

領域略称名：共感性

領域番号：4501

平成30年度科学研究費補助金「新学術領域研究
(研究領域提案型)」に係る事後評価報告書

「共感性の進化・神経基盤」

(領域設定期間)

平成25年度～平成29年度

平成30年6月

領域代表者 (東京大学・大学院総合文化研究科・教授・長谷川 寿一)

目 次

| | |
|--|----|
| 1. 研究領域の目的及び概要 | 5 |
| 2. 研究領域の設定目的の達成度 | 7 |
| 3. 研究領域の研究推進時の問題点と当時の対応状況 | 10 |
| 4. 審査結果の所見及び中間評価の所見等で指摘を受けた事項への対応状況 | 11 |
| 5. 主な研究成果（発明及び特許を含む） | 13 |
| 6. 研究成果の取りまとめ及び公表の状況（主な論文等一覧、ホームページ、公開発表等） | 16 |
| 7. 研究組織（公募研究を含む。）と各研究項目の連携状況 | 21 |
| 8. 研究経費の使用状況（設備の有効活用、研究費の効果的使用を含む） | 23 |
| 9. 当該学問分野及び関連学問分野への貢献度 | 27 |
| 10. 研究計画に参画した若手研究者の成長の状況 | 28 |
| 11. 総括班評価者による評価 | 29 |

研究組織

(総：総括班，支：国際活動支援班，計：総括班及び国際活動支援班以外の計画研究，公：公募研究)

| 研究項目 | 課題番号 研究課題名 | 研究期間 | 代表者氏名 | 所属機関・部局・職 | 構成員数 |
|-------------------|--|-------------------|--------|-------------------------------|------|
| X00 総 | 25118001 共感性の進化・神経基盤 | 平成25年度～ 平成29年度 | 長谷川 寿一 | 東京大学・総合文化研究科・教授 | 8 |
| Y00 支 | 15K21739 共感性の進化・神経基盤 | 平成27年度～ 平成29年度 | 長谷川 寿一 | 東京大学・総合文化研究科・教授 | 8 |
| A01 計 | 25118002 共感性の系統発生 | 平成25年度～ 平成29年度 | 渡辺 茂 | 慶應義塾大学・文学部・教授 | 3 |
| A01 計 | 25118003 共感性の個体発生 | 平成25年度～ 平成29年度 | 長谷川 寿一 | 東京大学・総合文化研究科・教授 | 3 |
| A01 計 | 25118004 ヒト社会における共感性 | 平成25年度～ 平成29年度 | 亀田 達也 | 東京大学・人文社会系研究科・教授 | 4 |
| B01 計 | 25118005 共感性を支える遺伝子の進化系統解析 | 平成25年度～ 平成29年度 | 村山 美穂 | 京都大学・野生動物研究センター・教授 | 3 |
| B01 計 | 25118006 共感性の適応理論 | 平成25年度～ 平成29年度 | 大槻 久 | 総合研究大学院大学・先端科学研究科・講師 | 2 |
| C01 計 | 25118007 共感性の分子調節機構 | 平成25年度～ 平成29年度 | 菊水 健史 | 麻布大学・獣医学部・教授 | 3 |
| C01 計 | 25118008 共感性の神経内分泌制御 | 平成25年度～ 平成29年度 | 尾仲 達史 | 自治医科大学・医学部・教授 | 3 |
| C01 計 | 25118009 共感性の神経回路基盤の解明 | 平成25年度～ 平成29年度 | 駒井 章治 | 奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・准教授 | 2 |
| 統括・支援・計画研究 計 10 件 | | | | | |
| A01 公 | 26118502 随伴性検出メカニズムを基盤とした共感性の発達 | 平成26年度～ 平成27年度 | 開 一夫 | 東京大学・総合文化研究科・教授 | 1 |
| A01 公 | 26118504 共感性の実証研究に関する道徳哲学・倫理学・科学哲学的考察 | 平成26年度～ 平成27年度 | 中尾 央 | 山口大学・国際総合科学部・助教 | 1 |
| A01 公 | 26118509 向社会行動に果たす共感性の役割～チンパンジー・ボノボでの比較認知科学的検討～ | 平成26年度～ 平成27年度 | 山本 真也 | 京都大学・高等研究院・准教授 | 1 |
| A01 公 | 26118511 魚類の共感能力と関連認知能力の解明およびそこから見える脊椎動物の共感性の系統発生 | 平成26年度～ 平成27年度 | 幸田 正典 | 大阪市立大学・理学研究科・教授 | 1 |
| A01 公 | 26118517 コモンマーモセットの示す向社会行動の遺伝-環境-脳内神経ネットワーク機能関連 | 平成26年度～ 平成27年度 | 横山 ちひろ | 国立研究開発法人理化学研究所・上級研究員 | 1 |
| A01 公 | 26118518 痛み共感の両価性と分子・神経基盤 | 平成26年度～ 平成27年度 | 山田 真希子 | 国立研究開発法人放射線医学総合研究所・プロジェクトリーダー | 1 |

| | | | | | |
|----------|--|-------------------|--------|-------------------------|---|
| B01 公 | 26118503 個体間相互作用に依存したアリの社会性行動を制御する神経メカニズムの解明 | 平成26年度～ 平成27年度 | 古藤 日子 | 国立研究開発法人産業技術総合研究所・主席研究員 | 1 |
| B01 公 | 26118506 計算論的モデリングと動物行動実験の融合研究による情動伝染の機能の解明 | 平成26年度～ 平成27年度 | 片平 健太郎 | 名古屋大学・環境学研究所・准教授 | 1 |
| B01 公 | 26118510 実験進化発生学的解析による共感性回路の起源の探索 | 平成26年度～ 平成27年度 | 野村 真 | 京都府立医科大学・医学系研究科・准教授 | 1 |
| C01 公 | 26118501 自閉症スペクトラム障害における共感性の脳内基盤 | 平成26年度～ 平成27年度 | 瀧 靖之 | 東北大学・加齢医学研究所・教授 | 1 |
| C01 公 | 26118505 脳機能画像による共感性破綻の病態解明 | 平成26年度～ 平成27年度 | 岡沢 秀彦 | 福井大学・高エネルギー医学研究センター・教授 | 1 |
| C01 公 | 26118507 光遺伝学・薬理遺伝学を用いた情動性社会行動の回路基盤解明 | 平成26年度～ 平成27年度 | 犬束 歩 | 自治医科大学・医学部・助教 | 1 |
| C01 公 | 26118508 オキシトシンニューロン光操作技術を用いた共感性と自律生理反応の中樞神経基盤の解明 | 平成26年度～ 平成27年度 | 中村 和宏 | 名古屋大学・医学系研究科・教授 | 1 |
| C01 公 | 26118513 幸福感に関連する共感性の分子・神経基盤の解明 | 平成26年度～ 平成27年度 | 松永 昌宏 | 愛知医科大学・医学部・講師 | 1 |
| C01 公 | 26118514 他個体に対する援助行動の神経メカニズムの解明 | 平成26年度～ 平成27年度 | 佐藤 暢哉 | 関西学院大学・文学部・教授 | 1 |
| A01 公 | 16H01481 (廃止) 鳥類・齧歯類における共感性ミラーニューロンの探索 | 平成28年度 | 岡ノ谷 一夫 | 東京大学・総合文化研究科・教授 | 1 |
| A01 公 | 16H01482 乳児の能動性に着目した向社会的行動の発達の理解 | 平成28年度～ 平成29年度 | 開 一夫 | 東京大学・総合文化研究科・教授 | 1 |
| A01 公 | 16H01487 共感性を高めるコミュニケーションシステムの進化に関する比較認知科学的研究 | 平成28年度～ 平成29年度 | 服部 裕子 | 京都大学・霊長類研究所・助教 | 1 |
| A01 公 | 16H01493 ニューロイメージングからみたマーマモセットが示す親和的社会行動の分子神経基盤 | 平成28年度～ 平成29年度 | 横山 ちひろ | 国立研究開発法人理化学研究所・上級研究員 | 1 |
| B01 公 | 16H01483 アリの社会性行動を制御する神経メカニズムの解明 | 平成28年度～ 平成29年度 | 古藤 日子 | 国立研究開発法人産業技術総合研究所・主席研究員 | 1 |
| C01 公 | 16H01478 ストレスによる共感性の変容とその神経回路基盤の解明 | 平成28年度～ 平成29年度 | 吉田 隆行 | 北海道大学・医学系研・助教 | 1 |
| C01 公 | 16H01480 遺伝子改変技術確立に基づき作製したOXTR遺伝子KOハタネズミによる共感性解析 | 平成28年度～ 平成29年度 | 西森 克彦 | 東北大学・連合農学・教授 | 1 |

| | | | | | |
|----------|--|-----------------------|-------|-----------------|---|
| C01 公 | 16H01486 MRI ハイパースキャニングを用いた二人称視点・間主観性による共感の神経基盤研究 | 平成 28 年度～ 平成 29 年度 | 田邊 宏樹 | 名古屋大学・環境学研究科・教授 | 1 |
| C01 公 | 16H01488 二個体神経活動の同期性に基づく共感性発現の解析 | 平成 28 年度～ 平成 29 年度 | 犬束 歩 | 自治医科大学・医学部・助教 | 1 |
| C01 公 | 16H01490 援助行動の神経メカニズムへの複合的アプローチ | 平成 28 年度～ 平成 29 年度 | 佐藤 暢哉 | 関西学院大学・文学部・教授 | 1 |
| C01 公 | 16H01491 情動伝染に関わる遺伝子の同定とその進化的役割の解析 | 平成 28 年度～ 平成 29 年度 | 小出 剛 | 国立遺伝学研究所・准教授 | 1 |
| C01 公 | 16H01479 自閉症スペクトラム障害児における欺き行為の神経基盤 | 平成 28 年度～ 平成 29 年度 | 横田 晋務 | 九州大学・基幹教育院・准教授 | 1 |
| C01 公 | 16H01492 霊長類脳の 2 光子カルシウムイメージングにより解明する向社会行動の神経基盤 | 平成 28 年度～ 平成 29 年度 | 正水 芳人 | 東京大学・医学系研究科・助教 | 1 |

公募研究 計 28 件

1. 研究領域の目的及び概要（2 ページ以内）

研究領域の研究目的及び全体構想について、応募時に記述した内容を簡潔に記述してください。どのような点が「我が国の学術水準の向上・強化につながる研究領域」であるか、研究の学術的背景（応募領域の着想に至った経緯、応募時までの研究成果を進展させる場合にはその内容等）を中心に記述してください。

1-1. 領域設定の目的

「共感性」は、自己と他者の協力や相互理解を成立させる上でかけがえのない要件であると同時に、社会の秩序、公平性、助けあいを支える重要な心的機能である。人間社会における共感性は、法の運用、納税・チャリティなどを含むさまざまな社会制度の基盤となることから、その意義が注目され、日本でも多くの重要な研究がなされてきた。一方、近年の乳幼児を対象とした研究からは、共感性に関わる行動が発達初期からも認められ、ヒトの本性を形づくるものであることが示されてきた。さらにヒト以外の霊長類を含めた他の動物でも、共感性の起源である情動伝染に加えて、援助行動や慰め行動などの共感性に関わる行動が報告されつつある。また、近年、ヒトを対象とする研究で共感性に関与する神経回路やそれを調節する分子の存在が報告されてきた。

本領域の目的は、共感性の起源とその機能とメカニズムを、ヒトを含めた動物でも明らかにし、進化過程におけるヒト特有の共感性の成立機構を文理の壁を越えた学際的協同により明らかにすることであった。健全で持続可能な社会基盤を支える「共感性」の真の理解のためには、共感性をヒトの脳機能として研究することに加え、進化的起源の解明とその背景にある遺伝子や分子、神経回路の解明が必須である。本領域では、「共感性」とは、社会集団を安定・発展させることで個々の生存と適応度を上昇させるために発達した生得的な心的機能の一つであり、ヒト特有の高次な「共感性」は動物とも共通する原始的な共感性を基盤に独自の進化を遂げたものであるという仮説を立てた。その上で、文理にまたがる最先端研究者を一堂に集め、以下の3つの研究戦略のもと、先端的解析手法を用いた包括的かつ斬新な協同により、目標の達成に挑んだ。

戦略① 共感性の共通神経基盤と社会機能の解明：哺乳類に共通する共感性の神経機構と機能を解析し、その比較からヒト特有の共感性を理解する。

戦略② 共感性の進化と遺伝基盤の解明：動物で得られた知見と共感性の進化モデルを元に、ヒトの共感性の特異的進化に関与する機能を解明する。

戦略③ 共感性の分子・回路探索：共感性を支える遺伝子、分子、回路を探索し、そのメカニズムに迫る。

これらの研究を通し、共感性の機能を神経レベルで解析すると共に系統発生的ならびに個体発生的な獲得過程を明らかにする。また共感性の成立における可塑的・特異的な機序を解明することを通じ、新しい複合領域『共感性の進化・神経基盤』の構築を目指した。

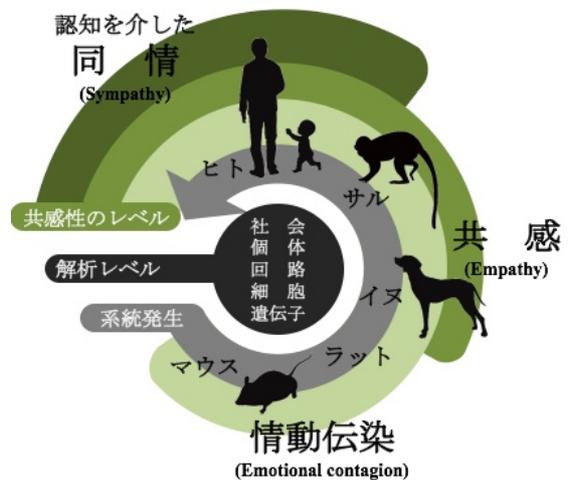
【対象とする共感性】 ヒトを含む動物における「共感性 (Empathic systems)」については、様々な機能や階層が報告されてきた。本領域ではこれを以下の3つの階層に分類し、その進化基盤を検討する。

- 1) **Emotional Contagion (情動の伝染)**：相手個体の情動状態を反映した情動を示すこと、
- 2) **Empathy (共感)**：自他の情動状態を区別した上で、それに応じた行動 (情動) 変化を喚起すること、
- 3) **Sympathy (同情)**：自分とは異なる他者の立場を認知的に取り、他者の心的状態を理解した上で、行動 (情動) の変化を示すこと。

本研究課題では、動物で認められる原初的な共感性 (情動の伝染) が、系統発生的にどのように、より高次の共感やヒトに固有の同情へと進化するのかについて、比較認知科学的な解明を目指した。さらに、共感性の基本的な神経基盤は帯状回から辺縁系、視床下部脳幹への連絡に存在すると考えられるが、その機序がヒトへの進化過程において、大脳皮質、特に前頭連合野 (特に眼窩野) と連携し、複雑かつ高度になる様式の解明を目指した。これらの探求を通じて、ヒト固有の共感性の成立に迫った。

1-2. 領域設定の学術的背景

ダーウィンの『人間の由来』を始め、共感性の心理的側面に関しては多くの偉大な研究がなされてきたが、近年はその生物学的機能が注目を集めている。de Waal は、共感性が協力や他者理解などの心的機能と並行して発達する、極めて重要なヒトを含めた動物の行動原理であるとし、世界中の注目を集めた。このような背景の中、共感性の認知科学的知見は我が国の研究者らによるところが大きい。亀田らは、ヒトのリ



