈子（上智大・総合人間科学・心理）、新宅 勇太（日本モンキーセンター・学術部）所内対応者：西村 剛

母乳育児が推奨される中、現代の母親にとって断乳・離乳の時期は大きな問題となっている。ヒトという霊長類がいつまで授乳をする生物なのかに関して、多くの客観的な情報が提供されることで、離乳や断乳の時期について示唆が得られると考えられる。ヒト乳児の口蓋には、線維質で構成された副歯槽堤により形作られる、吸啜窩というくぼみが存在し、乳児はこのくぼみに乳首を引き込み固定することで、安定した吸啜を行うことができるとされる。この吸啜窩は発達とともに消失するとされるが、吸啜窩の消失という形態発達が離乳という機能発達に関与している可能性がある。この仮説が正しいとすれば、吸啜窩の消失の時期から、離乳時期についての情報が得られる。本研究では、この仮説を検証するために、吸啜窩の消失と離乳との関連を、ヒト以外の霊長類で確認することを目的とした。

昨年度までに、霊長類研究所所蔵のニホンザルの乳児個体上顎骨標本では、ヒトで定義される吸啜窩と同様のくぼみは確認されないこと、また、継時的に撮像されたニホンザルの上顎のMRI データでは、2 歳ごろまで小白歯後ろにくぼみが存在することを示した。このように、上顎の形状から、ニホンザルでは、特別なくぼみを発達させることなく、乳首を固定し、安定した吸啜を行うことができる可能性が示唆された。この結果から、ヒトにおける上顎形態の変化が、吸啜窩を進化させたという仮説が新たに提起されたが、ヒト吸啜窩の発達の変化を十分にとらえた文献が見当たらないことから、ヒト吸啜窩形態の調査も必要であった。そのため、ヒト3-4 歳児の口蓋模型3 点で3D スキャンを行ったが、口蓋奥の形状が計測に耐えうるものではなかった。今後はより低年齢でかつ口蓋深部まで測定可能な模型を収集する予定である。

2021-B-53 Genetic characterization of bitter taste receptors in Sulawesi macaques

Kanthi Arum Widayati (Bogor Agricultural University), Yohey Terai (The Graduate University of Advanced Studies) 所内対応者：今井啓雄

This research aims to characterize genetic information of TAS2R38 taste receptors in seven allopatric species Sulawesi macaques. Previously, we found variation in TAS2R38 and PTC taste perception both within and across four allopatric species of Sulawesi macaques on Sulawesi Island from central to north Sulawesi. In the present study, we characterized the bitter taste receptor TAS2R38 of one species of South Sulawesi macaques *M. maura*. We found that 4 out of 12 individuals are not sensitive to the bitterness of PTC. Nucleotide analysis revealed that the TAS2R38s are intact in all individuals. Three PTC non-sensitive individuals possessed TAS2R38 with intraspecific amino acid substitution at position 123 (R123C). One PTC-non-sensitive individual possessed TAS2R38 with amino acid substitution at positions 117, 130, and 134, which also exist in some individuals of *M. tonkeana* from central Sulawesi. We confirmed the PTC-non-sensitive of the TAS2R38 by a functional assay. This result implies that there are also functional divergences of TAS2R38 in the southern species of Sulawesi macaques and might act as an adaptation to the local environment.

2021-B-54 マカク乳歯歯髄幹細胞移植における再生歯髄の解析

筒井健夫、鳥居大祐（日本歯科大・生命歯・薬理学）所内対応者：鈴木樹理

本年度は、既に採取されている乳歯歯髄幹細胞を三次元培養し、自家移植を計画していた。実際に移植日および採取日についても所内対応者の鈴木樹理先生と協議し予定していたが、オミクロン株感染拡大のため霊長類研究所への来所がかなわなかった。これまでの結果については、論文タイトル「不死化能を自然獲得したアカゲザル乳歯歯髄細胞」として口腔組織培養学会誌へ投稿し受理された (Jpn. J. Tissue Cult. Dent. Res.2021, 30(1), 9-18.)。論文概要は、以下のとおりである。アカゲザルより採取された歯髄細胞を初代培養後、継代培養の過程で不死可能を自然獲得し Population doubling level (PDL) が300 を越えた。細胞の分化誘導を行った結果、アリザリンレッド染色およびオイルレッドO 染色により陽性像が観察され、テロメララーゼ活性は不死化後において有意な活性が解析された。また、SV40 感染については、RT-PCR 解析より陰性であった。染色体核型解析では、PDL3 では正常な核型であったが、PDL304 の核型では細胞によって染色体数に差があり、染色体異常が解析された。本研究より、不死可能を自然獲得

したアカゲザル乳歯歯髄細胞では分化能が示され、歯髄幹細胞を用いた再生医療の研究を進めるために有用であることが示唆された。

2021-B-55 オランウータン口腔粘膜の病理学的解析

添野雄一、中村千晶、佐藤かおり、川本沙也華、田谷雄二、工藤朝雄（日本歯科大・生命歯・病理）所内対応者：宮部貴子

本研究は、国内の動物園でオランウータンの死亡例があった際、粘膜組織および主要臓器の部分試料を得て行うもので、死亡例が無い期間では、各地の動物園における飼育個体の健康状態について情報収集を続けている。令和2年度に引き続き、令和3年度においても、新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止対策のため、代表研究者らは所属大学の行動指針に従って、動物園への立ち入りを要する対面作業を控えた。ただし、他県への移動制限が緩和されたため、本研究課題で計画している病理組織所見のデータベース化と比較解析の基盤構築を進めるための関連試料の収集と標本データの作成を再開することができた。

2021-B-56 飼育下サル類の疾患に関する病理学的研究

平田暁大、酒井洋樹（岐阜大・応生・共同獣医・獣医病理）所内対応者：宮部貴子

平成29年度からの継続研究であり、飼育下でサル類に発生する疾患およびその病態を把握するため、霊長類研究所で死亡あるいは安楽殺したサル類を病理組織学的に解析している。

本年度は新型コロナウイルスの影響により霊長類研究所に向くことが難しかったため、例年に比べて解析した個体数は少なかったが、その中でもニホンザルの貴重な症例について研究会（第29回サル疾病ワークショップ）にて発表した。発表は霊長類研究所の獣医師（教員、技術専門職員）と共同で行った。このニホンザルは、CT検査では肺全域にわたり多発性の結節性病変を認め、解剖時には肺全葉にわたり、数ミリ大から数センチ大まで様々な大きさの白色結節を高密度に認めた。全身臓器の病理組織学的検査により肺の多発性結節性病変は子宮頸部に発生した扁平上皮癌の転移巣であると診断された。肺に結節状病変を形成する疾患は、結核との鑑別を要する点で大きな問題となることがあり、サル類を扱う研究従事者が集まる研究会で有用な情報を提供することができた。

また、例年、サル類の治療を担う霊長類研究所の獣医師とともに臨床病理検討会（CPC、Clinico-Pathological Conference）を行い、臨床医および病理医の立場から意見交換し、各症例の病態および死因の詳細な検討を行っている。今年度は対面での実施が難しかったため、初めてオンラインミーティングを実施し、上述のニホンザル以外の症例についても議論した。

2021-B-57 金華山島のサルの個体数変動に関する研究

伊沢 紘生（NGO 宮城のサル調査会）、宇野壮春、関健太郎、高岡裕大、筒井颯（合同会社東北野生動物保護管理センター）、涌井麻友子（株式会社生態計画研究所）、関澤麻伊沙（総合研究大学院大学・先導科学研究科・生命共生体進化学専攻） 所内対応者：古市 剛史

これまで通り、野生ニホンザルの良好な研究フィールドとして維持・管理に特別な努力をはかりながら、申請時に行った具体的な研究目的は五つで、その成果は以下の通りである。①個体数に関する一斉調査はコロナ禍の中、最大限の感染防止対策を講じつつ秋に実施した。結果は、237頭だった。一方申請した冬の調査は、予定した期間が福島県沖地震と暴風雪に重なって全く動きが取れず4月に延期した。秋の調査の詳細は伊沢の責任でとりまとめ、金華山のサルにこれまで関わりを持ってきた全ての研究者とデータを共有している。②群れごとのアカンボウの出生数と死亡(消失)数は、出生数が例年になく少なくわずか7頭で、そのうち死亡数は秋までに1頭だった。③家系図と④食物リスト作成は群れごとの担当者が随時実施した。⑤遊動域の変更(拡大)は個体数の増加したB₁群で昨年引き続き本年もかなり顕著に見られた。また、6群間の比較生態・社会学的調査は分派行動等に関する調査を実施。その成果は「宮城県ニホンザル」第35号に“特集：金華山のサル・オスの生き方・メスの生き方”として発行した(50項、発行日：令和4年2月)。