ヒトにおける高次共感性は、動物にも認められる起源的な共感性 (情動伝染) を基盤とするという仮説に基づき、共感性の進化・神経基盤を、領域横断的に明らかにする。

スク下の意思決定において情動伝染がどのような集団レベルの帰結をもたらすのかを明らかにし (*J Exp Soc Psych*, 2007)、高次の共感性を支える自他弁別と認知的制御の役割についても解明した (*Pers Soc Psych Bull*, 2012)。渡邊らは、霊長類ばかりでなくげっ歯類においても共感が認められることを実験的に見出し (*PLoS One*, 2010 他)、ヒトの共感性の進化的起源を探り、共感性の動物モデルの作成を精力的に行なってきた。長谷川は、自閉症児やイヌ・オオカミを対象にしたあくびの伝染や (*J Aut Dev Dis*, 2009)、自閉症児の視線理解と言語獲得の関係 (*Res Aut Spec Dis*, 2011) など、多面的に共感システムの理解を深めてきた。橋彌はコミュニケーションの基盤となる心理特性の進化・発達基盤についての研究を推進した (*PLoS One*, 2009 他)。一方、遺伝学的ならびに進化モデルのアプローチによる社会性の機能の理解も大きく進んだ。大槻は、ヒトの協力において重要な役割を果たす間接互惠性が成立する条件を理論的に解明するとともに (*J Theor Biol* 2004, *Nature* 2009)、遺伝子進化や文化進化を通じて利他性がいかに社会ネットワーク上で広まるかを分析し (*Nature* 2006)、ヒトの向社会性の適応的基盤を明らかにした。村山らは、ヒトの社会性に関与する神経/ホルモン伝達遺伝子の相同領域の多型を多様な動物種で調べ、チンパンジーのセロトニン合成酵素 TPH2 のアミノ酸置換が、情動に影響することを見出した (*PLoS One*, 2011)。社会行動を司る神経回路や遺伝子、分子の影響も次第に明らかにされつつある。菊水らは性行動や不快情動など、マウスのコミュニケーションと情動に関わる神経回路の同定に成功してきた (*Nature* 2007, 2010)。また母子間や親和的關係性が個体間の情動伝染を支えることを明らかにした (*Philos Trans R Soc Lond B* 2006)。共感性は寝食を共にする、授乳子育てを行うことで誘起されるが、尾仲はこれらの経験時に神経内分泌系、特にオキシトシンとバゾプレシン神経回路が活性化され、これらの神経回路が摂食と社会行動を制御していることを明らかにした (*J Clin Invest* 2008, *Cell Metab* 2009, *Nature* 2010, *J Neuroendocrinol* 2012)。駒井らはウイルスベクターなどのツールを用いて目的の神経細胞において特定分子の発現を制御し、同神経細胞の活動を *in vitro*、*in vivo* で電気生理学的、光学的に計測してきた (*Nat Neurosci.* 2006, *Nat Protoc.* 2006a, b)。次世代の研究として、共感の神経メカニズムの解明ならびにその進化基盤の研究が期待されている。すなわち、主として心理学研究者によって進められてきた共感性の研究に、遺伝、進化と神経機構を融合させた包括的研究の気運が高まってきた。以上の背景から、「共感性の進化・神経基盤」という新たなパラダイムの創出を目指し、脳神経科学、発達心理、比較認知、遺伝、進化、社会心理の研究者を結集し、本研究領域の提案に至った。健全で持続可能な社会基盤の形成という要請にも応えうる研究課題へと急展開することが期待される。

1-3. 学術水準の向上・強化への貢献

共感性の研究は、これまで個々の研究室において個別の課題として行われてきたが、本領域では、研究室間連携、実験手法の融合的組織化により、共感性の研究を領域横断的に統合することにより、比較認知科学と神経科学が統合され、社会神経科学研究の推進が期待できる。当該領域ではまず、原初的な共感性を中心に研究を推進するが、将来的には、認知的により「高次な社会共感性」の融合研究への展開の道筋も示すことができる。また、共感性の成立における可塑性・特異的な機序の解明は、共感性をヒト固有的なものとして捉える従来の考え方の下では困難であった、共感性の障害の分子メカニズム解明にもつながる。すなわち、共感性の低下がもたらす犯罪や反社会的行動の問題解決にも資するものであり、社会的波及効果も高い。また共感性の進化と社会機能を脳科学的に理解することにより、社会科学、政治学、ライフサイエンスといった広範囲への社会的波及効果が期待できる。

1-4. 何をどこまで明らかにするのか

基本戦略① 共感性の共通神経基盤と社会機能：哺乳類に共通する共感性の神経機構と機能を解析し、その比較からヒト特有の共感性を理解する。1) 共感性の哺乳類に共通な機能と神経機構を明らかにする。具体的には、痛み情動伝染を用いた系を確立し、それを支える神経機構の解明を進める。2) 共感性のヒト特異的機能を比較認知科学的に理解する。

基本戦略② 共感性の進化と遺伝基盤：実験動物で得られた知見と共感性の進化モデルに基づき、ヒトの共感性の特異的進化に関与する遺伝的多様性とその機能を解明する。1) 共感性の進化モデルに基づき、ヒトの共感性の特異的進化を明らかにする。2) 動物モデルにおける共感性に関わる遺伝子/分子の多様性とその機能を解明する。

基本戦略③ 共感性の分子・回路探索：共感性を支える遺伝子、分子、回路を探索し、そのメカニズムに迫る。1) 共感性に関わる神経回路を同定する。2) その神経回路において共感性に関与する遺伝子/分子群を明らかにする。

2. 研究領域の設定目的の達成度（3ページ以内）

研究期間内に何をどこまで明らかにしようとし、どの程度達成できたか、また、応募時に研究領域として設定した研究の対象に照らしての達成度合いについて、具体的に記述してください。必要に応じ、公募研究を含めた研究項目ごとの状況も記述してください。

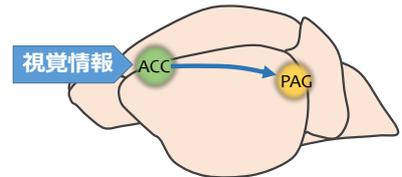
領域では、共感性を支える分子・神経機構の研究者から、共感性の進化基盤に関する比較認知・遺伝学研究者、数理生物学・情報科学のモデル研究者、人間社会における共感性機能を実証する人文社会科学研究者までを幅広く結集し、以下の3つの基本戦略に基づき、領域交叉的なプロジェクトを精力的に展開した。チーム間での活発なコラボレーションは本領域の最大・最重要の特徴であり、真の意味で複合的・学際的な新学術領域を創出し、当初の予想を上回る成果を得た。

基本戦略① 共感性の共通神経基盤と社会機能の解明

次の2点を中心に、哺乳類に共通する共感性の神経機構とその社会的機能を解析すると共に、比較認知科学の手法に基づきヒト特有の共感性を明らかにした。

1) 「痛み情動伝染」を支える共通の神経機構の検討

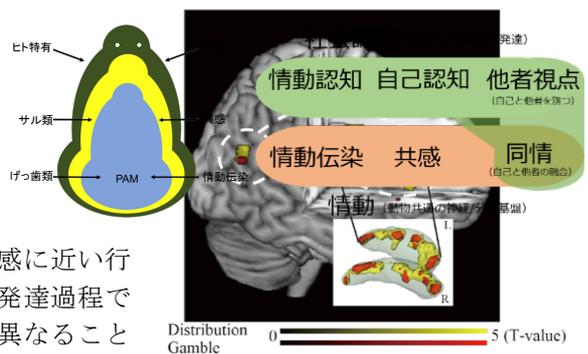
ヒト、イヌ、マウスを含む哺乳類、ニワトリを含む鳥類を対象に、共感性の基礎としての「痛み情動伝染」を用いた実験評価系を確立し、痛み情動伝染に関わる種を超えた共通の神経回路を同定することに成功した。まず、ヒトでは、他者の痛みを観察したときに前帯状回(ACC)と島皮質(IC)が活性化することがfMRI、PETなどの脳画像解析から確認され、この回路が自閉症児では異なる反応パターンを示すこと、他者の快不快の判断や視線共有でも重要な機能を果たすことを見出した(山田班、田邊班、岡沢班)。



マウスではデモンストレーター者の痛み反応を観察したときにACCにおける神経活性が上昇すること、この神経細胞は中脳水道灰白質(PAG)に投射することを明らかにした(菊水班)。ACCの神経細胞は自身の痛みにも、他個体の痛みにも同じような反応を示した。このことから、ACCの神経細胞に自己を他個体に投影する共通機能の存在が示唆された。さらに、ニワトリの恐怖情動伝染のモデル作成にも世界で初めて成功した。ニワトリのヒナでは、恐怖が伝染し、パニックに陥り圧死する事故が多発している。この現象を定量的に操作する実験系を確立した。情動伝染による逃避行動が多い個体では、哺乳類のACCに相当する脳部位で特異的な遺伝子の発現上昇が確認された(村山班、駒井班、菊水班)。さらに、情動伝染において、ヒト、イヌ、マウス、ニワトリのいずれでも他個体の苦痛を視覚的にとらえることが不可欠で、視覚を介した情動認知への神経応答がこの現象の本質であることを見出した。以上のように、チーム間で共通の実験系を確立し領域交叉的な検討を組織的に行うことで、脊椎動物における情動伝染には、視覚系で処理された情報がACCを中心とした神経回路に入力される共通の基礎原理が作用していることを世界で初めて明らかにした。

2) ヒト特異的な共感性機能の検討

本領域の最大の発見の1つは、渡辺班、長谷川班、亀田班の連携研究により、de Waalらが提唱し、これまで共感性の進化・発達に関する基礎モデルとされてきた“マトリョーシカモデル”が不適切であることを見出したことである。このモデルでは、「情動伝染」から「共感」、さらにヒトに特異的とされる「同情」への進化過程は単線的な推移であると考えられてきた。しかし、渡辺班の研究から、マウスでも共感に近い行動を示すことが確認され、長谷川班の研究から、ヒト幼児の発達過程では共感と同情の間に大きなギャップがあり、両者は機能的に異なることを示すデータが得られた。また開班は、弱者を助ける「正義の行為」への共感傾向が発達初期から存在することを、幼児の視線活動の観測により明らかにした(Nature Hum Behav, 2017)。ヒト成人を対象とする亀田班の研究では、「共感=他者の痛みへの思いやり」という素朴信念に反して、社会的な認知を伴う共感性は、先述の「痛み情動伝染」とはまったく異なる脳活動を伴うことが示された。具体的には、一連の行動・認知・fMRI実験と計算論モデルから、①競争的場面で相手の行動を予測するための戦略的認知モデルの形成に関わる脳部位として右側頭頭頂接合部(RTPJ)を同定し、②同じ脳部位が社会的分配における「最不遇の他者」への共感的配慮とも関与することを明らかにした(Proc Natl Acad Sci, 2016)。この成果は、人文社会科学の規範的正義論と経験科学をつなぐ“文理融合の模範例”として、経済学・政治学・心理学・哲学倫理学・神経科学等の学会やメディアで注目された。これらの連携研究により、情動伝染と共感とは同一の進化軸上にある機能であるが、ヒトに特異的な同情は他者視点を起点とする認知的理解に伴う情動変化であり異なる脳機能・進化的起源をもつことを見



RTPJは社会的分配場面で「最不遇の他者」への共感的配慮と関与する

出し、「2つの起源がヒトにおいて合流する」というモデル（Two-origin confluence model）を新たに提唱するに至った。本領域の先端的成果が次々と公刊されていくに伴い、この新たなモデルは、世界における共感性研究にパラダイム・シフトをもたらすだろう。

基本戦略② 共感性の進化・遺伝基盤の解明

実験動物で得られた知見と共感性の進化モデルに基づき、ヒト共感性の特異的進化に関する遺伝的多様性とその機能を解明した。

Perception-action model
de Waal, Behav Brain Sci. 2002

本領域が世界発信した
源合流モデル
(Two-origin)



ヒト社会における協力的行動の発現に関わる2つのシステム

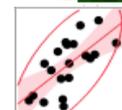
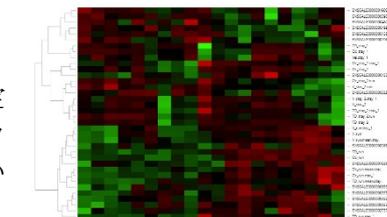
1) 進化モデルによる情動伝染の適応基盤の検討

情動伝染の適応的意義を理論的に探るため、母子のような血縁ペアではなく、非血縁の多体からなる集団における情動伝染の進化可能性を、進化ゲームモデルにより検討した。数理解析の結果、情動伝染という反応特性はグループサイズが小さい時に限って進化可能であり、グループサイズの増大は情動伝染が集団に定着後に生じるという進化的予測が得られた。また、情動伝染の進化において、個体間の血縁度の影響は限定的であり、むしろ生活環境の共有が重要要件であることが示された（大槻班）。この進化モデルの含意の一部をヒト-イヌの異種間での情動伝染現象において検証し、飼育期間の長期化により生活環境が共有されるに連れて、ヒトからイヌへの情動伝染が高まるという実験的知見を得た（菊水班）。**情動伝染の進化モデルの構築とそれに基づく実証は世界初の成果である。**

ヒトの共感性の適応的基盤については、「自分が協力されたのでほかの相手に恩を送る（協力する）」というヒトに特徴的な恩送り行動（upstream reciprocity）を正の共感性の1つの発現と捉え、その進化条件を数理的に検討した。解析から、「以前に協力された恩を長く覚えている」という戦略は進化不可能で、「恩義を覚えている期間は短く冷めやすい」タイプの共感性のみが進化可能であることを見出した。また協力的行動と罰行動がどのように集団内秩序を作るかに関する解析では、集団内に空間構造があり適度な突然変異率がある時に限って、両行動の社会的分業が生じることを見出した（大槻班、亀田班）。

2) 動物モデルの共感性に関わる遺伝子/分子の多様性と機能の解明

共感性を二個体間の情動（快・不快）とその一致・不一致という4種に定義・分類したうえで、それぞれの生起因子を進化系統樹的に解析した。マウスでは薬物強化による条件性場所選好やサーモグラフによる生理測定を用いて4種分類のすべてを確認し、マウスでも情動伝染のみならず、相手に応じた共感の区分が存在することを明らかにした。次に、共感性の機能としての「慰め・宥め」や食物分配行動の進化的生態因を探求し、一夫一妻が慰め行動の、協同繁殖が食物分配行動の生態進化因であることを明らかにした。また、霊長類を対象にした研究では、非協力的な行動を第三者として観察した場合の嫌悪（第三者としての評価能力）がオマキザルでも観察され、**高次の認知的共感がヒト以外の動物種にも原初的な形で存在することを世界で初めて見出した。**



トリ ACC における情動伝染に関連性の高い遺伝子発現パターンと其中で最も情動伝染と相関が高かった Klhdc8a

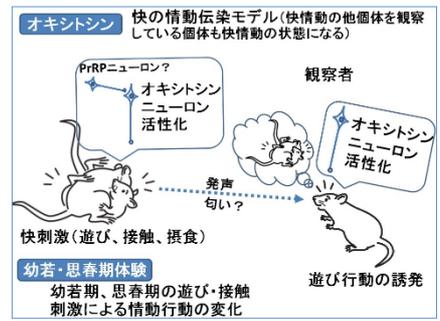
共感性に関わる遺伝基盤については、まず、本領域で確立した情動伝染モデルを用い、ニワトリとマウスの責任遺伝子の同定を目指した。扁桃核と帯状回に相当する脳領域から mRNA を抽出、RNA シークエンシングを実施して、発現量の異なるゲノム領域を探索し、行動スコアと発現量に有意な相関のある遺伝子のリストを作成した。15,000 遺伝子のリスト中には、神経伝達や脂肪代謝に関わる遺伝子が含まれていた。特に Klhdc8a と Nrnx3、NRXN などの自閉症や統合失調症のリスク遺伝子が強い関連性を示し、重要な候補遺伝子が絞り込まれた。また、霊長類や食肉目、ウマ、鳥類を対象に、共感性行動とオキシトシン、バソプレシンの受容体など、ヒトで関連が報告されている候補遺伝子の個体差を解析し、これらの遺伝子が種を超えて共感行動に影響することを見出した。特にヒトでは、信頼行動に関わる遺伝子としてオキシトシン受容体遺伝子 OXTR rs53576 の特定に成功した。また関連遺伝子の種間比較を通して、共感性の進化を解明した。例として、犬のヒトとの意図理解（学習成績）やニホンザルの融和的毛づくろい行動にオキシトシン受容体遺伝子が関連することを見出した

基本戦略③ 共感性の分子・回路探索

共感性を支える遺伝子、分子、回路を探索し、その作動メカニズムを検討した。

1) 共感性に関わる神経回路の同定

①-1)で述べた痛み情動伝染モデルを用い、ヒトおよびマウスにおいて前帯状皮質 (ACC) から中脳水道灰白質に至る回路が重要な機能を果たすことを見出した (菊水班)。またラットでは、水に溺れそうな他個体に対する援助行動を見出し (佐藤班)、助けるラットの ACC で神経活性が上昇することを確認した。さらに、一夫一妻制のプレーリーハタネズミでは、パートナーのストレス経験に応じて慰め行動が発現し、この場面でも慰め行動と ACC の神経活性が関連した。逆行性トレーサーにより ACC の投射先が PAG であること、ACC-PAG を薬理遺伝学的に抑制すると情動伝染が抑制されることから、げっ歯類の痛み情動伝染には ACC-PAG が関わることを明らかにした (菊水班、犬束班、尾仲班)。さらにマウスの慰め行動ではこれらの回路に加え、視床下部室傍核-視床下部腹内側核腹外側部、視床下部室傍核-腹外側中心灰白質回路の関与の可能性を新たに見出した (尾仲班、犬束班)。またラットでは遊び行動の伝染を見出した。また、他個体の快の情動発現に対して妬みに似た不快音声を発することを見出した (尾仲班、犬束班)。この“妬み行動”を見せるラットでは島皮質の活性が上昇し、ヒトの痛み体験でも同じく島皮質が賦活することから (山田班)、哺乳類に共通して、認知的不快情動には島皮質が関わることを世界で初めて明らかにした。



オキシトシンの快情動への機能

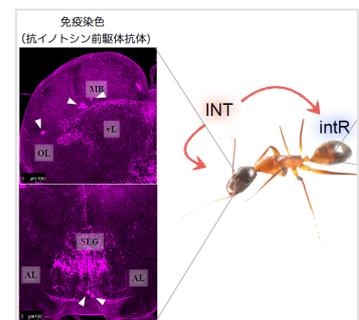
2) 共感性の神経回路に關与する遺伝子/分子群の解明

TRPV1 は感覚神経細胞で発現し、痛みを中枢に伝えるチャネル分子である。自己の痛み分子である TRPV1 が、社会的痛み (他個体の痛みへの応答) にも関わるかを調べた。TRPV1 は運動野ならびに感覚野に発現し、また痛みに關与することが知られている縫線核にも発現が認められた。TRPV1 欠損マウスでは、他個体の痛みに伴う、観察個体の痛み閾値の低下 (より痛がる行動の上昇) が抑制された (菊水班)。これらのことから、TRPV1 が社会的痛みにも關与することが示唆された。

上述のように、オキシトシンは哺乳類に共通して認められる共感性關与分子である。オキシトシン受容体欠損マウスでは、情動に關わる涙の産生が低下し、また ACC でオキシトシン受容体を阻害することで、社会認知機能が低下した (菊水班、西森班)。さらに、マウスの慰め行動はオキシトシン神経系の阻害により低下した (尾仲班、犬束班)。ラットでも援助行動の発現に ACC のオキシトシン受容体の關連が見出された (佐藤班、犬束班)。オキシトシン受容体を遺伝的に欠損したプレーリーハタネズミでは慰め行動が消失した (西森班)。このように、オキシトシン神経系は、ACC で作用することで情動伝染や援助行動、慰め行動の発現に關与する。本領域の研究により、オキシトシンやバソプレシンが社会性に關与する脳部位で作用し共感性の発動に寄与することが明確に示された。



また、機能進化の観点から、オキシトシン神経系が共感性を発動させる役割をさらに検討するため、ヒト-イヌの「異種間の絆形成」に注目した。げっ歯類から、鳥類、ヒトに至るまで、共感性の発動は、個体間の親和性や絆の程度によって強く規定される。菊水班と尾仲班の共同研究から、①イヌとヒトの見つめ合いが両者のオキシトシン分泌を促進すること、②このオキシトシン分泌機能はオオカミでは認められずイヌがヒトとの長い共生によって獲得した能力であること、が初めて見出された (Science, 2015)。社会性昆虫であるアリでは、①オキシトシンやバソプレシンのホモログであるイノトシンの発現が社会的階級によって異なり、とくに労働アリで高いこと、②イノトシンは群れのラベルとなる炭化水素の合成を促進し、「内集団」形成機能を担っていることを見出した (古藤班)。マウスでもオキシトシン神経系が内集団びいきに關与すること (菊水班)、ヒトでも同様にバソプレシンが内集団結束を高める一方、外集団への先制攻撃傾向を促進することを見出した (亀田班、菊水班)。本領域の共同研究により、広範な動物種に共通して、オキシトシンとバソプレシンのような神経ペプチドが二者間の絆形成や集団の連合を促進し、「内集団」メンバーへの情動的共感を支える機能をもつことが明らかになった。



アリのイノトシン発現細胞の同定

3. 研究領域の研究推進時の問題点と当時の対応状況（1 ページ以内）

研究推進時に問題が生じた場合には、その問題点とそれを解決するために講じた対応策等について具体的に記述してください。また、組織変更を行った場合は、変更による効果についても記述してください。

研究領域を進めるうえで障害となるような大きな問題はとくに生じなかった。採択時ならびに中間審査時にいただいたご指摘に関しては、次項「4. 審査結果の所見及び中間評価の所見等で指摘を受けた事項への対応状況」に記載した通り、領域全体で真摯に受け止め組織的に対応することで、指摘課題を達成した。

なお、組織変更については該当しない。

4. 審査結果の所見及び中間評価の所見等で指摘を受けた事項への対応状況（2ページ以内）

審査結果の所見及び中間評価において指摘を受けた事項があった場合には、当該コメント及びそれへの対応策等を記述してください。

<審査結果の所見において指摘を受けた事項への対応状況>

採択時の審査結果でいただいた2つの所見について、領域としての対応状況を説明する。

【所見1】

研究領域の目標が非常に大きなものであるので、5年間での達成目標をより明確にするとともに、公募研究をうまく活用して、霊長類や人文・社会系の研究も強化すべきである。

【対応状況】

採択後ただちに第1回総括班会議を開催し、8計画班代表により達成目標の設定に関して協議を行い、領域目標を明文化した。その後、第1回領域会議(2014.1)で計画班関係者へ、第1回公募班キックオフ会議(2014.7)で公募班関係者へ周知徹底することにより、領域全体での一致した目標を共有することができた。

<目標>

- ・ 共感性の哺乳類に共通な機能と神経機構を明らかにする(戦略①): 共通の課題として痛み情動伝染を用いること。これは計画班の亀田班ならびに菊水班が実験系を確立していることから、その手法を一致させて実施することとした。また神経機構に関しては同じ課題を実施し、げっ歯類では神経活性興奮マーカーを用いて、ヒトではfMRIを用いて、前帯状皮質と島皮質、扁桃核、さらには脳幹として中脳水道周囲灰白質をROIに設定し、解析することとした。
- ・ 共感性のヒト特異的機能を比較認知的に理解する(戦略①): 大型霊長類として山本班、さらには新世界ザルのマーモセットを横山班が担当し、霊長類との認知比較研究で、共感性のヒト特異的機能を明確化する。
- ・ 共感性の進化モデルに基づき、ヒトの共感性の特異的進化を明らかにする(戦略②): 大槻班のモデル解析に加え、共感性が個体にとってどのように有利に働くかを調べることとし、公募班に片平班を採択した。
- ・ 動物モデルにおける共感性に関わる遺伝子/分子の多様性とその機能を解明する(戦略②): 村山班単独では壮大な研究課題であることから、モデル解析で大槻班、微細データ取得と解析に駒井班、行動モデル作成に菊水班、網羅的遺伝子解析で村山班が参画し、トリの情動伝染の遺伝子にしばり、同定を目指すことにした。
- ・ 共感性に関わる神経回路を同定する(戦略③): 上記①に該当するが、共通の課題を用いることで、比較解析の対象を明確にした。
- ・ その神経回路にて共感性に関与する遺伝子/分子群を明らかにする(戦略③): 菊水班では網羅的遺伝子発現解析を実施し、そこで炙り出された遺伝子群を村山班と亀田班が連携して、ヒトの共感スコアやゲーム課題におけるパラメータとの関連解析をすることとした。

指摘のあった霊長類研究は、前期に山本(チンパンジー)、横山(マーモセット)、後期に服部(チンパンジー)、横山、正水(マーモセット)を採択し、共感性の比較認知的視野を強化し、さらにヒト特異性の議論を深めた。「人文・社会科学系の研究強化」については、すでに亀田計画班で極めて活発に研究が進められているが、さらに公募研究「共感性の実証研究に関する道徳哲学・倫理学・科学哲学的考察」(中尾 央・山口大学)の採択により、哲学の観点からの共感性への接近が行われている。

亀田班の研究成果として、以下の2冊の本を刊行し、人文・社会科学系の研究と生物学・神経科学の研究との接合可能性を具体的に論じ、共感性の研究の人文・社会科学系の強化を推進した。

- ・ 亀田達也(編著)(2015)『“社会の決まり”はどのように決まるか(フロンティア実験社会科学第6巻)』 勁草書房
- ・ 山岸俊男・亀田達也(編著)(2014)『社会のなかの共存(岩波講座 コミュニケーションの認知科学 第4巻)』 岩波書店

【所見2】

共感性には相手を思いやるといった面だけではなく、例えば多様性の喪失や全体主義に繋がるなどネガティブな面もあることに留意し、双方の視点を持って研究を進めることが望ましい。

【対応状況】

共感性がポジティブ、ネガティブな両面をもつという指摘については、①ヒトの「高次共感」の中心的な要素である視点取得はそれ自体ニュートラルな認知能力であり、②搾取や操作を含む相手への戦略的な振る舞いに使われると同時に、「今ここ」を離れた未知の他者への利他行為を支える最重要の基盤でもあるという命題を、行動・認知・生理・脳科学実験を組み合わせることで組織的に検討した。その結果、情動的な共感性をもとにした他者への援助行動は、多くの場合に過剰な応答となり、合理的判断を阻害すること、さらに個体間の絆形成にかかわるオキシトシンが「内集団びいきのホルモン」としても作用すること、など共感性の負の側面

を世界に先駆けて明らかにしてきた。

<中間評価の所見等で指摘を受けた事項への対応状況>

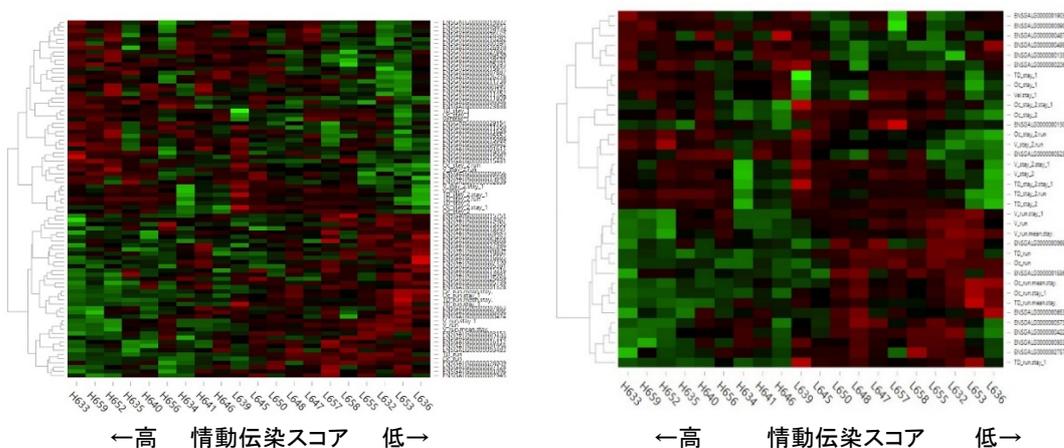
全体として着実に進展していること、ヒトとイヌの間の絆形成におけるオキシトシンの果たす役割の解明 (Science 2015)、研究領域内連携研究、共著論文の公表や若手研究者の育成の取り組みを充実している、など高く評価されたが、一点、以下のご指摘を受けた。

【所見 1】

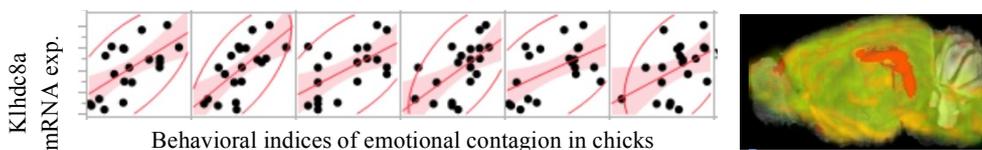
共感性に関与する遺伝子、分子群の同定や、その多様性と機能の解析については進捗がやや遅れている印象がある。研究期間内での目標達成のために、総括班や研究領域全体でのサポートを行うなど、十分な検討が望まれる。