2021-B-58 アフロ・アジア地域における新第三紀霊長類化石の研究

國松豊（龍谷大・経営）所内対応者：平崎鋭矢

類人猿も旧世界ザルもその初期進化の舞台はアフリカだったと考えられるが、中新世の間に、まず類人猿が、ついで旧世界ザルがアフリカからユーラシアに分布を広げていった。本研究では、そのような拡散の過程の解明を念頭に置きつつ、ケニア及びタイ出土の中新世霊長類化石を研究対象としている。2021年度もコロナ禍が続いたため、ケニアとタイにおける現地調査は見送らざるをえなかった。そのため、国内でケニアやタイの従来調査で収集した資料やデータの整理と分析を進めた。ケニアに関しては、約1000万年前の中新世後期初頭の化石産地であるナカリと約1500万年前の中新世中期初頭の化石産地であるナチョラから出土した大型類人猿、小型「類人猿」、旧世界ザル、原猿などの化石資料の記載のために整理・分析を続けた。タイに関しては、近年、東北部のナコンラチャシマ近郊から中新世後期のものと推定され

る大型類人猿化石とコロブス類化石が出土しており、これらに関連して、比較研究のために、ヨーロッパ、西アジア、南アジア、東南アジア、東アジアの中新世出土の類人猿化石、旧世界ザル化石に関する資料の収集に努めた。コロナ禍のために国内出張にもまだ制限があったが、感染状況が落ち着いた時期に霊長類研究所を訪れ、化石との比較のため現世霊長類骨格標本の観察を実施した。

2021-B-59 **Genetic Diversity of Strongylid Nematode Communities in Southeast Asian Primates**

Klara PETRZELKOVA (Institute of Vertebrate Biology, Czech Academy of Sciences)

Bethan MASON (Masaryk University); Barbora Pafco (Czech Academy of Sciences); Takayuki Wada (Osaka City University); Takashi Hayakawa (Hokkaido University) 所内対応者 : Andrew MACINTOSH

In this project, we planned for one doctoral student from Masaryk University (Bethan Mason) to visit KUPRI to examine total genomic DNA for Strongylid parasites in primate fecal samples collected in Borneo and Japan. The project aimed to clarify species diversity in Strongylid parasites found in primate communities, and compare those with data in existing libraries. However, COVID-19 restrictions prevented Bethan from coming to Japan.

Instead, we combined forces with a JSPS bilateral project to hold a joint-workshop with our colleagues at Oita University (Keiko MATSUURA, Akira MATSUMOTO, Hideo HASEGAWA) and the Czech Academy of Sciences. The workshop included an online lecture series about NGS tools and interpretation for students in Japan, followed by practical training in a genomics lab in Oita University. Students at KUPRI were able to analyze some of the samples targeted by this cooperative research project, and we now have genomic data for strongyle parasites from multiple Bornean primates and Japanese macaques, waiting to be interpreted via bioinformatics.

This cooperative research project thus facilitated our aims to broaden our understanding of parasite diversity in different primate communities.

2021-B-60 **Early postnatal brain development in humans, chimpanzees, and macaques**

Dr. Emi Takahashi (Harvard Medical School, Boston Children's Hospital, Athinoula A. Martinos Center for Biomedical Imaging, Massachusetts General Hospital), Dr. Tomoko Sakai (National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology, Department of Physiology, Keio University, Japan Agency for Medical Research and Development) 所内対応者 : 湯本貴和

OBJECTIVE: We aim to identify evolutionarily shared and derived patterns of change in cortical folding during typical postnatal development in humans, chimpanzees, and rhesus macaques. To accomplish this, we use longitudinal chimpanzee MRI datasets shared with us via the Cooperative Research Program (B: Individual Research) of the Primate Research Institute, Kyoto University.

ACHIEVEMENTS (COMPLETED): In the past months, we have characterized the relative position of gyral and sulcal structures in longitudinal datasets of typically developing children (humans) under the age of 5, as well as in infant chimpanzees and macaques. This step included the following image processing steps: digital MRI image enhancement, brain segmentation (Fig. 1), binary morphological operations (dilation followed by erosion), convex hull creation (Fig. 2), sulcal delineation and parameterization using B-spline curves (Fig. 3), parametric and intensity-based image registration of longitudinal (intraindividual) datasets (Fig. 4), and cross-species alignment of point sets (semilandmarks) using Generalized Procrustes Analysis (GPA) (Fig. 5).

ACHIEVEMENTS (LARGELY COMPLETED): We then use geometric morphometric techniques to quantify interindividual variation (both within and between species) in cortical morphology in a sample of humans, chimpanzees, and gorillas (Fig. 6) that we have used in the past (Alatorre Warren et al., PNAS, 2019). We are currently expanding this work to analyze longitudinal changes (i.e., changes over time within single individuals) in infant humans, chimpanzees, and macaques. This will allow us to model and compare the early postnatal neurodevelopmental trajectories of the three species in 3D. As an example, we have identified and quantified the major patterns of sulcal variation associated with early brain development in 13 rhesus macaques (Fig 7). The plot below shows that the follow-up scans of all monkeys, with one exception, are shifted towards a similar direction (up and right). In other words, the first two principal components (PC1 and PC2) capture, at least partially, independent modes of sulcal variation during early brain development. Notably, the principal components can be converted back to physical (x, y, z) coordinates so that the patterns of spatial variation in brain sulci captured here can be localized in space (see the light and dark blue sulcal maps describing spatial variation along PC1 and PC2) (Fig. 7).

FUTURE WORK: In the next months, we will quantify the intra- and intertaxon (spatial) covariation in cortical sulcal pattern change (i.e., how changes in the relative position of brain sulci covary with each other) during early postnatal development in humans, chimpanzees, and rhesus macaques. We will also quantify the degree to which changes in gyral and sulcal morphology covary with absolute brain size, both within and across species.

2021-B-61 The Costs of Maternal Investment in Japanese Macaques (*Macaca fuscata*)

Rafaela Takeshita, Emilee Hart, Emily Curtis (Kent State University) 所内対応者：宮部貴子

Due to the COVID-19 pandemic, the investigators were not able to travel to Japan to collect data. As a contingency plan, the budget was used to purchase a T3 ELISA kit to measure triiodothyronine (T3) from Japanese macaque feces. The samples have been previously collected by the PI (Takeshita) and are currently stored at Takeshita lab (Kent State University). We plan to analyze the samples this year.

2021-B-62 霊長類の脊柱構造に関する進化形態学的研究

中務真人、富澤佑真（京都大学・院・理）所内対応者：西村剛

ヒトと類人猿の運動器官進化研究において、腰部脊柱の形態進化は大きな関心を集め、いわゆる long-backed 説と short-backed 説の間で活発な議論が行われている。化石資料において同一個体の腰椎全てが保存されることはきわめて稀であり、long-backed か short-backed かを絶滅霊長類について議論する上で、腰椎横突起の位置が利用されてきた。腰椎横突起の位置（起始の位置が椎体よりか、あるいは椎弓よりか）は、横突起に付着する固有背筋の相対的なサイズと関係すると仮定され、その位置が腹側よりであればよく発達した固有背筋を持つ long-backed 種と考えられた。しかし、この関係を数量的に検討した研究は存在しない。そこでこの仮説の妥当性を検証することを目的として共同利用研究を行った。類人猿と旧世界ザルの液浸標本約 40 個体を CT 撮影して固有背筋の断面積を計測した。結果を体重で正規化し種間比較したところ、第 1 腰椎のレベルでは、チンパンジーはオナガザル類（ヒヒ族）よりも高い値を示す一方、下位レベルでは、その関係が逆転し、唱えられている仮説を支持した。最下位腰椎レベルでは、腰椎が左右の腸骨間にとられることから、オナガザル類も低い値を示した。この結果は横突起の位置と固有背筋サイズは関連すること、腰椎の位置によってその関係が変わりうることを示した。

2021-B-63 隠蔽的・警告的な色彩のヘビの検出にリスザルの色覚型が及ぼす影響

西川真理、河村正二（東京大学）所内対応者：半谷吾郎

本研究では、ポリピアリスザルを対象として、3色型色覚と2色型色覚における顕在色と隠蔽色の物体の発見効率を比較することで、それぞれの色覚型の有利性を調べ、それぞれの色覚型の適応的意義を検証することを目的とした。今年度は新型コロナウイルス流行の影響により、ポリピアリスザルを飼育している日本モンキーセンター（JMC）における行動観察の条件が整わなかった。そのため、予備観察として警告色をもつヘビを模した模型に対するリスザルの反応について調べた。この予備観察では、JMC 内にあるリスザルの島の中にヘビ模型を設置し、最初に警戒声を発した個体、発声場所と模型までの距離、および発声継続時間をビデオカメラで記録した。DNA 試料の収集には、非侵襲的な方法として殻付きピーナッツを用いる予定であったが、対象個体は若齢のためピーナッツを独占して食べることができないと予想された。そのため、DNA 試料の収集は来年度に延期することにした。ヘビ模型を設置した背景となる植物の葉と落葉を収集し、分光光度計を用いて反射率の測定をおこなった。今後は、予備観察から得たリスザルの反応を分析し、来年度以降の本観察にむけて備える予定である。