【対応状況】

遺伝子解析班では、以下 2 点に注力して、大きな成果を上げた。1) ゲノムワイドな探索については、他の計画班 (比較認知班、進化理論班、神経科学班、行動解析班) の協力を得て、情動伝染の行動モデルとしてニワトリの雛における恐怖反応の伝染の応答性を測定する方法を世界に先駆けて確立した。本システムでは、ヒナの情動伝染が、身体的応答の同期化という現象を引き起こし、場合によっては圧死事後を起こす原因であることを見出した。身体同調の評価を行うに際し、駒井班の画像音声解析技術と、それを刺激元として用いる時空間制御システムの構築に成功した。またその際の運動変化をパラメトリック指標へと変換した。次に、本システムを用いて、20 羽のヒナの情動伝染スコアを計測し、その際に菊水班ならびに渡辺班が見出した情動伝染に関わる脳部位として Arcopallium 外側核 (LA; 哺乳類前帯状回に相似) と扁桃体 (Amy) を摘出、網羅的な遺伝子発現解析を行い、行動スコアと発現量に有意な相関のある遺伝子のリストを作成した。15,000 遺伝子のリスト中には、神経伝達や脂肪代謝に関わる遺伝子が含まれていた。特に *Klhdc8a* と *Nrxn3* などの自閉症や統合失調症のリスク遺伝子が強い関連性を示し、重要な候補遺伝子が絞り込めた (下図)。2) 候補遺伝子については、ヒトで関連が報告されているオキシトシン、バソプレシンの受容体遺伝子の周辺を中心に、多数の動物種において相同領域の多型を探索し、チンパンジー、ニホンザル、マーモセット、イヌ、ネコ、ウマ、ラクダ、イルカ、ジュウシマツにおいて、種を超えて共通な遺伝子型と行動との関連を見いだした。一部についてはホルモンレベルや培養細胞での機能解析においても、関連を強力にサポートする有意な結果を見いだした。以上のように、領域全体の力を総結させ、期待以上の成果を上げることに成功した。



LA (上図左) ならびに AMY (上図右) における情動伝染に関連する遺伝子群。15,000 の遺伝子発現との相関を調べ、LA では約 1,500 の遺伝子発現と AMY では約 800 の遺伝子発現と情動伝染に関連性が見出された。AMY における *Klhdc8a* の遺伝子発現は情動伝染スコアと高い正の相関を示した (下図左)。この遺伝子は神経新生と分化にかかわる遺伝子であり、マウスでは海馬や嗅球に発現が多く (Allen Brain Atlas, 下図右)、自閉症児由来の iPS 細胞の系で、常に高発現する、自閉症スペクトラム障害のリスク因子であった (Mariani et al. *Cell*, 2016)



5. 主な研究成果（発明及び特許を含む）〔研究項目ごとに計画研究・公募研究の順に整理する〕

（3ページ以内）

本研究課題（公募研究を含む）により得られた研究成果（発明及び特許を含む）について、新しいものから順に発表年次をさかのぼり、図表などを用いて研究項目ごとに計画研究・公募研究の順に整理し、具体的に記述してください。なお、領域内の共同研究等による研究成果についてはその旨を記述してください。記述に当たっては、**本研究課題により得られたものに厳に限ること**とします。

「2. 研究領域の設定目的の達成度」で詳しく述べたように、チーム間の活発なコラボレーションは本領域の最大の特徴であり、真に学際的・複合的な新学術領域の創出に成功した。以下では、こうした領域交叉的な連携研究を中心に主要な成果を述べる。なお（ ）内は、当該班の連携先班名である。公募班とのコラボの成果も同様に多岐にわたるが、紙幅の制約のため一部のみを抜粋する。

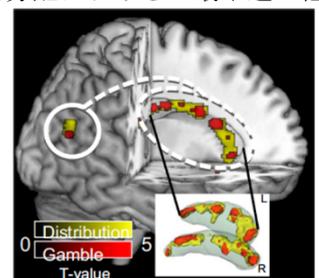
A01【渡辺班】 1) 共感性を二個体間の情動（快・不快）とその一致・不一致という4類型に整理し、マウスを対象とする行動生理学実験系を開発、4類型の存在をすべて確認した（菊水班、駒井班、佐藤班）。2) インコ、カラスなどの鳥類を対象に、共感性の機能としての“慰め・宥め”や食物分配が生じる生態因を解明した。一夫一妻の種ほど、他個体と闘争したつがい配偶個体が毛づくろいする宥め行動が生起しやすく、また、協同繁殖種ほど餌分配率が高いことを大規模な国際共同研究により見出した。一連の結果は、一夫一妻と協同繁殖が共感性の生態進化因であることを示唆し、ヒトと比較可能な生態学的視座を確立した（大槻班）。3) 高次共感性の認知基盤として、他個体の非協力行動を観察した場合の嫌悪反応を、サル、イヌ、ネコと比較し、オマキザルが第三者としての評価能力をもつことを世界で初めて見出した。イヌも飼い主に対し非協力的に振る舞う者を嫌悪する一方、ネコではこの傾向が認められないなど、同一の実験プラットフォームを用いた種間比較により高次共感の認知基盤を明らかにした（菊水班）。



A01【長谷川班】 個体発生班では共感性に関わる諸能力の発達過程様相および相互作用を明らかにした。1) 情動伝染・認知的情動の理解：乳児期後期における他者表情動画への自発的な模倣行動を発見、TD/ASD者間での差異を体系的に示した。イヌやオオカミでのあくびの伝播と社会的要因の寄与も発見し、系統発生的起源に関する重要な知見を得た（村山班）。2) 他者の「共感性」の理解：視線を含む他者の反応が5-6か月児期から行動学習の報酬となること、自他の知識の違いを踏まえて自発的に教示する傾向、及び事態に「気づいていない」第三者への関心が1歳半で出現することを示し、共感性の基盤として「自他の認識論的差異を縮減しようとする傾向」の発達という理論的展望を提示した（中尾班）。3) 協力行動と心理共有：他者からの分配を多く受けた幼児が第三者への分配を多く行うこと、TD/ASD者ともに援助者が好まれると予期すること、成人が強固に有する「計算高い」他者の排除傾向が4-5歳児では利他行動の頻度依存性も併せ持つことを示した（渡辺班）。また、協力成立に不可欠な非協力検知システムの初期発達に関する新規知見を得た。4) 一人称・三人称的な他者行動理解：物語の「因果応報」的結末に対する期待が成人では汎文化的に観察され7歳頃に出現することを示した。ヒト共感性の特徴として“*We*”概念の重要性を指摘し、資源分配時のTD/ASD者間の相違を他者意図理解方略の視点から解明した。他者の顔探索課題におけるオキシトシンの関連を明らかにした（菊水班、開班）。また、イヌ、ネコ、ウマ、ニホンザルの社会行動とその遺伝子多型との関連も明らかにし、共感性の系統発生的起源、遺伝学的基盤の解明に貢献した（渡辺班、菊水班、村山班）。

■ここを自他を「まざる」システムと「わかつ」システムからなる複合的な情報処理システムと捉え、それぞれに異なる進化的背景を想定した上で、「まざる」システムの反映として共感、「わかつ」システムの反映として同情を位置づける⇒「二源合流仮説」の提示

A01【亀田班】 ヒト社会における共感性の機能について設定目的を上回る達成を納めた。1) 社会的相互作用場面における共感の認知・神経機構の作用様態の解明：「共感＝他者の痛みへの思いやり」という素朴信念に反し、社会的な認知を伴う共感性は、「痛み情動伝染」とはまったく異なる脳活動を伴うことを示した。一連の行動・認知・fMRI実験と計算論モデルから、①競争的場面で相手の行動を予測するための戦略的モデルの形成に関わる脳部位として右側頭頭頂接合部（RTPJ）を同定し、②同じ脳部位が社会的分配における「最不遇の他者」への共感的配慮にも関与することを明らかにした（Proc Natl Acad Sci, 2016）。この成果は、“文理融合の模範例”として、経済学・政治学・心理学・哲学倫理学・神経科学等の学会やメディアで広く注目された。また、自分の所属する「内集団」に対するホットで暖かい情動的共感が、遠隔地の被災者を含む「外集団」への援助行為においてはむしろ非効率な結果をもたらすこと、バソプレシンが内集団結束を高める一方、外集団への先制攻撃傾向を促進すること（菊水班）等々、相手との相互依存状況に応じた共感の正負の作用様態について、多くの国際的な先端知見を得た。2) 共感性を通じたヒトの社会的ニッチ構築の解明：同一被験



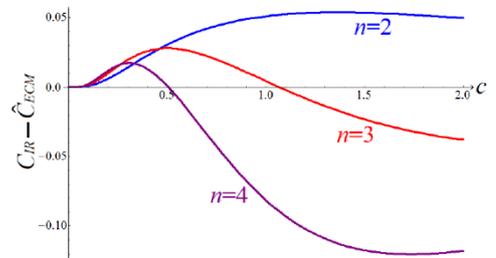
者に多様な実験ゲームをテストバッテリーとして課すことで、協力行動を通底する共通の行動次元を抽出した。その上で、①Voxel based morphometry による被験者の脳灰白質構造の計測により DLPFC の容量がゲームにおける戦略行動の個人差と相関すること (Proc Natl Acad Sci, 2016)、②テストステロンが社会規範と社会的地位に関する集団秩序の維持に係わること (Sci Rep, 2016)、③信頼行動に係わる遺伝子としてオキシトシン受容体遺伝子 OXTR rs53576 の特定に世界で初めて成功するなど (村山班との共同研究: PloS ONE, 2015)、共感性や信頼の個人差と社会的ニッチ構築との関係を解明した。

A01【公-横山班】 コモンマーマセットの脳機能イメージングから、共感性に係る隔離音声受容に関連する脳回路と共感性に関わる候補遺伝子を明らかにした (村山班)。また、世界で初めて、オキシトシン受容体特異的 PET トレーサーの開発に成功した。**【公-開班】** デジタルおしゃぶりの開発によって、乳児の能動性を活かした新しい実験パラダイムを構築した。脳活動計測に関しては、成人の「正義」に類似する行動が発達初期で存在することを明らかにした (Nat Human Behav, 2017)。**【公-山本班】** 4種 (ボノボ、チンパンジー、ウマ、イヌ) を対象とする2元アプローチ (飼育下での実験研究と自然環境下での観察研究の組み合わせ) という世界的にユニークな研究パラダイムを確立、協力や利他行動の発現に関わる生態要因を明らかにし、共感性の進化様態に関する重要な洞察を得た。

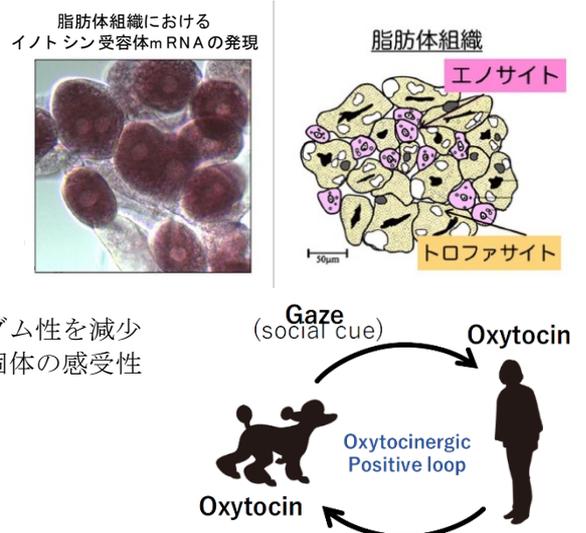
B01【村山班】 共感性に関与する遺伝子を探索し、その機能を種横断的に比較し進化的背景を探った。また、他の7つの計画研究班、および公募の横山班、野村班、小出班との連携により、動物での研究成果とヒトでの研究成果を、機能遺伝子の働きから検討した。1) 共感性遺伝子の網羅的解析: ニワトリの恐怖情動伝染のモデル作成に世界で初めて成功した。情動伝染による逃避行動が多い個体では、哺乳類の ACC に相当する脳部位で神経伝達や脂肪代謝に関わる特異的な遺伝子の発現上昇を確認、特に *Klhdc8a* と *Nrxn3*, *NRXN* などの自閉症や統合失調症のリスク遺伝子が強い関連性するなど、重要な候補遺伝子が絞り込めた (駒井班、菊水班)。2) 共感性の個体差を生み出すゲノム基盤: 霊長類や食肉目、ウマ、鳥類を対象に、共感性行動とオキシトシン、バソプレシンの受容体など、ヒトで関連が報告されている候補遺伝子の個体差を解析し、これらの遺伝子が種を超えて共感行動に影響することを見出した (渡辺班、長谷川班)。特にヒトでは、信頼行動に関わる遺伝子としてオキシトシン受容体遺伝子 *OXTR* rs53576 の特定に成功した (亀田班)。また関連遺伝子の種間比較を通して、共感性の進化を解明した。例として、犬のヒトの意図理解 (訓練能) やニホンザルの融和的毛づくろい行動にオキシトシン受容体遺伝子が関連することを見出した (長谷川班)。



B01【大槻班】 1) 情動伝染が適応的となる生態学的条件の解明: 情動伝染の集団的帰結を探るため、二個体から多個体へとモデルを拡張した。数理解析の結果、情動伝染という反応特性はグループサイズが小さい時に限って進化可能であり、グループサイズの増大は情動伝染が集団に定着後に生じるという進化的予測を得た。2) ヒトの共感性の適応的基盤の解明: 「自分が協力されたのでほかの相手に恩を送る (協力する)」というヒトに特徴的な恩送り行動 (upstream reciprocity) を正の共感性の1つの発現と捉え、その進化条件を数理的に検討した。解析から、「以前に協力された恩を長く覚えている」という戦略は進化不可能で、「恩義を覚えている期間は短く冷めやすい」タイプの共感性のみが進化可能であることを見出した。3) 同調性が向社会性を進化させるメカニズムの解明: 協力の進化モデルにおいてテストベッドとされる「社会的ジレンマ」を用い、共感性の1つの発現である「他者への同調傾向」がジレンマを解決することを数理的に明らかにした。また子育てにおける負の介入である「子殺し」を、成長が見込めない子供の将来への悲観的共感と捉え、その生態学的機序について、明治・大正期の人口動態統計から組織的に検討した。

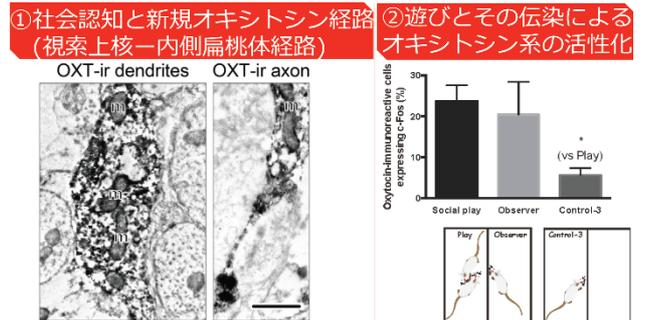


B01【公-古藤班】 社会性昆虫であるアリにおけるオキシトシン-バソプレシンファミリーペプチド、及びその受容体の組織学的な発現解析を行い、①オキシトシンやバソプレシンのホモログであるイノトシンの発現が社会的階級によって異なり、とくに労働アリで高いこと、②イノトシンは水分の保持に加え、社会的な個体識別に重要な体表炭化水素の制御を担い、結果的に「内集団」形成機能をもつことを示した。**【公-片平班】** 情動伝染が行動に及ぼす影響及びその機能的意義を、ラットを用いた行動実験と、行動データの計算論モデリングにより検討した。情動伝染は選択のランダム性を減少させ、過去の経験に基づく選択を促進すること、および電撃への個体の感受性を弱めることを示した。



C01【菊水班】 1) 情動伝染神経回路と分子の同定：恐怖時の尿の匂い、音声、映像を提示することでマウスにすくみ行動が生じる一方、モザイク処理をした動画や尿刺激無し条件では消失したことから、マウスの情動伝染では視覚と嗅覚が関与することを明らかにした(小出班)。逆行性トレーサーにより ACC の投射先が PAG であること、ACC-PAG を薬理遺伝学的に抑制すると情動伝染が抑制されることから、げっ歯類の痛み情動伝染には ACC-PAG が関わることを明らかにした(犬束班、尾仲班)。さらに、TRPV1 が痛み伝達の中枢回路に発現し、この遺伝子欠損マウスでは情動伝染が抑制されることから、TRPV1 が情動伝染に関わる分子であることを明らかにした。2) 発達期オキシトシンの情動伝染機能に及ぼす影響の解析：早期母子分離モデルを用いて成長後の痛み情動伝染を評価したところ、早期離乳マウスでは情動伝染が減弱したことから、幼少期に母子間で情動伝染の機能が獲得されることが示された(尾仲班)。母子間の皮膚接触時間に応じて、ACC にオキシトシンが分泌されていることを見出した。この発達期の帯状回オキシトシン神経系の遮断により、成長後の社会性や共感性が障害された(犬束班、尾仲班)。3) オキシトシンの共感性に果たす役割の系統発生的役割の解明：ヒトイヌのインタラクション時のオキシトシン分泌量を尿中から測定したところ、両者の見つけ合いを介してオキシトシン濃度が共に上昇した(尾仲班、*Science*, 2015：サイエンス誌の表紙を飾り、650 を超える内外メディアで紹介された)。また情動的な涙の機能を解析し、飼い主との再会場でイヌが情動的な涙を出すこと、この涙はオキシトシンの上昇を介することを明らかにした。(尾仲班、西森班)。

C01【尾仲班】 1) 共感性の基盤となる社会的な記憶は、視床下部視索上核樹状突起-内側扁桃体経路のオキシトシン回路が仲介することを明らかにした(*Biol Psychiatry*, 2017)。2) 快の情動刺激による情動伝染モデルを、ラットの遊び行動系を用いて世界で初めて確立し、遊び行動中に視床下部室傍核後部のオキシトシン産生ニューロンが活性化していることを見出した。3) マウスを用いた“慰め”行動のモデルを作成した。新たなオキシトシン神経回路である視床下部室傍核-視床下部腹内側核腹外側部、視床下部室傍核-腹外側中心灰白質回路を見出し、社会的敗北ストレスが、これらの神経回路によることを見出した(*Endocrinology*, 2018)。オキシトシン受容体系の阻害実験によりオキシトシン受容体系の活性化が、社会的敗北姿勢の表出とケージ仲間に対する慰め様行動の表出に共に促進的に働くことを見出した。このことは、情動伝染に限定されない共感の動物モデルの作成に成功し、その時の神経ペプチド回路の働きを明らかにしたことを意味する。4) さらに、思春期に快の接触刺激をラットに与えることにより、接触刺激を与えた人間の実験者に対する絆様の関係性の形成に成功した。このラットは、実験者が他の個体に対し快の接触刺激を与えると不快情動発声を示した。従って、ラットを用いた“妬み”行動実験モデルという新たなモデルを作成できたと考えられる。さらに、遊びを含む社会的刺激を思春期に剥脱すると他個体の快の情動発声に対し接近行動を示さないことを見出した。以上から、オキシトシン神経回路を活性化させるような思春期の経験は、成熟後の他個体の快の情動表出に対する行動に大きな影響を及ぼすことが示唆された。



C01【駒井班】 1) 光遺伝学による情動回路の操作：有用な光感受性ベクターを複数確立した。光学系の構築は完了し、実際の脳への導入方法についても確立した。四足動物の行動課題を標準化し、コンピュータビジョンによるデータ収集条件の確立、個体情報の特徴量抽出並びに情動行動の評価を実施し、複数の動物種に適用可能なシステムの構築に成功した。さらにマーモセット、ヒトなどの種において特徴量の選定に成功し、ヒト上半身の行動抽出から表情抽出までを可能にした。2) 認知過程観測・操作のための光学系の高速度化と改良：カスタマイズ可能なセミ・コマーシャル二光子レーザー走査顕微鏡を稼働した。この顕微鏡を利用し、ファイバーや GRIN レンズなどの深部観測用機器の導入を行うための部材を選定し、タイ王国の共同研究者と共に覚醒動物での光学計測系を確立しつつある。

C01【公-佐藤班】 ラット援助行動の実験パラダイムを確立し、前部帯状皮質およびオキシトシンの関与を示した。**【公-犬束班】** 神経回路特異的な活動操作・活動記録を介して共感性発現を支える神経基盤を解析、共感性に関わる行動・生理応答を個別の神経回路活動と結びつけることに成功した(*Science*, 2016)。**【公-岡沢班】** fMRI により、腹側内側前頭前野 (aMPFC) は自他に関わらず共感性機能を有するのに対し、後部帯状回 (PCC) から脳梁膨大部皮質 (RSC) は他者への共感性のみに関与することを明らかにした。**【公-正水班】** マーモセット用の向社会行動課題を構築し、頭部固定状態のマーモセットで課題実行時に *in vivo* 2 光子カルシウムイメージングを行う系を確立した。**【公-吉田班】** 生後発達環境とセロトニン(5-HT)関連分子が共感様行動に関与し、とくに成熟期の共感様行動には 5-HT_{2C} 受容体が深く関与することを見出した。**【公-小出班】** 野生系統である MSM を用い、視覚・聴覚・嗅覚情報を提示する再生実験法を確立した。

6. 研究成果の取りまとめ及び公表の状況（主な論文等一覧、ホームページ、公開発表等）（5 ページ以内）

本研究課題（公募研究を含む）により得られた研究成果の公表の状況（主な論文、書籍、ホームページ、主催シンポジウム等の状況）について具体的に記述してください。記述に当たっては、本研究課題により得られたものに厳に限ることとします。

- 論文の場合、新しいものから順に発表年次をさかのぼり、研究項目ごとに計画研究・公募研究の順に記載し、研究代表者には二重下線、研究分担者には一重下線、連携研究者には点線の下線を付し、corresponding author には左に*印を付してください。
- 別添の「(2) 発表論文」の融合研究論文として整理した論文については、冒頭に◎を付してください。
- 補助条件に定められたとおり、本研究課題に係り交付を受けて行った研究の成果であることを表示したもの（論文等の場合は謝辞に課題番号を含め記載したもの）について記載したもののについては、冒頭に▲を付してください（前項と重複する場合は、「◎▲・・・」と記載してください）。
- 一般向けのアウトリーチ活動を行った場合はその内容についても記述してください。

主な論文

【A01】渡辺班：（下記を含む全 68 報 全て査読付き）

- ▲*Watanabe S. Social inequality aversion in mice: Analysis with stress-induced hyperthermia and behavioral preference. *Learn Motiv.* (2017) 59: 38-46.
- ▲*Kosaki Y., Watanabe S. Conditioned social preference, but not place preference, produced by intranasal oxytocin in female mice. *Behav Neurosci.* (2016) 130: 82-195.
- ◎▲*Watanabe S., Shinozuka K., Kikusui T. Preference for and discrimination of videos of conspecific social behavior in mice. *Anim Cogn.* (2016) 19: 523-531. （菊水計画班との共著論文）
- ▲*Watanabe S. Common experience modifies the reinforcing properties of methamphetamine-injected cage mates but not morphine-injected cage mates in C57 mice. *Behav Pharmacol.* (2015) 26:636-641.
- ▲*Watanabe S. The dominant/subordinate relation between mice modifies the approach behavior toward a cage mate experiencing pain. *Behav Processes* (2014) 103:1-4.
- ▲*Anderson JR., Bucher B., Kuroshima H., Fujita K. Evaluation of third-party reciprocity by squirrel monkeys (*Saimiri sciureus*) and the question of mechanisms. *Anim Cogn.* (2016) 19:813-818.
- ▲*Chijiwa H., Kuroshima H., Hori Y., Anderson JR., Fujita K. Dogs avoid people who behave negatively to their owner: third-party affective evaluation. *Anim Behav.* (2015) 106:123-127.
- ◎▲*Nomura T., *Izawa E-I. Avian brains: insights from development, behaviors and evolution. *Dev Growth Differ.* (2017) 59: 244-257. （野村公募班との共著論文）
- ▲*Yuko I., Watanabe S., Izawa E-I. Reconciliation and third-party affiliation in pair-bond budgerigars (*Melopsittacus undulatus*). *Behaviour* (2016) 153:1173-1193.
- ◎▲*Ode M., Asaba A., Miyazawa E., Mogi K., Kikusui T., *Izawa E-I. Sex-reversed correlation between stress levels and dominance rank in a captive non-breeder flock of crows. *Horm Behav.* (2015) 73: 131-134. （菊水計画班との共著論文）

長谷川班（下記を含む全 45 報 3 報を除き全て査読付き）

- ▲*Nakamura K., Takimoto A., Hasegawa T. Cross-modal perception of human emotion in the domestic horse (*Equus caballus*) *Scientific Reports* (in press)
- ▲*Akechi H., Kikuchi Y., Tojo Y., Hakarino K., Hasegawa T. Mind perception and moral judgment in autism. *Autism Research* (2018) (in press)
- ◎▲*Inoue Y., Takahashi T., Burriss RP., Arai S., Hasegawa T., Yamagishi T., *Kiyonari T. Testosterone promotes either dominance or submissiveness in the Ultimatum Game depending on players' social rank. *Scientific Reports* (2017) 7: e5335 （亀田計画班との共著論文）
- *Meng X., Uto Y., Hashiya K. Observing Third-Party Attentional Relationships Affects Infants' Gaze Following: An Eye-Tracking Study. *Front. Psychol.* (2016) 7: 02065
- *Akechi H., Stein T., Kikuchi Y., Tojo Y., Osanai H., Hasegawa T. Preferential awareness of protofacial stimuli in autism. *Cognition* (2015) 143 : 129-134 （国際共著論文）
- ◎*Romero T., Nagasawa M., Mogi K., Hasegawa T., Kikusui T. Intranasal administration of oxytocin promotes social play in domestic dogs. *Communicative & Integrative Biology* (2015) 8 (3): e1017157 （菊水計画班との共著論文）
- *Romero T., Ito M., Saito A., Hasegawa T. Social Modulation of Contagious Yawning in Wolves. *PLoS ONE* (2014) 9 (8): e105963.
- ◎*Saito A., Hamada H., Kikusui T., Mogi K., Nagasawa M., Mitsui S., Higuchi T., Hasegawa T., Hiraki K. Urinary oxytocin positively correlates with performance in facial visual search in unmarried males, without specific reaction to infant face. *Frontiers in Neuroscience* (2014.7) 29: 217. （菊水計画班、開公募班との共著論文）
- ◎*Romero T., Nagasawa M., Mogi K., Hasegawa T., Kikusui T. Oxytocin promotes social bonding in dogs. *Proc Natl Acad Sci U S A.* (2014.6) 111(25): 9085-9090. （菊水計画班との共著論文）
- *Usui S., Senju A., Kikuchi Y., Akechi H., Tojo Y., Osanai H., Hasegawa T. Presence of contagious yawning in children with autism spectrum disorder, *Autism research and treatment* (2013): 971686 (8 pages) （国際共著論文）

亀田班 (下記を含む全 41 報 全て査読付き)

- ▲Jayles B, Kim H, Escobedo R, Cezeza S, Blanchet A, Kameda T, Sire C, *Theraulaz G. How social information can improve estimation accuracy in human groups. *Proc Natl Acad Sci.* (2017) 114: 12620-12625. (国際共著論文)
- Tindale RS, *Kameda T. Group decision-making from an evolutionary/adaptationist perspective. *Group Process Interg.* (2017) 20: 669-680. (国際共著論文)
- ▲Toyokawa W, Saito Y, *Kameda T. Individual differences in learning behaviours in humans: Asocial exploration tendency does not predict reliance on social learning. *Evol Hum Behav.* (2017) 38: 325-333.
- *Wu J, Balliet D, Tybur JM, Arai S, Van Lange PAM, Yamagishi T. Life history strategy and human cooperation in economic games. *Evol. Hum. Behav.* (2017) 38: 496-505. (国際共著論文)
- Fermin ASR, Sakagami M., Kiyonari T, Li Y, Matsumoto Y, *Yamagishi T. Representation of economic preferences in the structure and function of the amygdala and prefrontal cortex. *Sci Rep.* (2016) 6: 20982.
- ◎▲*Kameda T, Inukai K, Higuchi S, Ogawa A, Kim H, Matsuda T, Sakagami M. Rawlsian maximin rule operates as a common cognitive anchor in distributive justice and risky decisions. *Proc Natl Acad Sci.* (2016) 113: 11817-11822.
- Matsumoto Y, *Yamagishi T, Li Y, Kiyonari T. Prosocial behavior increases with age across five economic games. *PLoS ONE* (2016) 11: e0158671
- ▲Murata A, Saito H, Schug J, Ogawa K, *Kameda T. Spontaneous facial mimicry is enhanced by the goal of inferring emotional states: Evidence for moderation of “automatic” mimicry by higher cognitive processes. *PLoS ONE* (2016)11: e0153128.
- *Yamagishi T, Takagishi H, Fermin ASR, Kanai R, Li Y, Matsumoto Y. (2016). Cortical thickness of the dorsolateral prefrontal cortex predicts strategic choices in economic games. *Proc Natl Acad Sci.* (2016) 113: 5582-5587.
- ◎▲Nishina K, Takagishi H, Inoue-Murayama M, Takahashi H, *Yamagishi T. Polymorphism of the oxytocin receptor gene modulates behavioral and attitudinal trust among men but not women. *PloS ONE.* (2015) 10: e0137089. (村山計画班との共著論文)
- Toyokawa W, Kim H, *Kameda T. Human collective intelligence under dual exploration-exploitation dilemmas. *PLoS ONE.* (2014) 9: e95789.

公募班 (下記を含む全 59 報 2 報を除き全て査読付き)

- ◎▲*Kanakogi Y, Inoue Y, Matsuda G, Butler D, Hiraki K, Myowa-Yamakoshi M. Preverbal infants affirm third-party interventions that protect victims from aggressors. *Nature Human Behaviour* (2017.1.30)1:0037
- ▲*Ohki T, Gunji A, Takei Y, Takahashi H, Kaneko Y, Kita Y, Hironaga N, Tobimatsu S, Inagaki M, Kamio Y, Hanakawa T, Hiraki K. Neural oscillations in the temporal pole for a temporally congruent audio-visual speech detection task. *Scientific Reports* (2016) 6:37973.
- ▲Yamamoto S. Primate empathy: three factors and their combinations for empathy-related phenomena. *WIREs Cognitive Science* (2017) 8(3): e1431
- ▲板倉昭二、開一夫 乳児における共感の発達 -その認知基盤と神経基盤- *心理学評論*(2015) 58(3) 345-356.
- *Masataka N, Perlovsky L, Hiraki K. Near-infrared spectroscopy (NIRS) in functional research of prefrontal cortex. *Frontiers in Human Neuroscience* (2015) 9: 274. (国際共著論文)
- 中尾 央 共感・共感的配慮と道徳性. *心理学評論* (2015) 58 (2): 236-248.
- 瀧本彩加、山本真也 共感関連現象を説明する組み合わせモデルとヒト以外の霊長類における事例 *心理学評論* (2015) 58 (3) 255-270. (in Japanese with English Summary)
- *Yamamoto, S. Non-reciprocal but peaceful fruit sharing in the wild bonobos of Wamba. *Behaviour* (2015) 152: 335-357.
- *Hare B, Yamamoto S. Moving bonobos off the scientifically endangered list. *Behaviour* (2015) 152: 247-258. (国際共著論文)
- Susaki EA, Tainaka K, Perrin D, Kishino F, Tawara T, Watanabe TM, Yokoyama C, Onoe H, Eguchi M, Yamaguchi S, Abe T, Kiyonari H, Shimizu Y, Miyawaki A, Yokota H, *Ueda HR. Whole-brain imaging with single-cell resolution using chemical cocktails and computational analysis. *Cell.* (2014.4) 157(3): 726-739.