2021-B-64 新規 GPI アンカー型タンパク質を介した精子選別機構の解明

近藤玄（京大・医歯研）、信清麻子（広島大・動物施設）、柳川洋二郎（北大・院・獣医）、渡邊仁美（京大・医歯研）所内対応者：岡本宗裕

これまでの研究で、我々はサル精巣および精子からタンパク質を抽出し、ウエスタンブロッティング解析を行ったところ、サル精巣では研究対象としている新規 GPI アンカー型タンパク質 SpGPI-AP が検出されたものの精子では全く検出されず、マウスと異なり、SpGPI-AP は精子を機能分別するマーカーとなることが判明した。そこで本年度は、サルにおける精子分別マーカーを、約 300 種類のモノクローナル抗体を用いて探索した。蛍光標識されたモノクローナル抗体を活性化前後のサル精子と反応させ、FACS 解析を行ったところ、ある一つの GPI アンカー型タンパク質を含む 4 種類の分子が精子の活性化とともに精子表面に露出することが判明した。このことからマウス精子と同様、サル精子でも表面分子の局在変化によって精子集団が分別することがわかった。

2021-B-65 ヒトの高次認知機能の分子基盤解明を目指した比較オミックス研究

郷康広（自然科学研究機構・生命創成探究センター）所内対応者：大石高生

ヒト精神・神経疾患の霊長類モデル動物の開発のために、マカクザルを対象とした実験的認知ゲノミクス研究を行った。令和 3 年度は霊長類研究所において実施される健康診断時の採血の機会を利用し、ニホンザル 178 個体の血液試料のサンプリングを行った。令和 2 年度に同様に採取したニホンザル 184 個体、アカゲザル 73 個体の血液試料と合わせて合計 435 個体の血液から DNA を抽出し、次世代シーケンス解析用のライブラリ作成を全サンプルに対して行った。ヒト精神・神経疾患関連遺伝子（503 遺伝子）を解析対象とし、435 個体における遺伝子機能喪失（Loss-of-Function:以下 LoF）変異保有個体の同定を行った。

その結果、統合失調症などへの関与が示唆されているニコチン性アセチルコリン受容体 (CHRNA5) やアセチルコリン合成酵素 (CHAT) をコードする遺伝子に機能喪失変異を持つ可能性のある個体を複数同定した。アセチルコリンやニコチンは、マウスにおいて社会行動に関与することが報告されている。今後は、これらの変異個体の行動解析などを行っていく予定である。

2021-B-66 自律的に歩容遷移を行うマカク四足歩行モデルの開発

長谷和徳、吉田真 (都立大・システムデザイン) 所内対応者：平崎鋭矢

本研究では、従来より開発を進めていた関節動態や神経系の運動制御機構などを考慮したマカク類の四足歩行のコンピュータ・シミュレーションモデルに加えて、組み立て式小型ロボットを用いてマカク類の身体力学系を模擬した実機モデルを新たに作成し、実環境におけるロボット四足歩行を実現することで、コンピュータ上のシミュレーション結果を検証し、それらを通して霊長類進化過程における身体運動と力学環境の影響の理解を目指した。

本年度、ロボットモデルにおいては、身体、特に体幹部の傾斜角度や手・足部の接地の状態など、ロボットの実運動の状態に応じて歩容を柔軟に変更可能とするため、いくつかの物理センサ (タッチセンサ、加速度センサ) とそれを制御するためのマイコンボード (Arduino Uno) を導入した。シミュレーションモデルにおいては、今後のシステムの改良や応用の容易にするため、バイオメカニクス研究分野で広く利用されている OpenSim と呼ばれる筋骨格モデル作成に特化したソフトウェアをプラットフォームとして利用することとした (図1)。現状としては従来の自作プログラムの移植中の段階だが、合わせてシミュレーション計算式の問題点について洗い出し、今後のモデル開発を効率化するソフトウェア環境を整備することができた。

2021-B-67 チンパンジーにもトライポフォビアは生起するのか

伊村知子 (日本女子大・人間社会・心理)、鈴木千春 (日本女子大・院・人間社会・心理) 所内対応者：足立幾磨

我々は、ハスの花托や蜂の巣のような穴や円形物体の集合体に強い不快感を感じる。この現象は、集合体恐怖あるいはトライポフォビア (Trypophobia) と呼ばれる (Cole & Wilkins, 2013)。円形物体の集合体が皮膚病を連想させることや、ヘビやクモなどの有毒生物の画像と共通の空間周波数特性を持つことから、感染症や危険生物の回避との関連が示唆されてきた。本研究では、チンパンジーを対象にトライポフォビアの進化的基盤について調べることにより、トライポフォビアを生起させる要因について明らかにすることを目的としている。

本年度は、チンパンジー8個体 (オス3個体、メス5個体) を対象に、集合体画像および中性画像 (穴を含むが集合体を形成しないもの) に対する注視反応をアイトラッカーにて計測した。実験では、Le, et al. (2015) と同様の集合体画像20枚と中性画像20枚を1枚ずつ3秒間提示し、各画像に対する注視潜時と注視時間を分析する。1日につき8試行を1セッションとし、合計5セッション実施した。画像提示に伴う馴化を考慮し、セッションの間隔は3,4日あけた。チンパンジーにもトライポフォビアが生じるのであれば、中性画像よりも集合体画像で注視潜時がより長く、注視時間がより短くなることが予想される。

2021-B-68 Intestinal protozoa infecting primates in the Lower Kinabatangan Wildlife Sanctuary, Malaysia

Surdensteeve PETER (Institute of Tropical Biology and Conservation, Universiti Malaysia Sabah)

Noor Haliza HASAN (Universiti Malaysia Sabah) 所内対応者：Andrew MACINTOSH

In this project, Surdensteeve PETER planned to visit KUPRI to work with samples he previously collected from primates in Sabah, Malaysia, to identify the protozoan parasites *Giardia* sp. and *Cryptosporidium* sp. from fecal samples. Unfortunately, due to COVID-19 restrictions, he could not travel to Japan. Instead, host Andrew MacIntosh and graduate student Abdullah Langgeng worked on the samples.

We used ELISA kits and molecular diagnostics to screen for these parasites in a subset of samples. ELISA showed that both *Cryptosporidium* and *Giardia* are present in long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) and proboscis monkeys (*Nasalis larvatus*) in the Kinabatangan river region of Sabah, Malaysia, confirming earlier results using rapid immunochromatographic tests in the field. PCR detected samples positive for *Cryptosporidium* using specific primer sets, but sequencing has so far failed to provide concrete identification.

We will continue to work on these samples and plan to produce a manuscript this coming year on our results. Both *Cryptosporidium* spp. and *Giardia* spp. are known pathogens of wildlife, as well as domestic animals and humans, so these results also provide practical information in an ecosystem where all of these players interact with variable frequency and with unknown consequences.

2021-B-69 前後肢遠位部運動器の系統発生を形態学的に解析する

荒川高光 (神戸大学大学院 保健学研究科) 江村健児 (姫路獨協大学) 所内対応者：平崎鋭矢

共同利用研究で貸与を受けたフクロテナガザル、ニシローランドゴリラ、ニシチンパンジーの固定標本を用いて浅指屈筋とヒラメ筋の筋束構成と支配神経パターンを調査した。その結果、ニシローランドゴリラとニシチンパンジーの浅指屈筋の筋束構成は互いに似ているが、ヒトでの報告とは異なることが明らかとなった。また、支配神経の筋内分布パターンは、筋束構成の違いにかかわらず一定の共通性がみられた。フクロテナガザルのヒラメ筋の筋束構成と支配神経は、ニシローランドゴリラ、ニシチンパンジーに比べて単純化していた。これらの成果は第 36 回・37 回日本霊長類学会大会、第 127 回日本解剖学会全国学術集会で発表した。また成果をまとめた論文を執筆中である。

2021-B-70 一卵性多子ニホンザルの作製試験

信清麻子、外丸祐介（広島大・自然センター）、畠山照彦（広島大・技術センター）所内対応者：岡本宗裕

本課題は、動物実験に有用な一卵性多子ニホンザルの作製を目指すものであり、これまでに生殖工学基盤技術の検討に取り組むことで、「卵巢刺激→体外受精→受精卵移植」により産子を得るための再現性の高い技術を確認し、多子ではないものの受精卵分離胚移植による産子獲得、また別種であるカニクイザルへの受精卵移植により、正常なニホンザル産子を得ることに成功しレシピエントしての有用性を確認し、一卵性多子ニホンザルの獲得に向けた基盤が十分に築かれた状況にあるが、現在までに双子以上の多子を得ることはできていない。

過去の産子獲得をした条件を検討したところ、新鮮な胚よりも状態が悪いとされている凍結した分割胚でも、産子を獲得していた例があり、産子獲得においては、胚だけでなく移植個体の状態も大きな要因となると考えた。

そこで、2021 年度は、移植個体をより良い状態に保つため、個体に可能なかぎりストレスをかけないよう、移植個体は血中ホルモン測定などは行わず、メンス情報のみで性周期を把握することとした。候補であるの 24 頭のメンス状況を 10 月から確認し、4 頭の移植個体を選抜した。実験日程についても、繁殖期が短い屋内飼育動物の状態に合わせて、2 月末から 3 月初旬に絞って実験を計画した。

しかしながら、実験を予定していた期間（2 月 24 日～3 月 2 日、3 月 2 日～3 月 8 日）は、広島大学の新型コロナウイルス感染拡大防止に係る対策により、県外への移動制限や移動後の自宅待機（移動日含めて 2 日間）等が求められたことから、実験を実施することが不可能であった。

2021-B-71 霊長類の循環器系加齢誘引疾患に関する研究

鯉江洋（日本大・獣医生理学/病態生理）、揚山直英（医薬基盤・健康・栄養研究所 霊長類医科学研究センター）、中山駿矢、白仲玉（日本大・獣医生理学/病態生理）、澤田悠斗（予防衛生協会）、中村紳一郎、塚本篤士（麻布大学・実験動物学研究室）所内対応者：宮部貴子

申請者はこれまでにカニクイザルやニホンザルなどサル類の循環器疾患を中心に研究を行ってきた。サル類は人と解剖学的構造及び生理学的機能が近いこと、特に循環器疾患領域で人医学への貢献が期待されている。今年度は従来の研究を継続し、「各種霊長類の発達と加齢に関する総合的研究」分野に申請を行った。今回の研究では、これまでに獣医臨床学的手法を用いた評価により各種循環器疾患を診断し、それら個体の組織材料を対象に病理組織学的検索を行った（図参照）。その結果、拡張型心筋症および肥大型心筋症を発症した個体が存在する事が明らかとなり、その一部が家系性を有する事も示唆された。本研究の結果は人とサル類を含めた霊長類全般の循環器疾患研究に大変有用であると考えられる。

申請者らはそれらの解析結果やデータをまとめ、第 29 回サル類疾病ワークショップおよび第 164 回日本獣医学会にてオンライン発表を行った。その発表に際し、データ解析や予演会等の打ち合わせをオンラインで共同研究者らと行った。発表内容はこれら貴重な心筋症発症個体の詳細な病態解析を中心に行った。本研究で得られた基礎及び臨床データは、獣医循環器分野や霊長類研究のみならず、人医学においても、大変重要な成果だと思われる。引き続き、これらニホンザルに認められた貴重な家系性循環器疾患の研究を継続したいと考えている。

7.2.3 随時募集研究

2021-C-1 COVID-19 の性感染症可能性の組織学的検討

森山隆太郎（近畿大・理工）所内対応者：鈴木樹理

マカク雄生殖系組織を用いて ACE2 受容体免疫陽性な生殖関連細胞が存在するか観察した結果、精巣のライディッヒ細胞、精母細胞周囲および精細胞周囲が ACE2 受容体免疫陽性であった。TMPRSS2 免疫陽性細胞を観察した結果、精巣のセルトリ細胞、精巣上体頭部・体部・尾部にある精巣上体管周囲の上皮細胞、精囊、前立腺および尿道球腺の腺腔を囲む上皮細胞が TMPRSS2 免疫陽性であった。NPR1 免疫陽性細胞を観察した結果、精巣では精細胞が強い免疫陽性で、精母細胞が弱い免疫陽性であった。精巣上体では頭部・

体部・尾部にある精巣上体管周囲の上皮細胞、精嚢、前立腺、尿道球腺の腺腔を囲む上皮細胞、さらに陰茎を含む全ての部位の血管内皮細胞が免疫陽性であった。また、FURIN 免疫陽性細胞を観察した結果、精巣の精細胞、精巣上体頭部・体部・尾部にある精巣上体管周囲の上皮細胞、精嚢、前立腺および尿道球腺の腺腔を囲む上皮細胞が免疫陽性であった。次に雌の組織で ACE2 受容体免疫陽性な生殖関連細胞が存在するか観察した結果、どの組織においても免疫陽性細胞は観察できなかった。同様に TMPRSS2 免疫陽性細胞を観察した結果、卵巣の間質細胞が TMPRSS2 免疫陽性であった。さらに、NRP1 受容体免疫陽性細胞を観察した結果、卵巣の間質細胞と子宮、膣、クリトリスの分泌上皮細胞であった。

RT-PCR 法により雄生殖系組織における mRNA 発現を同定した結果、ACE2 受容体 mRNA 発現組織は精巣のみであり、TMPRSS2、NRP1 および FURIN mRNA 発現組織は精巣、精巣上体頭部・体部・尾部、精嚢腺、前立腺、尿道球腺、陰茎であった。さらに、雌生殖系組織における mRNA 発現組織を同定した結果、ACE2 受容体 mRNA 発現組織は観察できず、TMPRSS2 と NRP1 mRNA 発現組織は卵巣、子宮、膣、クリトリスであった。

これらの結果は、SARS-CoV2 が霊長類の生殖組織に直接感染しないことを示唆するものである。

2021-C-2 チンパンジーにおける位取り記数法の学習と作業記憶における加齢効果

村松明穂、山本真也（京都大・高等研）所内対応者：足立幾磨

本研究の目的は、①ヒトにおける数の概念的進化的基盤を探ること、②発達・加齢がチンパンジーの作業記憶に与える影響を明らかにすることである。飼育チンパンジーを対象に、タッチモニタを用いたコンピュータ課題による実験的研究を行った。

数の概念に関する研究では、アラビア数字の系列 1 から 9 について学習済みのチンパンジーを対象に、前方・後方に系列を延長し、数系列 0 から 19 の学習と定着を試みた。すべての個体で数系列 0 から 19 を学習できたが、10 以降への延長前に「基数」「0」を学習する必要があることが示唆された。今後は、20 から 99 までの般化テストによって、十進法の表記ルールの学習について確認することが望まれる。

作業記憶に関する研究では、過去 17 年間の作業記憶に関する課題のデータを各記憶媒体などから回収した。また、各作業記憶課題について、現時点でのデータを取った。年齢ごとに個体内・個体間で比較した結果、チンパンジーの作業記憶能力は、課題によっては 10 代半ばで低下し始めることが分かった。今後、20 代でのデータを収集・分析することが望まれる。さらに、作業記憶の新規課題では、最も成績の良い個体でも、10 個以上の刺激の情報の一瞬での記憶・利用は難しいことが分かった。

2021-C-3 サルレトロウイルスと Syncytin 遺伝子による ASCT 分子の共進化

宮沢孝幸（京都大学医生物学研究所附属感染症モデルセンターウイルス共進化分野）、北尾晃一、庄司日和（京都大・院・医）所内対応者：岡本宗裕

令和 3 年度では①霊長類研究所所蔵資料から受容体と syncytin 遺伝子のクローニング、②受容体と Syncytin タンパク質の細胞融合活性の測定を行った。

①資料からの受容体と syncytin 遺伝子のクローニング

分与された霊長類の血液サンプル（フサオマキザル全血、ヨザル全血）から RNA を抽出後、今年度はフサオマキザル、ヨザルの cDNA 合成を行い、ASCT1/2 及び MFSD2 の遺伝子を PCR で増幅した。また、ゲノム DNA から Syncytin 遺伝子のクローニングも行った。

②クローニングした受容体と Syncytin タンパク質の細胞融合活性の測定

ASCT1/2、MFSD2 受容体発現プラスミドをヒト胎児腎細胞(HEK293T)に導入し、同時に Syncytin 発現プラスミドも導入した。細胞融合依存的ルシフェラーゼアッセイで細胞融合レベルを定量し、異種間での受容体-syncytin 相互作用の度合いを定量した結果、種ごとに融合活性に差があることが明らかになった。また、受容体のアミノ酸配列を解析したところ、syncytin と相互作用する部位において変異が蓄積していることが明らかになった。

2021-C-4 オランウータンの遺伝性白質ジストロフィーの病態解明

内田和幸、チェンバーズ・ジェームズ、高市雄太（東京大学農学生命科学研究科・獣医病理学研究室）所内対応者：宮部貴子

千葉市内の動物公演にて飼育されていた 33 歳のオランウータンにみられた大脳白質ジストロフィーについて、臨床・病理所見および原因遺伝子を検討した。

症例はボルネオオランウータン、雄。1988 年に国内で生まれ、人工保育で飼育。2019 年に慢性的な鼻炎症状を示し、抗生剤を投与。嘔吐することもあった。2020 年 5 月頃から左後肢の跛行、第 2・3 指の伸展を認めた。9 月に測定過小を認め、徐々に悪化。12 月に前肢の震え、2021 年 1 月に転倒を認めた。2021 年 2 月に頭部および右前肢の不随意運動を繰り返し、翌日死亡。解剖時に上顎切歯における重度の齲蝕。喉頭嚢に食渣および混濁した液体が貯留。肺は退縮不良、水腫性。腹腔内臓器が一部で線維性に癒着。大脳は、脳溝が軽度で拡大し、固定後の断面にて両側性、多巣状に白質の退色を認めた。病理組織学的には