[B01] 村山班 (下記を含む全 41 報 全て査読付き)

- ◎▲Inoue-Murayama M, Yokoyama C, Yamanashi Y, *Weiss A: Common marmoset (*Callithrix jacchus*) personality, subjective well-being, hair cortisol level and *AVPR1a*, *OPRM1*, and *DAT* genotypes. *Scientific Reports* (in press) (国際共著論文)
- ◎▲*Konno A, Inoue-Murayama M, Yabuta S, Tonoike A, Nagasawa M, Mogi K, Kikusui T. Effect of Canine Oxytocin Receptor Gene Polymorphism on the Successful Training of Drug Detection Dogs, *Journal of Heredity* (2018) (in press)
- ◎▲*Wilson VAD, Inoue-Murayama M, Weiss A. A Comparison of Common and Bolivian Squirrel Monkey Personality. *J Comp Psychol.* (2018) 132(1): 24-39. (国際共著論文)
- ▲*Abe H, Aoya D, Takeuchi H, Inoue-Murayama M. Gene expression patterns of chicken. *Neuregulin 3* in association with copy number variation and frameshift deletion. *BMC Genetics* (2017) 18(1): 69.

- ◎▲*Arahoiri M, Inoue-Murayama M, Fujita K. Cat breed differences in microsatellites adjacent to oxytocin receptor gene (*OXTTR*) and vasopressin receptor gene (*AVPR1A*). *Frontiers in Psychology* (2017) 8: 2165.
- ◎▲*Wilson V, Weiss A, Humle T, Morimura N, Udono T, Idani G, Matsuzawa T, Hirata S, Inoue-Murayama M: Chimpanzee Personality and the Arginine Vasopressin Receptor 1A Genotype. *Behavior Genetics* (2017) 47(2): 215-226. (国際共著論文)
- ▲*Konno A, Romero T, Inoue-Murayama M, Saito A, Hasegawa T. Dog Breed Differences in Visual Communication with Humans. *PLoS ONE* (2016) 11(10): e0164760.
- ▲Abe H, *Inoue-Murayama M. Structural variation of G protein-coupled receptor in birds. *Receptors & Clinical Investigation* (2014)1: 200-207.

大槻班 (以下を含む全 23 報 全て査読付き)

- ▲*Ohtsuki H. Evolutionary dynamics of coordinated cooperation. *Front Ecol Evol.* (2018) (in press)
- ▲*Nakahashi W, Ohtsuki H. Evolution of emotional contagion in group-living animals. *J Theor Biol.* (2018) 440:12-20.
- ▲*Oya G, Ohtsuki H. Stable polymorphism of cooperators and punishers in a public goods game. *J Theor Biol.* (2017) 419:243-253.
- ◎▲*Inaba M, Takahashi N, Ohtsuki H. Robustness of linkage strategy that leads to large-scale cooperation. *J Theor Biol.* (2016) 409:97-107.
- ▲*Nakamura M, Ohtsuki H. Optimal decision rules in repeated games where players Infer an opponent's mind via simplified belief calculation. *Games.* (2016) 7(3):19.
- ◎▲Tanaka H, Ohtsuki H, *Ohtsubo Y. The price of being seen to be just: an intention signalling strategy for indirect reciprocity. *Proc Biol Sci.* (2016) 283(1835):20160694.
- ◎▲Tonoike A, *Nagasawa M, Mogi K, Serpell JA, Ohtsuki H, Kikusui T. Comparison of owner-reported behavioral characteristics among genetically clustered breeds of dog (*Canis familiaris*). *Sci Rep.* (2015) 5:17710
- ▲*Sekiguchi T, Ohtsuki H. Effective group size of majority vote accuracy in sequential decision-making. *Jpn J Ind Appl Math.* (2015) 32(3):595-614.
- ▲*Nakahashi W, Ohtsuki H. When is emotional contagion adaptive? *J Theor Biol.* (2015) 380: 480-488.
- ◎*So KHZ, Ohtsuki H, Kato T. Spatial effect on stochastic dynamics of bistable evolutionary games. *J Stat Mech.* (2014) P10020.

公募班 (下記を含む全 16 報 内 2 報を除き全て査読付き)

- ◎*Mizoguchi H, Katahira K, Inutsuka A, Fukumoto K, Nakamura A, Wang T, Nagai T, Sato J, Sawada M, Ohira H, Yamanaka A, Yamada K. Insular neural system controls decision-making in healthy and methamphetamine-treated rats. *Proc Natl Acad Sci.* (2015)112 (29): E3930-E3939 (B01片平班、C01犬東班他による共著論文)
- ▲*Koto A, Mersch D, Hollis B, Keller L. Social isolation causes mortality by disrupting energy homeostasis in ants. *Behavioral Ecology and Sociobiology* (2015) 69 (4) : 583-591. (国際共著論文)

[C01] 菊水班 (下記を含む全 54 報 全て査読付き)

- ◎▲Kikusui T, Kajita M, Otsuka N, Hattori T, Kumazawa K, Watarai A, Nagasawa M, Inutsuka A, Yamanaka A, Matsuo N, Covington HE 3rd, *Mogi K. Sex differences in olfactory-induced neural activation of the amygdala. *Behav Brain Res.* (2018) 346:96-104.
- ▲Hattori T, Osakada T, Masaoka T, Ooyama R, Horio N, Mogi K, Nagasawa M, Haga-Yamanaka S, Touhara K, *Kikusui T. Exocrine Gland-Secreting Peptide 1 Is aKey Chemosensory Signal Responsible for the Bruce Effect in Mice. *Curr Biol.* (2017) 27(20):3197-3201
- ◎▲Nagasawa M, Ogawa M, Mogi K, *Kikusui T. Intranasal Oxytocin Treatment. Increases Eye-Gaze Behavior toward the Owner in Ancient Japanese Dog Breeds. *Front Psychol.* 2017 Sep 21;8:1624.
- Inokuchi K, Imamura F, Takeuchi H, Kim R, Okuno H, Nishizumi H, Bito H, Kikusui T, *Sakano H. Nrp2 is sufficient to instruct circuit formation of mitral-cells to mediate odour-induced attractive social responses. *Nat Commun.* (2017) 21; 8:15977.
- Saito H, Nishizumi H, Suzuki S, Matsumoto H, Ieki N, Abe T, Kiyonari H, Morita M, Yokota H, Hirayama N, Yamazaki T, Kikusui T, Mori K, *Sakano H. Immobility responses are induced by photoactivation of single glomerular species responsive to fox odour TMT. *Nat Commun.* (2017) 8:16011.
- ◎Okabe S, Tsuneoka Y, Takahashi A, Ooyama R, Watarai A, Maeda S, Honda Y, Nagasawa M, Mogi K, Nishimori K, Kuroda M, Koide T, *Kikusui T. Pup exposure facilitates retrieving behavior via the oxytocin neural system in female mice. *Psychoneuroendocrinology.* (2017) 79: 20-30. (菊水班、西森班、小出班との共著論文)
- ◎▲Mogi K, Takakuda A, Tsukamoto C, Ooyama R, Okabe S, Koshida N, Nagasawa M, *Kikusui T. Mutual mother-infant recognition in mice: The role of pup ultrasonic vocalizations. *Behav Brain Res.* (2017) 325:138-146.
- ▲Hattori T, Osakada T, Matsumoto A, Matsuo N, Haga-Yamanaka S, Nishida T, Mori Y, Mogi K, Touhara K, *Kikusui T. Self-Exposure to the Male Pheromone ESP1 Enhances Male Aggressiveness in Mice. *Curr Biol.* (2016) 26:1229-34.
- ◎▲Katayama M, Kubo T, Mogi K, Ikeda K, Nagasawa M, *Kikusui T. Heart rate variability predicts the emotional state in dogs. *Behav Processes.* (2016) 128:108-12.

- ◎▲ Tonoike A, Nagasawa M, Mogi K, Serpell JA, Ohtsuki H, *Kikusui T. Comparison of owner-reported behavioral characteristics among genetically clustered breeds of dog (*Canis familiaris*). *Sci Rep.* (2015) 5:17710.
- Takahashi T, Okabe S, Broin PÓ, Nishi A, Ye K, Beckert MV, Izumi T, Machida A, Kang G, Abe S, Pena JL, Golden A, Kikusui T, *Hiroi N. Structure and function of neonatal social communication in a genetic mouse model of autism. *Mol Psychiatry.* (2016) 21(9):1208-14.
- ◎▲ Nagasawa M, Mitsui S, En S, Ohtani N, Ohta M, Sakuma Y, Onaka T, Mogi K, *Kikusui T. Social evolution. Oxytocin-gaze positive loop and the coevolution of human-dog bonds. *Science.* (2015) 348(6232):333-6.
- ▲ Mogi K, Ooyama R, Nagasawa M, *Kikusui T. Effects of neonatal oxytocin manipulation on development of social behaviors in mice. *Physiol Behav.* (2014) 133:68-75.

尾仲班 (下記を含む全 30 報 内 19 報査読付き)

- ◎▲ Nasanbuyan N, Yoshida M, Takayanagi Y, Inutsuka A, Nishimori K, Yamanaka A, *Onaka T. Oxytocin-oxytocin receptor systems facilitate social defeat posture in male mice. *Endocrinology* (2018) 159(2):763-775. (犬東公募班、西森公募班他との共著論文)
- ▲ Takayanagi Y, Yoshida M, Takashima A, Takanami K, Yoshida S, Nishimori K, Nishijima I, Sakamoto H, Yamagata T, *Onaka T. Activation of supraoptic oxytocin neurons by secretin facilitates social recognition. *Biol Psychiatry.* (2017) 81(3): 243-251.
- ▲ Okabe S, Yoshida M, Takayanagi Y, *Onaka T. Activation of hypothalamic oxytocin neurons following tactile stimuli in rats. *Neuroscience Letters* (2015) 600: 22-27.
- ◎ Nagasawa M, Mitsui S, En S, Ohtani N, Ohta M, Sakuma Y, Onaka T, Mogi K, *Kikusui T. Oxytocin-gaze positive loop and the coevolution of human-dog bonds. *Science* (2015) 348(6232): 333-336. (菊水班との共著論文)
- ▲ Yoshida M, Takayanagi Y, *Onaka T. The medial amygdala - medullary PrRP-synthesizing neuron pathway mediates neuroendocrine responses to contextual conditioned fear in male rodents. *Endocrinology* (2014) 155(8): 2996-3004.

駒井班 (下記を含む全 20 報 全て査読付き)

- Lissek T, Adams M, Komai S, *Mazahir TH, et al. Building Bridges through Science. *Neuron.* (2017) 96(4): 730-735. (国際共著論文)
- ▲ Yokota S, Suzuki Y, Hamami K, Harada A, *Komai S. Sex differences in avoidance behavior after perceiving potential risk in mice. *Behav Brain Funct.* (2017) 13(1): 9.
- ▲ Furusho Y, Kubo T, *Ikeda K. Roles of pre-training in deep neural networks from information theoretical perspective. *Neurocomputing* (2017) 248: 76-79.
- ▲ Arai MD, Zhan B, Maruyama A, Harada AM, Horinouchi K, *Komai S. Enriched Environment and Mash 1 Suppress the Differentiation of Neural Stem Cells into Inhibitory Neurons after transplantation into the Adult Somatosensory Cortex. *J. Neurol. Sci.* (2017) 373: 73-80
- van Welie I, Roth A, Ho SSN, Komai S, *Hausser M. Conditional spike transmission mediated by electrical coupling ensures millisecond precision correlated activity among interneurons in vivo. *Neuron* (2016) 90: 810-823 (国際共著論文)
- ▲ *Burdelis M, *Ikeda K. Estimating passive dynamics distributions and state costs in linearly solvable Markov decision processes during Z learning execution, *SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration* (2014.1) 7: 148-154.

公募班 (以下を含む全 60 報 内 8 報を除き全て査読付き)

- Galbusera A, De Felice A, Stefano G, Bassetto G, Maschietto M, Nishimori K, Chini B, Papaleo F, Vassanelli S, *Gozzi A. Intranasal Oxytocin and Vasopressin Modulate Divergent Brainwide Functional Substrates. *Neuropsychopharmacology* (2017) 42: 1420-1434 (国際共著論文)
- Inutsuka A, Yamashita A, Chowdhury S, Naka J, Ohkura M, Taguchi T, *Yamanaka A. The integrative role of orexin/hypocretin neurons in nociceptive perception and analgesic regulation. *Scientific Reports* (2016) 1-15
- Miyamoto D, Hirai D, Chung C, Fung A, Inutsuka A, Odagawa M, Suzuki T, Boehringer R, Adaikkan CK, Matsubara C, Matsuki N, Fukai T, McHugh TJ, Yamanaka A, *Murayama M. Top-down cortical input during NREM sleep consolidates perceptual memory. *Science* (2016) 352:1315-1318.
- ▲ *Matsunaga M, Kawamichi H, Umemura T, Hori R, Shibata E, Kobayashi F, Suzuki K, Ishii K, Ohtsubo Y, Noguchi Y, Ochi M, Yamasue H, Ohira H. Neural and Genetic Correlates of the Social Sharing of Happiness. *Front. in Neurosci.* (2017) 11:718.
- *Kawamichi H, Yoshihara K, Sugawara SK, Matsunaga M, Makita K, Hamano YH, Tanabe HC, Sadato N. Helping behavior induced by empathic concern attenuates anterior cingulate activation in response to others' distress. *Social Neuroscience.* (2016) 11(2):109-22.
- *Komeda H, Kosaka H, Saito DN, Mano Y, Jung M, Fujii T, Yanaka HT, Munesue T, Ishitobi M, Sato M, Okazawa H. Autistic empathy toward autistic others. *Soc Cogn Affect Neurosci.* (2015) 10(2): 145-152.
- *Mizoguchi H, Katahira K, Inutsuka A, Fukumoto K, Nakamura A, Wang T, Nagai T, Sato J, Sawada M, Ohira H, Yamanaka A and Yamada K, Insular neural system controls decision-making in healthy and methamphetamine-treated rats. *Proc Natl Acad Sci.* (2015) 112 (29): E3930-E3939 (片平班、犬東班他による共著論文)

Kato HE, Kamiya M, Sugo S, Ito J, Taniguchi R, Orito A, Hirata K, Inutsuka A, Yamanaka A, Maturana AD, Ishitani R, Sudo Y, *Hayashi S, *Nureki O. Atomistic design of microbial opsin-based blue-shifted optogenetics tools. *Nat Commun.* (2015) 6:7177.

*Sato N, Tan L, Tate K, Okada M. Rats demonstrate helping behavior toward a soaked conspecific. *Animal Cognition* (2015) 18(5): 1039-1047. (国際共著論文)

*Ohtsubo Y, Matsunaga M, Komiya A, Tanaka H, Mifune N, Yagi A. Oxytocin receptor gene (OXTR) polymorphism and self-punishment after an unintentional transgression. *Personality and Individual Differences* (2014.10) 69: 182–186.