大脳の LFB-HE 染色標本にて、白質における広範なミエリン脱落を認めた。同領域には、スフェロイドおよび肥満星状膠細胞が多見され、それぞれ免疫染色で Neurofilament および GFAP に陽性であった。また、肥満星状膠細胞の細胞質に褐色顆粒を認めたが、同色素は自家蛍光を示し、PAS 反応および LFB に陽性、トルイジンブルー染色で異染性なし、免疫染色では Ubiquitin 陰性であった。この顆粒は超微形態学的に高電子密度の凝集物から成り、ミエリン様の物質も混在して観察された。また心筋の多巣状壊死および線維化、誤嚥性肺炎も認めた。

以上の所見から本症例を大脳白質ジストロフィーと診断した。本症例では、感染症を示唆する所見は認められず、病変の分布および給餌内容から代謝性疾患の可能性も否定的であった。スフェロイドおよび肥満星状膠細胞に色素沈着が観察されたことから、ヒトの Adult-onset leukoencephalopathy with axonal spheroids and pigmented glia (ALSPP) に相当する遺伝性疾患であると考えられた。霊長研にて保管されたサンプルも利用し、原因遺伝子の検討を行い、複数の候補遺伝子が確認されたが、サンプル数が少なく決定には至らなかった。

2021-C-5 マカクサル網膜を用いた網膜組織培養系の確立

西口康二、川野健一、藤田幸輔、小柳俊人（名古屋大・院・医）所内対応者：高田昌彦

京都大学霊長類研究所にてドナーとなる霊長類の眼球を、実験殺の後にすみやかに摘出し、採取した眼球を低温にて名古屋大学に輸送した。神経網膜を分離し、3mm のバイオプシーパンチを用いて両眼の神経網膜全体からパンチを採取した。

予備実験としてマウス網膜を用いて網膜組織培養系の確立のため、1.2%B27 添加、1%N2 添加、0.8mM l-グルタミン添加 Neurobasal®-A 培地、2.DMEM/F12、3.DMEM/F12+10%ウシ胎児血清の3種類の培地構成で検討した。網膜パンチは、トランスウェルの上に、膜を湿らせるのに十分な培地を用いて静置し、網膜外側（光受容体側）を上にしたものと下にしたもので検討した。膜に組織が接着させるために組織を一旦インキュベート（37℃、5%CO₂）した後、膜の下に培地を注意深く加え、組織をインキュベートした。培地は2日に一度交換した。2週間・4週間で組織を回収し、組織学に検討した。その結果、1.2%B27 添加、1%N2 添加、0.8mM l-グルタミン添加 Neurobasal®-A 培地が最も適していることが分かった。

同様にサル網膜にて 1.2%B27 添加、1%N2 添加、0.8mM l-グルタミン添加 Neurobasal®-A 培地を用いて、1週間・2週間・4週間で組織を回収し、組織学に解析した。その結果、マウスと同様に長期間の網膜組織培養が可能となった。今後さらに検討していく予定である。

2021-C-6 法科学的試料における定量PCRを用いた人獣鑑別

中川俊史（愛媛県警察本部・科学捜査研究所）所内対応者：今井啓雄

霊長類のサンプルを用いて、人獣鑑別法を開発した（詳細については論文準備中のためここでは非公表）。

2021-C-7 下北半島ニホンザルの外来種交雑に関する研究

川本芳、羽山伸一、近江俊徳（日本獣医生命科学大学）所内対応者：田中洋之

下北には 1952 年頃に輸入され半島基部で放し飼いされるタイワンザルがいた。交雑が危惧され、母群は 2004 年に全頭捕獲され消滅している。一方、下北半島では農作物被害等の軋轢が深刻化し、2012 年以降は個体数調整が行われている。本研究では有害捕獲個体を分析し、外来種交雑の影響が残るかを検討した。タイワンザル母群（69 個体）、下北半島のニホンザル（305 個体）を分析した結果、mtDNA の分子系統解析から出自は台湾南部の寿山（Shoushan）と推定できた。Y 染色体のマイクロサテライト DNA の分析からは、5 種類の Y 染色体タイプが区別でき、この分類により外来種母群へのニホンザル移入は確認できたが、ニホンザル側への遺伝子浸透の証拠は認められていない。房総のアカゲザル交雑調査で開発した常染色体一塩基多型（SNP）による交雑分析法を改良し（交雑度検出感度 2.6%）タイワンザルに応用したところ、母群内では一部（3/69=4.3%）が強く交雑（交雑度 30~50%）していた。ニホンザル側の調査は継続中で、これまで分析した 62 個体では常染色体標識でも交雑の証拠は認められていない。

2021-C-8 大型類人猿の肩関節、特に烏口突起を中心とした軟部組織の線維走行に関する研究

磯貝純夫（岩手医科大学・解剖学講座・人体発生学分野）、田頭一志（岩手医科大学・研修生）、荒川高光（神戸大学大学院・保健学研究科）、江村健児（姫路獨協大学）、櫻屋透真（神戸大学大学院）所内対応者：平崎鋭矢

共同利用研究で貸与を受けた、フクロテナガザル、ニシチンパンジーの固定標本を用いて、肩関節特に烏口突起に付着する小胸筋、烏口腕筋、上腕二頭筋短頭、烏口上腕靭帯、烏口鎖骨靭帯、烏口肩峰靭帯、またその周囲の鎖骨下筋、大胸筋などの付着形態、繊維の走行をピンセットとメスによる一般的な肉眼解剖学的手法で剖出し、スケッチとデジタル画像で記録する。

2021-C-10 FUS 抑制マーモセットモデルにおける高次脳機能解析

石垣診祐、遠藤邦幸、岩出展行、金侑璃、瀧澤雅恵(名古屋大学大学院医学系研究科) 所内対応者: 中村克樹
確率逆転学習課題を基盤とした新規高次脳機能評価指標開発

作出した尾状核特異的 FUS KD マーモセットおよび control マーモセットの、injection 後 1 年および 2 年の確率逆転学習課題を継続し、時系列的な変化の解析を進めた。その結果、 β (逆温度) の時系列変化を FUS KD マーモセットと control マーモセットと比較した場合、AAV injection 後 6 ヶ月、1 年の時点で FUS KD マーモセットでは有意に β が上昇することが明らかになった。野生型マーモセットの確率逆転学習課題のための訓練を開始した。課題のプロトコルが学習成立に与える影響を評価するために、施設間で異なるタスクの成功率評価をそれぞれの手法(10 回単位、30 回単位)で再解析し、評価結果に差異がないことを確認した。尾状核特異的 FUS KD マーモセットを追加作出するため、AAV injection 前の確率逆転学習課題訓練を開始した。

摂食行動指標開発

野生型マーモセットを用いて、摂食行動様式の定量法を作出するために、ガムを給餌瓶に充填しケージの前面 4 箇所を設置し、ガムを摂取する様子を動画撮像して摂食様式の定量化をはかる実験に着手した。動画から給餌瓶へアプローチする行動を、DeepLabCut によって定量化するパイプラインを preliminary に作成した。

2021-C-12 霊長類の着床機構の解明

依馬正次、岡村永一、武藤真長、松本翔馬(滋賀医科大学) 所内対応者: 今井啓雄

胎盤の正常発生は胎仔の成長を保証し、出生児の体重にも直接的に影響することから、ゴリラなどの大型類人猿から小型の霊長類まで胎盤の構造が一つの体重決定因子であると推測されている。しかし、胎盤発生を個体レベルで研究するのは侵襲性の高い実験が求められるため、実施が困難である。そこで申請者は、子宮と胎盤をそれぞれ模倣するオルガノイドを作成し、人工着床系を構築することを試みてきた。具体的には、ヒトおよびカニクイザルの子宮から子宮内膜の特性を忠実に反映する子宮内膜オルガノイドを作成することに成功している。さらに、胚盤胞由来の胎盤幹 (Trophoblast Stem) 細胞を子宮内膜オルガノイドと反応させることで両者間で低頻度ながら接着反応が起こることを見出し、着床の初期反応を模倣していることが期待されている。本申請では、代表的な類人猿であるチンパンジーとゴリラ、マカク属のアカゲザルの子宮から子宮内膜オルガノイドを樹立、胎盤からは TS 細胞を樹立し、各霊長類の着床過程を模倣する人工着床系を構築することを目的とする。

本年度はインド産のアカゲザル 2 頭から子宮と繊維芽細胞の供給を受け、これまでに子宮オルガノイドの作製を行った。

7.3 令和 3 年度で終了した計画研究

霊長類の先進的遺伝子改変モデルを用いた神経ネットワークの構造と機能の解明

実施期間: 令和 2~3 年度

課題推進者: 高田昌彦、大石高生、宮地重弘、井上謙一

共同利用・共同研究の計画研究のひとつとして、令和 2 年度より 2 年間の予定で、研究会題目と同じ「霊長類の先進的遺伝子改変モデルを用いた神経ネットワークの構造と機能の解明」と題した研究課題を立ち上げた。当該計画研究では、多様なウイルスベクターシステムや光遺伝学・化学遺伝学的技術により作出した先進的遺伝子改変モデルを用いて、マカクザルやマーモセットなどの霊長類動物における神経ネットワークの構造と機能の解明に迫ることを目的とした、先進的かつ独創的な多数の共同利用研究を推進した。2 年間の採択課題は以下のとおりで、令和 2 年度末と 3 年度末の 2 回にわたり、本計画研究に関わる共同利用研究会を開催した。研究会では、高次脳機能や精神・神経疾患に関する多様な研究を意欲的に展開している研究所内外の研究者(特に中堅・若手研究者)から最新の研究成果を紹介していただき、活発な情報・意見交換を行うことができた。

研究実施者

<令和 2 年度(2020)>

- A-3 複数骨格筋への単シナプス性発散投射構造の解剖学的同定(関 和彦)
- A-4 サル内側前頭葉を起点とする領域間回路の解析とうつ病モデルの創出(筒井 健一郎)
- A-6 脳活動制御とイメージングの融合技術開発(南本 敬史)
- A-7 ウイルスベクターを利用した経路選択的操作技術による霊長類皮質—基底核—視床連関回路の機能解明(小林 和人)
- A-8 マカクザル前頭極の多シナプス性ネットワークの解明(石田 裕昭)
- A-9 霊長類脳の全細胞イメージングと神経回路の全脳解析(橋本 均)

- A-10 視覚の充填知覚を司る情報処理機構の探索 (小松 英彦)
- A-11 遺伝子導入法による大脳基底核疾患の病態に関する研究 (南部 篤)
- A-14 行動制御における皮質下領域の機能解析 (田中 真樹)
- A-15 マカクザル外側手綱核の神経連絡 (松本 正幸)
- A-16 霊長類の皮質-基底核-視床ループの形態学的解析 (藤山 文乃)
- A-18 神経路選択的トレーシング法による社会脳ネットワークの解析 (二宮 太平)
- A-20 意欲が運動を制御する神経基盤の解明 (西村 幸男)
- A-21 判断を可能にする神経ネットワークの解明 (宇賀 貴紀)
- A-23 霊長類島皮質の神経ネットワークに関する解剖学的研究 (上園 志織)

<令和3年度 (2021) >

- A-13 霊長類の皮質-基底核-視床ループの形態学的解析 (藤山 文乃)
- A-14 化学遺伝学による霊長類セロトニン神経機能の解明 (南本 敬史)
- A-15 マカクザル外側手綱核の神経連絡 (松本 正幸)
- A-17 行動制御における皮質下領域の機能解析 (田中 真樹)
- A-18 サル内側前頭葉を起点とする領域間回路の解析とうつ病モデルの創出 (筒井 健一郎)
- A-19 神経路選択的トレーシング法による社会脳ネットワークの解析 (二宮 太平)
- A-20 マカクザル前頭極の多シナプス性ネットワークの解明 (石田 裕昭)
- A-22 判断を可能にする神経ネットワークの解明 (宇賀 貴紀)
- A-23 意欲が運動を制御する神経基盤の解明 (西村 幸男)
- A-26 ウイルスベクターを利用した経路選択的操作技術による霊長類皮質-基底核-視床連関回路の機能解明 (小林 和人)
- A-27 霊長類脳的全細胞イメージングと神経回路の全脳解析 (橋本 均)
- A-29 霊長類島皮質の神経ネットワークに関する解剖学的研究 (上園 志織)
- A-30 α シヌクレイン過剰発現モデルサルを用いたパーキンソン病の病態生理の解析 (南部 篤)
- A-34 複数骨格筋への単シナプス性発散投射構造の解剖学的同定 (関 和彦)
- A-39 類人猿の音声コミュニケーションの根底にある遺伝基盤の解明 (五藤 花)

霊長類資・試料を用いた分子細胞研究

実施期間：令和2~3年度

課題推進者：今井啓雄、古賀章彦、岡本宗裕、今村公紀、明里宏文

本計画研究では、所蔵資・試料の活用を目指して、多数の共同利用研究を実施した。2年間の採択課題は以下のとおりで、令和3年度末には、本計画研究に関わる共同利用研究会を開催した。研究会では、iPS細胞や霊長類個体由来の試料を用いた実験など、多様な研究を意欲的に展開している研究所内外の研究者から最新の研究成果を紹介していただき、活発な情報・意見交換を行うことができた。

研究実施者

<令和2年度 (2020) >

- A-1 オルガノイド培養系を用いた霊長類消化器官の機能解析
- A-2 霊長類の生理機能季節変化の分子基盤の解明
- A-5 Phylogenetic genomics and adaptive evolution of the genus *Trachypithecus*
- A-12 Analysis of microRNA derived from long interspersed nuclear element (LINE) in primates
- A-13 グエノン類の混群形成メカニズム解明のための遺伝マーカーの検討
- A-17 代謝プロファイルテストを用いた野外飼育ニホンザルの飼養管理評価
- A-19 霊長類におけるほ乳類キチナーゼの遺伝子発現とその酵素機能の解析
- A-25 霊長類におけるヒトの皮膚の表現型の特性について
- A-26 スラウェシマカクにおける自然選択圧の検出
- A-27 霊長類保存ゲノム試料の全ゲノム解析活用
- A-30 チンパンジー多能性幹細胞の性状解析および異種間キメラ動物の作製
- A-31 口腔粘膜におけるメカノセンサー発現の解明

<令和3年度 (2021) >

- A-1 チンパンジー人工多能性幹細胞からの心筋細胞分化誘導法の樹立
- A-2 霊長類消化管オルガノイド培養系を用いた生体防御機構の解明
- A-3 Analysis of microRNA derived from transposable elements (TEs) in primates.

- A-4 霊長類の生理機能季節変化の分子基盤の解明
- A-5 希少動物の保全を目的とした霊長類の配偶子保存研究
- A-6 種特異的ノンコーディング RNA によるほ乳類脳神経機能分化
- A-7 消化管粘膜におけるメカノセンサー発現の解明
- A-8 霊長類におけるエピゲノム進化の解明
- A-9 Naïve 型チンパンジーiPS 細胞の誘導と異種間キメラ動物の作製
- A-10 チンパンジー多能性幹細胞の性状解析および異種間キメラ動物の作製
- A-11 Exonization event caused by primate specific Alu element in primate evolution
- A-12 ヒト特異的転移因子による脳関連遺伝子の発現調節機構の進化
- A-16 霊長類におけるほ乳類キチナーゼの遺伝子発現とその酵素機能の解析
- A-24 霊長類 iPS 細胞及びそれに由来する生殖細胞のゲノム制御機構の解明
- A-25 霊長類保存ゲノム試料の全ゲノム解析活用
- A-28 近親交配リスクから探る Pan 属のメス分散の進化
- A-31 霊長類におけるヒトの皮膚の表現型の特性について
- A-32 大脳皮質進化と関連するヒト固有遺伝的プログラムの探索
- A-33 霊長類 iPS 細胞を用いた脳オルガノイドのサイズと内部構造の制御解析
- A-36 Comparative molecular analysis of primate embryonic development using iPSCs
- A-37 チンパンジー21 番染色体導入マウスの作製と比較ゲノム解析のための基盤技術開発
- A-38 グエノン類の混群形成メカニズム解明のための遺伝マーカーの検討
- A-42 チンパンジーの舌乳頭における遺伝子発現の亜種間比較
- A-43 類神経系の解析とヒト疾患解析への応用
- A-45 人類進化における多様性の役割の解明
- A-46 チンパンジー多能性幹細胞を維持する機構の解析

霊長類のコミュニケーションをささえる認知および形態的特質についての総合研究

実施期間：令和3年度

課題推進者：足立幾磨、中村克樹、西村剛、服部裕子

本計画研究は、コミュニケーションといった社会的相互作用が伴う個体間の行動交渉を題材に、そのコミュニケーションを支える生物基盤として認知機能と身体的特性について、霊長類についての発現状態を調べることで、言語を利用したヒト固有なコミュニケーションの特徴について考察することを目的とした。類人猿の発声を多チャンネルマイクアレイによる録音によりビックデータ収集を行い、深層学習などの先端的な機械学習技術によって自動的解析する環境の整備を行ったり、ニホンザル飼育集団を、軽量のビーコンによって個体間距離や位置情報を自動的に収集したり、社会交渉を推定する技術を整備するなど、現代的なデータサイエンス手法を用いたコミュニケーション行動の評価基盤を整えた。これらの技術を継続させるとともに、さらに認知神経科学的実験や生理・形態的基礎的計測研究を融合させることで、ヒトの集団における行動適応や認知特性の解明に貢献できる研究へ継承することが期待されるだろう。

研究実施者

<令和3年度(2021)>

- A-21 多チャンネルマイクロホンアレイと機械学習を用いたテナガザルの音声コミュニケーション分析 (森田 堯)
- A-41 他個体の警戒音声によって脅威対象の発見が促進されるか (川合 伸幸)
- A-44 霊長類社会の基盤となる個体間インタラクションの細部機構解明 (松田 一希)