主な書籍

渡辺班 (下記を含む全13件)

- Watanabe S, Hofman MA, Shimizu T. (Eds) (2017) Evolutionary origin of empathy and inequality aversion. In "Evolution of the Brain, Cognition, and Emotion in Vertebrates." Springer, Japan. (299 pages)

長谷川班 (下記を含む全20件)

- 長谷川寿一 (監訳) 『進化心理学を学びたいあなたへ – パイオニアからのメッセージ』 (2018) 東京大学出版会
- 橋彌和秀 (翻訳) 『ヒトはなぜ協力するのか (Tomasello M (2009) Why we cooperate. The MIT Press)』 (2013) 勁草書房

亀田班 (下記を含む全14件)

- 亀田達也 (著) (2017). 『モラルの起源—実験社会科学からの問い』 岩波新書.
- King A, Kosfeld M, Dall SRX, Greiner B, Kameda T, Khalmetski K, Leininger W, Wedkind C, Winterhalder B. (2017) Exploitative strategies: Consequences for individual behavior, social structure, and design of institutions. (pp.205-214) In L-A Giraldeau, P Hebb, M Kosfeld (Eds.), *Investors and exploiters in ecology and economics*. MIT Press.
- 亀田達也 (編著) (2015) 『「社会の決まり」 はどのように決まるか』 (フロンティア実験社会科学 第6巻). 勁草書房.
- Kameda T, Inukai K, Wisdom T, Toyokawa W. (2015). Herd behavior: Its psychological and neural underpinnings. In S Grundmann, F Moeslein, K Riesenhuber (Eds.), *Contract governance* (pp. 61-71). Oxford, UK: Oxford University Press.
- 山岸俊男・亀田達也 (編著) (2014) 『社会のなかの共存』 (岩波講座 コミュニケーションの認知科学 第4巻) 岩波書店

菊水班 (下記を含む全5件)

- 菊水健史, 永澤美保, 外池亜紀子, 黒井眞器 (著) (2015) 「日本の犬：人とともに生きる」 東京大学出版会
- 菊水健史, 渡辺 茂他 (著) (2015) 「情動の進化」 岩波出版

駒井班 (下記を含む全7件)

- Komai S. (Chapter 20) Activity Regulation in the Study of Neural Plasticity. in *Yawo H, Kandori H, Koizumi A Eds. Optogenetics: Light-Sensing proteins and Their Applications* (2015) Springer Japan

公募班 (下記を含む全14件)

- 瀧本彩加, 山本真也 (分担執筆) 「霊長類の利他行動—協力社会を生み出すところの進化」 山岸俊男・亀田達也 (編著) 岩波講座 コミュニケーションの認知科学 4 『社会のなかの共存』 pp.59-95 岩波書店

受賞・特許取得など

- 孟 憲巍 (計) 2017年度 (第8回) 日本学術振興会育志賞
- 渡辺 茂 (計) 2017年度日本心理学会国際賞特別賞
- 山本真也 (公) 2015年度日本心理学会国際賞奨励賞
- 中村和弘 (公) 第11回 (平成26年度) 日本学術振興会賞
- 中村和弘 (公) 2014 American Physiological Society (米国生理学会) Henry Pickering Bowditch Award
- 開 一夫 (公) 2014年度 GUGEN2014 大賞 赤ちゃん研究から生まれたおしゃぶりセンサのこれから
- 山岸俊男 (計) 平成25年日本心理学会国際賞特別賞
- 山岸俊男 (計) 平成25年文化功労者顕彰

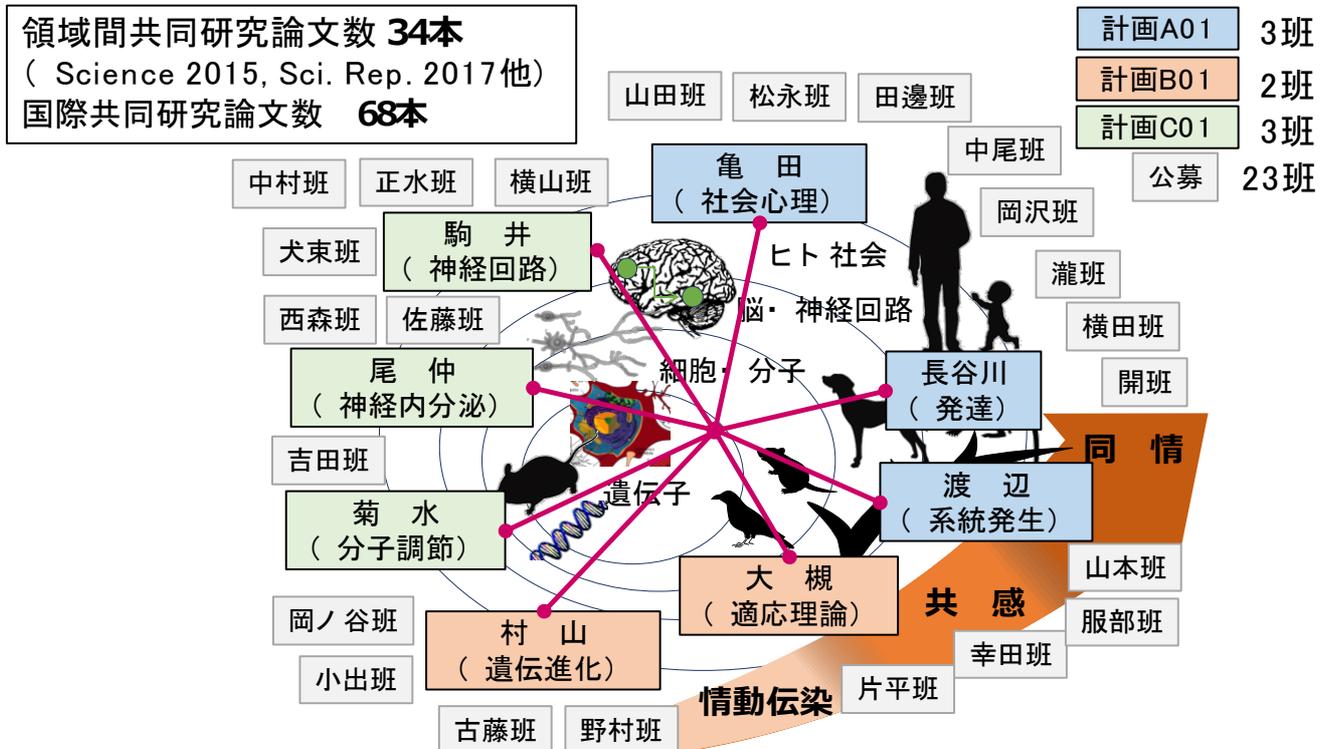
招待講演・基調講演など

主催シンポジウムについては、8. 研究経費の使用状況に記す。

7. 研究組織（公募研究を含む。）と各研究項目の連携状況（2ページ以内）

領域内の計画研究及び公募研究を含んだ研究組織と領域において設定している各研究項目との関係を記述し、総括班研究課題の活動状況も含め、どのように研究組織間の連携や計画研究と公募研究の調和を図ってきたか、組織図や図表などを用いて具体的かつ明確に記述してください。

上述の通り、本領域の最大の特徴は領域内の活発なコラボレーションであり、真の意味で複合的・学際的な新学術領域を創出したことである。その証として、領域内の34本の共同研究論文、ならびに68本の国際共同研究論文を報告した。



本領域における連携図を上記図示した。具体的な連携ですでに成果を上げているものを実線で示してある。下記に記したように、計画班では様々な連携を行い、また公募班も積極的に融合し、最終目標に向かって総力を結集した。また、本領域では3つの連携課題を設定した。以下、その3つに沿って、現在の連携状況を記載する。また成果として論文に至ったものの代表例を記載した。(責任著者の左に*)。

共感性の課題の共有化：

- 系統発生的さらには個体発生的な共感性の機能比較が中心となるが、ヒトからマウスにおける種を超えて適応可能な共通のパラダイムを見出す。特に共感性の起源である情動の伝染に関しては、他者の痛みを自分の痛みと関連して応答可能かどうかを調べるのが可能であり、この課題を用いて、マウスからヒトにおける共感性の進化基盤を調べる（亀田班、渡辺班、菊水班）。

*Takagi S, Tsuzuki M, Chijiwa H, Arahori M, Watanabe A, Saito A, Fujita K. Use of incidentally encoded memory from a single experience in cats. *Behavioural Processes* (in press)

- 価値の共有過程に関する数理モデル構築と行動実験についての共同研究を実施（亀田班、駒井班）
- 情動伝染を起源とする共感性が高度な共感性の発動に際して、その背景基盤として同じように機能するかを調査する（亀田班、長谷川班、渡辺班）。

Inoue Y, Takahashi T, Burriss R, Arai S, Hasegawa T, Yamagishi T, Kiyonari T. Testosterone promotes either dominance or submissiveness in the Ultimatum Game depending on players' social rank. *Scientific Reports* (2017)7:5335

- 共感性の発達の、および進化的起源について、“Theory of Mind”など、他者のこころの理解とその起源に関する従来の理論的研究を踏まえながら、共感性研究の軸となるべき理論についてメタ解析する（長谷川班、中尾班）。
- 協力と罰の分業モデルに関する数理的研究（長谷川班、大槻班）
- チンパンジーの snowdrift ゲームに関する共同研究（長谷川班、大槻班）
- 視線の報酬効果に関するヒト、イヌ・チンパンジー比較研究（菊水班、長谷川班、山本班）
- イヌにおける他者理解の解明（渡辺班、菊水班、尾仲班）
- げっ歯類における援助行動実験手法の連携（渡辺班、菊水班、佐藤班）

共感性に関する神経回路のモデル化を用いた共通性の解説：

- ヒトからマウスに至るまでの脳機能活動の共通基盤の解明とデータの解析の融合（亀田班、菊水班、駒井班、犬束班、片平班、小出班）
Kikusui T, Kajita M, Otsuka N, Hattori T, Kumazawa K, Watarai A, Nagasawa M, Inutsuka A, Yamanaka A, Matsuo N, Covington HE 3rd, Mogi K. Sex differences in olfactory-induced neural activation of the amygdala. *Behav Brain Res.* (2018) 2(346): 96-104.
Mizoguchi H, Katahira K, Inutsuka A, Fukumoto K, Nakamura A, Wang T, Nagai T, Sato J, Sawada M, Ohira H, Yamanaka A, Yamada K. Insular neural system controls decision-making in healthy and methamphetamine-treated rats. *Proceedings from the National Academy of Sciences, U.S.A* (2015)112 (29): E3930-E3939
Okabe S, Tsuneoka Y, Takahashi A, Oyama R, Watarai A, Maeda S, Honda Y, Nagasawa M, Mogi K, Nishimori K, Kuroda M, Koide T, Kikusui T. Pup exposure facilitates retrieving behavior via the oxytocin neural system in female mice. *Psychoneuroendocrinology* (2017) 79: 20-30
- 鳥類脳の神経幹・前駆細胞の動態に関する共同研究（渡辺班、野村班）
Nomura T, Izawa E-I. Avian brains: insights from development, behaviors and evolution. *Dev Growth Differ.* (2017); 59(4):244-257.
- 微細行動解析を用いた、神経回路の機能解明（駒井班、渡辺班、菊水班、尾仲班、犬束班、西森班）
Nasanbuyan N, Yoshida M, Takayanagi Y, Inutsuka A, Nishimori K, Yamanaka A, Onaka T. Oxytocin-oxytocin receptor systems facilitate social defeat posture in male mice. *Endocrinology.* (2018) 159(2): 763-775.
Katayama M, Kubo T, Mogi K, Ikeda K, Nagasawa M, Kikusui T. Heart rate variability predicts the emotional state in dogs. *Behavioral Processes,* (2016.7) 128: 108-112

機能遺伝子、分子の網羅的解析：

- トリをモデルに網羅的な遺伝子解析（村山班）と動画解析（駒井班）、共感性行動（菊水班）、モデル構築（大槻班）を実施し、領域全体に渡る研究体制で、情動伝染がどのように機能するか、そして遺伝的背景を持つかを明らかにすべく、実験を進めていることである。この実験により、共感性の進化モデルに迫る。
- マウスにおける神経回路特異的発現を示す遺伝子の網羅的解析によって得られた機能遺伝子を共通マテリアルとしてその遺伝的多様性をタイピングする（菊水班、村山班）
- オキシトシンの共感性に関する進化的機能解析（菊水班、尾仲班、長谷川班）
Nagasawa M, Mitsui S, En S, Ohtani N, Ohta M, Sakuma Y, Onaka T, Mogi K, *Kikusui T. Oxytocin-gaze positive loop and the coevolution of human-dog bonds. *Science* (2015) 348 (6232): 333-336
*Romero T, Nagasawa M, Mogi K, Hasegawa T, Kikusui T, Oxytocin promotes social bonding in dogs. *Proceedings of the National Academy of Sciences* (2015) 111 (25) 9085-9090
- 母子間の社会認知機能におけるオキシトシン機能の解明（長谷川班、菊水班、開班）
Saito A, Hamada H, Kikusui T, Mogi K, Nagasawa M, Mitsui S, Higuchi T, Hasegawa T, *Hiraki K, Urinary oxytocin positively correlates with performance in facial visual search in unmarried males, without specific reaction to infant face. *Frontiers in Neuroscience* 8 (8): 217
- 犬の共感性を高めた遺伝子の同定に向けた行動遺伝学研究（菊水班、村山班、尾仲班、渡辺班、大槻班）
*Hori Y, Kishi H, Inoue-Murayama M, Fujita K. Dopamine receptor D4 gene (DRD4) is associated with gazing toward humans in domestic dogs (*Canis familiaris*). *Open Journal of Animal Science* (2013) 3: 54-58.
Tonoike A, Nagasawa M, Mogi K, Serpell JA, Ohtsuki H, Kikusui, T. Comparison of owner-reported behavioral characteristics among genetically clustered breeds of dog (*Canis familiaris*). *Scientific Reports* (2015) 5: 17710
- ヒトの共感性スコア、fMRI 画像データと遺伝子の解析（村山班、亀田班、論文投稿中）
- マーモセットの向社会行動の個体差と遺伝子型の関連解析（村山班、横山班）
Inoue-Murayama M, Yokoyama C, Yamanashi Y, *Weiss A: Common marmoset (*Callithrix jacchus*) personality, subjective well-being, hair cortisol level and AVPR1a, OPRM1, and DAT genotypes. *Scientific Reports* (in press)
- 遺伝的多型をもとに、共感性の個人差に寄与するかの関連解析（亀田班、村山班の連携）。
Nishina K, Takagishi H, Inoue-Murayama M, Takahashi H, Yamagishi T. Polymorphism of the oxytocin receptor gene modulates behavioral and attitudinal trust among men but not women. *PLoS ONE* (2015) 10: e0137089
- 哺乳類の社会性行動と遺伝的多型の解析（渡辺班、村山班、菊水班、亀田班、長谷川班）
*Hori Y, Ozaki T, Yamada Y, Tozaki T, Kim H-S, Takimoto A, Endo M, Manabe N, Inoue-Murayama M, Fujita K. Breed differences in dopamine receptor D4 gene (DRD4) in horses. *Journal of Equine Science* (2013) 24:31-36.
Arahoru M, Chijiwa H, Takagi S, Bucher B, Abe H, Inoue-Murayama M, Fujita K. Microsatellite Polymorphisms Adjacent to the Oxytocin Receptor Gene in Domestic Cats: Association with Personality? *Front Psychol.* (2017) 8:2165.