7.4 共同利用研究会

霊長類の先進的遺伝子改変モデルを用いた神経ネットワークの構造と機能の解明

日時：令和4年3月4日(金) 13:00 ~ 3月5日(土) 16:00

場所：ハイブリッド開催(霊長類研究所大会議室およびzoomによるオンライン;参加人数:50名)

研究会世話役：高田 昌彦

令和2年度に開始された共同利用・共同研究プロジェクトの計画研究「霊長類の先進的遺伝子改変モデルを用いた神経ネットワークの構造と機能の解明」では、多様なウイルスベクターシステムや光遺伝学・

化学遺伝学的技術により作出した先進的遺伝子改変モデルを用いて、マカクザルやマーモセットなどの霊長類動物における神経ネットワークの構造と機能の解明に迫ることを目指している。今回の研究会では、以下のプログラムに従って、高次脳機能や精神・神経疾患に関する多様な研究を意欲的に展開している研究所内外の中堅・若手研究者が一堂に会し、最新の研究成果の紹介と活発な情報交換、意見交換をおこなった。

<プログラム>

3月4日(金)

- 13:00~13:10 高田 昌彦(開会の辞)
- 13:10~13:40 雨森 賢一(京都大学 ヒト生物学高等研究拠点(ASHBi))
「霊長類の不安と意欲を制御する前帯状皮質膝下部と腹側線条体回路」
- 13:40~14:10 石田 裕昭(東京都医学総合研究所)
「霊長類における自己と他者の神経表象に関わる多シナプス性神経ネットワーク」
- 14:10~14:40 藤山 文乃(北海道大学大学院 医学研究院)
「大脳基底核の形態学的解析」
- 14:40~15:10 宇賀 貴紀(山梨大学 医学部)
「柔軟な判断の神経メカニズムの研究」
- 15:10~15:30 *ブレイク*
- 15:30~16:00 小山内 実(大阪大学大学院 医学系研究科)
「マルチスケールイメージングによる脳機能発現メカニズムの探求」
- 16:00~16:30 小林 和人(福島県立医科大学 医学部)
「マーモセット東傍核および内側中心核に由来する視床線条体路の異なる学習行動機能」
- 16:30~17:00 関 和彦(国立精神・神経医療研究センター 神経研究所)
「マカクザルの上肢筋腱移植手術に伴う中枢神経系の長期適応様式」
- 17:00~17:30 宋 文杰(熊本大学大学院 生命科学研究部)
「モルモットにおけるサブセコンド時間の量子的生成」

3月5日(土)

- 09:30~10:00 田中 真樹(北海道大学大学院 医学研究院)
「小脳と大脳基底核におけるリズム処理の階層性」
- 10:00~10:30 筒井 健一郎(東北大学大学院 生命科学研究科)
「内側前頭皮質と扁桃核・側坐核を結ぶ神経回路の構成」
- 10:30~11:00 南部 篤(自然科学研究機構 生理学研究所)
「大脳基底核はどこまでわかったか？」
- 11:00~11:30 西村 幸男(東京都医学総合研究所)
「心が身体を動かすメカニズム」
- 11:30~12:00 二宮 太平(自然科学研究機構 生理学研究所)
「自他行動モニタリング中におけるマカクザル上側頭溝領域中間部の神経動」
- 12:00~13:00 *ブレイク*
- 13:00~13:30 橋本 亮太(国立精神・神経医療研究センター 精神保健研究所)
「精神疾患の克服のための研究とは」
- 13:30~14:00 平林 敏行(量子科学技術研究開発機構 脳機能イメージング研究部)
「化学遺伝学を用いた局所的干渉によるネットワーク作動変容のマルチスケール解析」
- 14:00~14:30 磯田 昌岐(自然科学研究機構 生理学研究所)
「高田昌彦先生と私」
- 14:30~15:00 松本 正幸(筑波大学 医学医療系)
「意思決定を支えるマカクザルドーパミン神経回路」
- 15:00~15:30 南本 敬史(量子科学技術研究開発機構 脳機能イメージング研究部)
「化学遺伝学とイメージングの融合によるサル脳回路の可視化と機能理解」
- 15:30~15:40 高田 昌彦(閉会の辞)

(高田 昌彦)

第50回ホミニゼーション研究会「人類進化と遺伝子」

日時：令和4年3月22日（火）13：00～17：00、3月23日（水）10：00～13：00

場所：霊長類研究所大会議室とZoomによるオンライン開催（参加人数：現地約30名、zoom約40名）

研究会世話役：太田 博樹、古市 剛史、今井 啓雄

令和3年度に開始された共同利用・共同研究プロジェクトの計画研究「霊長類資・試料を用いた分子細胞研究」では、所蔵資・試料の活用を目指して、多数の共同利用研究を実施した。今回の研究会では、以下のプログラムに従って、分子や細胞に基づいた多様な研究を意欲的に展開している研究所内外の中堅・若手研究者が一堂に会し、最新の研究成果の紹介と活発な情報交換、意見交換をおこなった。また、長年にわたるホミニゼーション研究会の歴史や意義について、多くの参加者から紹介があった。

<プログラム>

開会挨拶（今井 啓雄）

セッション1：iPS細胞を用いたヒト進化研究（司会 今村公紀）

正木 英樹（東京大学） チンパンジー多能性幹細胞を用いた異種間キメラ形成能の評価

竹原 俊幸（近畿大学） ヒトおよびチンパンジーにおけるNaive型iPS細胞の作製と特性解析

一柳 健司（名古屋大学） ヒトとチンパンジーのiPS細胞のエピゲノム比較解析

セッション2：ヒト特異性と遺伝子（司会 今井啓雄）

鈴木 郁夫（東京大学） ヒト特異的遺伝子による脳発生システムの進化

荒川 那海（総研大） 霊長類におけるヒト特異的皮膚形質と遺伝子発現

嶋田 誠（藤田医科大） 類人猿には無いポリグルタミン病はヒト多様性進化のリスクなのか

セッション3：霊長類の多様性と遺伝子進化（司会 太田博樹）

早川 卓志（北海道大学） 動物園由来試料を用いた霊長類のゲノム・トランスクリプトーム解析

田畑 絵理（工学院大学） 霊長類における酸性キチナーゼの機能と進化に関する研究

颯田 葉子（総研大） MHCとCYP：未知の外来物に対抗する二つのシステムの霊長類における進化

河村 正二（東京大学） 霊長類の嗅覚受容体および苦味受容体多重遺伝子族の進化多様性

セッション4：サル多様性と遺伝子多様性（司会 古市剛史）

石塚 真太郎（東邦大学） Pan属メスはなぜ移籍するのか？近親交配リスクの変異から探る

北山 遼（北海道大学） 遺伝子から探るゲノム類の混群形成メカニズム

寺井 洋平（総研大） スラウェシマカク種間のgene flow

Kanthi Widayati (Bogor 農科大学) Variation of Bitter Taste Receptor TAS2R38 of Macaca maura

セッション5：ヒトのモデルとしての非ヒト霊長類（司会 西村剛）

岩槻 健（東京農業大） 霊長類の味蕾・小腸・膵管からオルガノイドを作製し解析する

吉村 崇（名古屋大学） アカゲザル全身組織の遺伝子発現地図から明らかにする動物の季節適応戦略

川田 美風（京都大学） 周産期アカゲザルにおける母体骨盤と児頭の形態共変異

閉会挨拶（古市 剛史）

（今井 啓雄）

世界の霊長類を俯瞰する

日時：令和4年3月24日（木）13：30～18：00、3月25日（金）9：30～16：30

場所：犬山市民交流センター「フロイデ」及びZoomによるオンライン開催（参加人数：約150名）

研究会世話役：半谷 吾郎

共催：京都大学学際・国際・人際融合事業「知の越境」融合チーム研究プログラム（SPIRITS）「日本での人と野生動物の関係と森林の空洞化」

日本の霊長類学は、野生ニホンザルの研究に始まり、アフリカの大型類人猿、さらに世界各地の多様な霊長類の種の研究へと発展していった。今や、日本人霊長類学者の研究対象は、現生霊長類の生息するすべての生物地理区に及んでいるこの研究会では、日本、東南アジア、アフリカ、南米、マダガスカルで野生霊長類を研究してきた若手から中堅の研究者が一堂に会し、霊長類の生存の基盤である森林の特徴を踏

まえながら、霊長類の生態の多様性と、その背景にある森林生態学的原理を議論したい。多様な調査地で多様な種を対象に研究していることは、日本の霊長類学の大きな魅力である。その魅力を次世代の霊長類学を担う若い研究者や学生に伝え、彼らを霊長類生態学にいざなうことで、日本の霊長類学の遺産である多様な調査地を、後世に伝える一助とすることを、本研究会の目的とした。

<プログラム>

3月24日(木)

13:00-13:05 趣旨説明 半谷 吾郎(京都大学霊長類研究所)

座長: 中川 弥智子(名古屋大学生命農学研究科)

13:05-13:30 辻野 亮(奈良教育大学)

生命の島に生きるヤクシマザルの営み

13:30-13:55 Andrew MacIntosh(京都大学霊長類研究所)

Worming out of the tropics: intestinal parasites in a temperate primate

13:55-14:20 北村 俊平(石川県立大学)

大型動物の種子散布機能を探る:カオヤイの森の種子散布ネットワーク

14:20-14:30 休憩

座長: 大谷 洋介(大阪大学COデザインセンター)

14:30-14:55 松田 一希(中部大学)

ボルネオ・キナバタンガン下流域:個人レベルの長期野外調査の醍醐味

14:55-15:20 中林 雅(広島大学)

ボルネオ島の熱帯雨林をつくるシベット

15:20-15:45 辻 大和(石巻専修大学)

インドネシア熱帯林における、霊長類を中心とした生き物のつながり

15:45-15:55 休憩

座長: 戸田 和也(京都大学霊長類研究所)

15:55-16:20 Michael Huffman(京都大学霊長類研究所)

トクモンキーの広域調査の魅力、スリランカの魅力

16:20-16:45 武 真祈子(京都大学霊長類研究所)

アマゾンの「種子食者」?サキの採食生態

16:45-16:55 休憩

16:55-17:55 湯本 貴和先生 最終講義(録画上映)

3月25日(金)

座長: 石塚 真太郎(東邦大学理学部)

9:30-9:55 佐藤 宏樹(京都大学アジア・アフリカ地域研究研究科)

マダガスカル森づくり:キツネザルの役割を検証する

9:55-10:20 寺田 佐恵子(東京大学)

ワンバの森ってどんな森?:植生からひも解くボノボとヒトの共存

10:20-10:45 徳山 奈帆子(京都大学霊長類研究所)

ワンバの豊かな森に暮らすボノボとヒト

10:45-10:55 休憩

座長: 柴田 翔平(京都大学霊長類研究所)

10:55-11:20 橋本 千絵(京都大学霊長類研究所)

ウガンダ・カリンズ森林の霊長類を多角的に研究する

11:20-11:45 竹ノ下 祐二(中部学院大学)

ガボンの森をガボン人が研究する

11:45-12:10 本郷 峻(京都大学アフリカ地域研究資料センター)

カメルーン熱帯雨林の野生動物をマネジメントする

12:10-13:10 休憩

座長: 横山 拓真(京都大学霊長類研究所)

- 13:10-13:35 半谷 吾郎 (京都大学霊長類研究所)
温帯と熱帯、ニホンザル研究と世界の霊長類学をつなぐ
- 13:35-14:00 中島 啓裕 (日本大学)
地上性大型哺乳類の密度・群集構造を地域間で比較する
- 14:00-14:25 黒川 紘子 (森林総合研究所)
樹木の機能形質からみるアジア・アフリカの森
- 14:25-14:35 休憩
- 14:35-14:45 安岡 宏和 (京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科)
コメント
- 14:45-15:05 湯本 貴和 (京都大学霊長類研究所)
コメント
- 15:05-16:30 総合討論

(半谷 吾郎)

8. 退職にあたって

神経科学研究部門 統合脳システム分野 高田昌彦

定年退職に際して、一言ご挨拶させていただきます。2009年4月に着任して以来、13年にわたり大変お世話になりました。私は長い間サル（特にマカク）を用いた脳科学研究に従事してきましたが、霊長研での様々な先生方との交流を通して、脳科学研究にサルを用いることの意義、つまり（脳科学に限った話ではないですが）「ヒトへの進化を知るための霊長類研究」、「ヒトのモデルとしての霊長類研究」の重要性を改めて認識することができました。また、霊長類学の総合研究拠点としての霊長研のミッション、在り方についても私なりに理解することができると共に、ようやく霊長研の一員になれた気がしたことをよく覚えています。霊長研に着任した当時、私が進めていた中心的研究テーマであり、また世界的に見てもパイオニア的アプローチであった、「霊長類脳への外来遺伝子導入に最適な新規ウイルスベクターシステムの開発とそれを用いた多様な霊長類モデルの作出」を円滑に推進するためには、優れた研究環境と豊富な研究リソースが必要不可欠でした。現在まで予想以上の研究成果を上げることができ、当該研究分野の進展に少なからず寄与することができたことは、ひとえに私の研究を支えてくれた人類進化モデル研究センターの皆さん方とサルたちのおかげであり、この場を借りて深く感謝したいと思います。本来であれば、定年退職後は霊長研の一ファンとして益々の繁栄を見守るつもりでしたが、今般の解体により伝統ある霊長研の名前が消滅したことは誠に遺憾に堪えませんが、これからはその後継となるべく「ヒト行動進化研究センター」の順調な船出と未来への発展を祈念して、私のご挨拶を終わりたいと思います。本当にありがとうございました！

附属人類進化モデル研究センター・鈴木樹理 ～サルたちと過ごした42年～

1983年11月1日、東京大学大学院農学系研究科博士課程を中途退学して霊長類研究所（以下研究所）に就職した。それから38年5ヶ月の間、附属動物実験施設（サル類保健飼育管理施設（以下サル施設）、1999年から人類進化モデル研究センター）の獣医師教員としてサルたちの健康管理と施設の運営に携わってきた。

私がサルと関わりを持ったのは、修士課程に入学した1980年4月まで遡る。当時、私の指導教授はニホンザルの肉眼解剖のアトラス作成を目論んでいた。そのため国立予防衛生研究所（以下予研（現在の国立感染症研究所））からカニクイザルの死体を譲り受け、一部は骨格標本に残りはホルマリン標本にして収集していた。予研では、カニクイザルの腎細胞を使ってポリオワクチンの検定をしており、腎臓の無い多数の死体を入手できた。「死んだ」サルを相手に私の研究生活が始まった。必要なデータを収集するために研究所や日本モンキーセンターにも出入りしていた。博士課程に進学し、興味が「生きた」サルに変わり、国立予防衛生研究所筑波医学実験用霊長類センター（現在の医薬基盤・健康・栄養研究所霊長類医学研究センター）でデータを収集していた時にサル施設の助手の公募があり幸いにも採用された。

現在でも続いているように、毎年秋は放飼場の定期健康診断の時期である。着任早々、獣医師として「生きた」サルのまぶたにツベルクリン皮内注射をさせられ、基礎講座出身の私にうまくできるはずもなく、ただただ疲労困憊したのを覚えている。こうして臨床獣医師としての仕事がスタートした。臨床の他に死んだサルたちの死因を究明する病理解剖も主な仕事だった。少し前まで自分が治療していたサルを解剖するのは、自分で自身の判断、処置が正しかったか検証する行為であり、全く言い訳のできない真実を突きつけられることもあり、かなり苦痛を伴うものだった。昔は研究者の動物福祉に関する意識が低く、どうしてこんな原因で実験に使われていたサルが死ななければならなかったのかと、とても憤ったこともあった。いつ頃だったのかははっきり覚えていないのだが、先輩で同僚だった後藤俊二さんと「今まで治療したサルたちがうまく生き延びられたか駄目で死んでしまったか、相撲の星取り表のように見てみたらどうだろうね。」という話をしたことがあった。仕事柄、恐らく研究所内で最もサルの生死に関わってきた、換言すればサルの命に責任を持つ立場だったと自認している。私の38年5ヶ月の星取り表は白星先行か黒星先行か……。どう考えても負け越しだったと、助けられなかったサルたちに申し訳なく思っている。実験失宜で生死の境をさまよう個体も含め、実験動物という性格上、エンドポイントの設定がコンパニオンアニマルなどよりも早くなってしまうのは仕方が無いとは思いますが、それを口実に安易に救命を放棄しなかったかどうか、もっと自分の知識と技量が優れていたら、そのための努力をしっかりとしていれば救えた命があったのではないかと、この頃特に考える。エンドポイントによる安楽殺に加えて、昔は実験のための安楽殺（実験殺）の麻酔も我々サル施設の獣医師が行なわなければならない仕事であった。時によっては、見かねて一連の処置が進むように手伝うことも多かった。死にいく個体が最後に見る人間が自分で

あることが耐えられなかった。今でも自分の手で動物の命を奪う行為には慣れることができず抵抗がある。それもあって、「サル類の飼育管理および使用に関する指針」所謂ガイドラインの策定をきっかけに、研究者が自分の実験に使った個体は最後まで責任を持つ、研究者自ら安楽殺を実施するという方針を取り決めることができた。

今年の3月末で42年にわたるサルとの直接的な関わりが無くなってしまふのはとても寂しい。しかし、たまに動物園や野猿公園でかれらを眺めるぐらいが丁度良いとも思う。多分、今までの癖でかれらの健康状態を無意識に視診している自分がいるような気もするが。

最後に、現在研究所で生きている約1000頭のサルたちが健康で安寧な一生を送れるように、皆さんには日頃から動物福祉に配慮しながら実験を実施していただきたく、お願いして筆を置きたい。

研究所の後継組織の発展と、皆さまのご健勝とより一層のご活躍を祈ります。