8. 研究経費の使用状況（設備の有効活用、研究費の効果的使用を含む。）（1 ページ以内）

領域研究を行う上で設備等（研究領域内で共有する設備・装置の購入・開発・運用・実験資料・資材の提供など）の活用状況や研究費の効果的使用について記述してください（総括班における設備共用等への取組の状況を含む。）。

【研究費の使用状況】

総括班、国際活動支援班、及び計画班、公募班ともに、各年度の交付申請書に記載した研究経費の支出項目に基づいて、研究費を適正に使用してきている。また、中間評価時に、研究費の使用に関する指摘はなかった。

【共有設備】

本領域は、複合領域のため、領域横断的に使用できる高額な実験装置（備品）等は考えにくく、研究に必要な高額備品については、計画班ごとに購入しており、総括班予算での高額備品の購入はなかった。（詳細次ページ）

【総括班予算執行の効率化】

領域立上げと同時に、リサーチアドミニストレーター制を導入し、領域横断的な事務的業務は事務局に集約した。そうすることで、各計画班はそれぞれの研究課題遂行に専念できるようになり、領域全体の活性化に繋がった。また、総括班内に3つのセンター（遺伝情報管理センター（村山）、生体信号情報管理センター（駒井）、実験動物マネジメント・倫理センター（菊水））を設置し、各計画班・公募班は必要に応じて3つのセンターからデータや情報、ノウハウの提供を受けられるような仕組みを作り、領域内での情報共有を推進した。結果、領域内連携研究数は34まで伸びた（領域内共著論文数は5年間で33報）。

また、共感性研究の最新の知見を学術界や広く一般にも発信するため、以下のシンポジウムを開催した。

<国際シンポジウム・ワークショップ等>（下記を含む全11件）

1. 日本神経科学大会若手企画シンポジウム “One for all, all for one: Macroscopic view of neural peptides in social neuroscience”（「社会」を創る個と個の繋り：神経ペプチドから社会性神経科学を俯瞰する）2017.7.20 幕張メッセ国際会議場（領域・神経科学会共催）
2. 国際シンポジウム “Brain and Social Mind – The Origin of Empathy and Morality” 2016.7.23 パシフィコ横浜会議センター（領域、国際心理学会議、日本神経科学大会共催）
3. Dan Sperber 教授特別講演会 “New Perspectives on Ostensive Communication” 2016.4.24 東京大学駒場キャンパス（長谷川班、言語科学会、日本人間行動進化学会共催）

<国内シンポジウム・ワークショップ等>（下記を含む全15件）

1. 領域成果報告シンポジウム『共感性学の創成』2018.4.28 東京大学駒場キャンパス（領域主催）
2. 日本人間行動進化学会第8回大会共感特別セッション「動物とヒトの共生」プログラム 2015.12.5 総合研究大学院大学葉山キャンパス（領域共催）
3. 第17回実験社会科学カンファレンス 2015.11.28-29 東京大学（領域共催）

【国際活動支援班予算（国際共同研究加速基金）の効果的利用について】

平成27年度後半から、国際共同研究を推進するための予算が追加採択され、本領域では以下2つの目標を掲げて、2年半で38報の研究成果を論文化することができた（領域全体の5年間では公募班まで含めると68報）。

- 1) 新たな共同研究先の開拓（PIレベルの研究交流は2年半で25回）

【A01】 渡辺班：マーデブルグ大学・パリ大学・ストラズブール大学・ウィーン大学、長谷川班：ロンドン大学・タンペレ大学・アルバータ大学・リンカーン大学、亀田班：アムステルダム大学他多数

【B01】 村山班：エジンバラ大学・ガーナ大学・ヘルシンキ大学

【C01】 菊水班：ニューヨーク大学・シカゴ大学・オシュナブルック大学、尾仲班：エジンバラ大学・ストラスクラウド大学、駒井班：タイ王国 NECTEC

- 2) 若手研究者の育成（海外の研究者と対等に渡り合えるだけの見識と広い視野を持った研究者の育成を目指した）。

【若手研究者の海外派遣】 ニューヨーク大学・シカゴ大学・パリ大学・ストラズブール大学・ウィーン大学等へ、期間中10回の派遣（内ニューヨーク大学へ長期出張していた麻布大学のポスドク（大山瑠泉）は2018年4月よりニューヨーク大学へ異動となった）。

【若手研究者の受入れ】 ヘルシンキ大学・ガーナ大学・パリ大学・スターリング大学から期間中4回の受入れを実施。

研究費の使用状況（（１），（２），（３）を合わせて３ページ以内）

（１） 主要な物品明細（計画研究において購入した主要な物品（設備・備品等。実績報告書の「主要な物品明細書」欄に記載したもの。）について、金額の大きい順に、枠内に収まる範囲で記載してください。）

| 年度 | 品名 | 仕様・型式・性能等 | 数量 | 単価（円） | 金額（円） | 設置(使用)研究機関 |
|----|---|---|----|-----------|-----------|------------|
| 25 | 電気信号記録解析システム（一式） | ユニークメディカル セレブックス-96S | 1 | 7,035,000 | 7,035,000 | 麻布大学 |
| | 非接触視線計測装置 | Tobii TX300 | 1 | 5,617,500 | 5,617,500 | 九州大学 |
| | マウス環境制御飼育実験システム | MEM25 Tobii TX300 & TobiiStudio | 1 | 5,402,250 | 5,402,250 | 慶應義塾大学 |
| | アイトラッカー（一式） | | 1 | 5,099,200 | 5,099,200 | 青山学院大学 |
| | 慢性実験テレメトリー自動計測システム | プライムテック | 1 | 4,337,865 | 4,337,865 | 自治医科大学 |
| | イノラック IVC ラット用 | RS-5-8-40 | 1 | 2,992,500 | 2,992,500 | 自治医科大学 |
| | オペラント学習装置部品 レバーと刺激用ランプ | 80120M・ 80221AM14 | 1 | 2,863,140 | 2,863,140 | 慶應義塾大学 |
| | 振動刃マイクロトーム | VT1200S | 1 | 2,852,955 | 2,852,955 | 麻布大学 |
| | 小動物用脳定位固定装置 （一式） | DAVID KOPF 878962 MS-S | 1 | 2,551,500 | 2,551,500 | 麻布大学 |
| | ステージ固定式正立顕微鏡 | BX51W1 | 1 | 2,396,992 | 2,396,992 | 奈良先端大 |
| | ギガネット高速度モノクロカメラシステム | GV200W | 1 | 2,294,250 | 2,294,250 | 慶應義塾大学 |
| | 恐怖条件付け実験用部品 （一式） | 小原医科産業インターフェイス他 | 1 | 1,821,960 | 1,821,960 | 麻布大学 |
| | 微量自動浸透圧計 | FI210・フィスケ | 1 | 1,758,750 | 1,758,750 | 自治医科大学 |
| | 計算機 Mac Pro | ZOP8 2.7GHz 12Core TSS-Japan | 2 | 875,510 | 1,751,020 | 総研大 |
| 26 | シールドテント | ルームタイプ サーモフィッシャー ・クリオスタ NX70 | 1 | 892,500 | 892,500 | 奈良先端大 |
| | 凍結切片作製装置 | | 1 | 6,156,000 | 6,156,000 | 自治医科大学 |
| 27 | BRAIN PRODUCTS 社製 64ch BrainAmp | BP-01010 | 1 | 9,196,524 | 9,196,524 | 東京大学 |
| | 倒立型リサーチ顕微鏡 | オリンパス IX73 BRAIN PRODUCTS 社製 BP-01961 | 1 | 2,100,000 | 2,100,000 | 自治医科大学 |
| 28 | 16ch EEG 測定システム | (b株) ルシーラ COME2-FTR/GFP | 1 | 1,967,760 | 1,967,760 | 奈良先端大 |
| | ホメトリーシステム | | 1 | 1,705,212 | 1,705,212 | 麻布大学 |
| | 計算機 Mac Pro | Apple 社製 ZOP8 | 1 | 981,396 | 981,396 | 奈良先端大 |
| | BenchPro 2100 Maxi Plasmid purification system | Invitrogen (ThermoFisher) | 1 | 923,400 | 923,400 | 自治医科大学 |
| 28 | 生理測定装置（一式） | Biopac MP160 浜松ホトニクス | 1 | 3,390,336 | 3,390,336 | 東京大学 |
| | 高感度蛍光測定装置 | ORCA-Flash4.0V3 | 1 | 2,970,000 | 2,970,000 | 自治医科大学 |
| | ワイヤレスガラス型アイトラッカー（60Hz） | SensoMotoric Instruments ETG2w-A | 1 | 2,919,240 | 2,919,240 | 奈良先端大 |
| | 動物超音波周波数測定システム | 加藤建築環境研究所・ 特注品 | 1 | 987,984 | 987,984 | 自治医科大学 |

(2) 計画研究における支出のうち、旅費、人件費・謝金、その他の主要なものについて、年度ごと、費目別に、金額の大きい順に使途、金額、研究上必要な理由等を具体的に記述してください。

【平成25年度】

| | |
|----------------------|---|
| ・旅費 | |
| 国内研究打合せのための旅費 | 6,616,410円(領域内共同研究推進のため) |
| 国際学会参加旅費・海外との研究打合せ旅費 | 6,529,742円(最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| 国内開催学会参加・発表旅費 | 4,617,878円(最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| 若手領域会議参加旅費 | 456,920円(若手研究者育成のため) |
| 講演者・評価委員招聘旅費 | 217,748円(最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| ・人件費・謝金 | |
| 研究員・事務局事務員・実験補佐員人件費 | 25,782,530円(研究及び領域運営の円滑な推進のため) (事務局事務職員1名、事務補佐員1名、計画班研究員(常勤・非常勤)16名) |
| 講演謝金・実験被験者謝金 | 1,593,193円(最新研究のデータ取得のため) |
| ・その他 | |
| 実験・研究用施設賃料及び使用料 | 3,371,400円(実験データ取得のため) |
| 手数料(調査外注・動物管理・業務委託他) | 2,758,061円(領域内研究用実験動物の維持管理のため) |
| 論文発表(投稿料・英文校閲料他) | 1,639,459円(研究成果の公表のため) |
| その他(学会参加費・通信運搬費等) | 1,409,764円(最新研究の動向・情報収集のため) |
| 会議費(会場費他) | 306,665円(領域会議運営のため) |

【平成26年度】

| | |
|----------------------|---|
| ・旅費 | |
| 国内研究打合せのための旅費 | 7,026,096円(領域内共同研究推進のため) |
| 国際学会参加旅費・海外との研究打合せ旅費 | 5,815,510円(最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| 国内開催学会参加・発表旅費 | 4,973,175円(最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| 海外からの講師招聘 | 794,358円(最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| 若手領域会議参加旅費 | 668,220円(若手研究者育成のため) |
| 講演者・評価委員招聘旅費 | 630,792円(最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| ・人件費・謝金 | |
| 研究員・事務局事務員・実験補佐員人件費 | 53,861,201円(研究及び領域運営の円滑な推進のため) (事務局事務職員1名、事務補佐員1名、計画班研究員(常勤・非常勤)24名) |
| 講演謝金・実験被験者謝金 | 234,575円(最新研究のデータ取得のため) |
| ・その他 | |
| 実験・研究用施設賃料及び使用料 | 6,835,108円(実験データ取得のため) |
| 手数料(調査外注・動物管理・業務委託他) | 2,775,350円(領域内研究用実験動物の管理のため他) |
| 論文発表(投稿料・英文校閲料他) | 1,639,459円(研究成果の公表のため) |
| その他(学会参加費・通信運搬費等) | 1,409,764円(最新研究の動向・情報収集のため) |
| 会議費(会場費他) | 1,255,382円(領域会議運営のため) |

【平成27年度】

| | |
|----------------------|---|
| ・旅費 | |
| 国際学会参加旅費・海外との研究打合せ旅費 | 7,276,090円(最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| 国内研究打合せのための旅費 | 4,321,330円(領域内共同研究推進のため) |
| 国内開催学会参加・発表旅費 | 3,086,666円(最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| 海外からの講師招聘 | 103,500円(最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| 若手領域会議参加旅費 | 445,812円(若手研究者育成のため) |
| 講演者・評価委員招聘旅費 | 224,730円(最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| ・人件費・謝金 | |
| 研究員・事務局事務員・実験補佐員人件費 | 56,591,348円(研究及び領域運営の円滑な推進のため) (事務局事務職員1名、実験補佐員1名、計画班研究員(常勤・非常勤)27名) |
| 講演謝金・実験被験者謝金 | 487,121円(最新研究の情報取得・データ取得のため) |
| ・その他 | |
| 実験・研究用施設賃料及び使用料 | 7,985,459円(実験データ取得のため) |
| 手数料(調査外注・動物管理・業務委託他) | 7,202,858円(領域内研究用実験動物の管理のため他) |
| 論文発表(投稿料・英文校閲料他) | 2,534,659円(研究成果の公表のため) |
| 会議費(会場費他) | 1,982,507円(領域会議運営のため) |
| その他(学会参加費・通信運搬費等) | 1,540,256円(最新研究の動向・情報収集のため) |

【平成28年度】

| | |
|----------------------|--------------------------------|
| ・旅費 | |
| 国際学会参加旅費・海外との研究打合せ旅費 | 12,879,721円(最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| 国内研究打合せのための旅費 | 5,158,800円(領域内共同研究推進のため) |

| | | |
|---|--------------|---|
| 国内開催学会参加・発表旅費 | 3,684,849 円 | (最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| 海外からの講師招聘 | 3,370,590 円 | (領域主催国際シンポジウム開催のため) |
| 若手領域会議参加旅費 | 500,420 円 | (若手研究者育成のため) |
| 講演者・評価委員招聘旅費 | 152,840 円 | (最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| ・人件費・謝金 | | |
| 研究員・事務局事務員・実験補佐員等人件費 | 65,550,974 円 | (研究及び領域運営の円滑な推進のため) (事務局事務職員 1 名、実験補佐員 1 名、計画班研究員 (常勤・非常勤) 29 名) |
| 講演謝金・実験被験者謝金 | 717,675 円 | (最新研究の情報取得・データ取得のため) |
| ・その他 | | |
| 実験・研究用施設賃料及び使用料 | 6,485,650 円 | (実験データ取得のため) |
| 手数料 (調査外注・動物管理・業務委託他) | 5,857,962 円 | (領域内研究用実験動物の管理のため他) |
| 論文発表 (投稿料・英文校閲料他) | 1,650,691 円 | (研究成果の公表のため) |
| その他 (学会参加費・通信運搬費等) | 1,576,850 円 | (最新研究の情報収集のため) |
| 会議費 (会場費他) | 1,531,268 円 | (領域会議・若手合宿運営のため) |
| 【平成 29 年度】 | | |
| ・旅費 | | |
| 国際学会参加旅費・海外との研究打合せ旅費 | 17,220,240 円 | (最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| 国内研究打合せのための旅費 | 3,681,972 円 | (領域内共同研究推進のため) |
| 国内開催学会参加・発表旅費 | 2,629,980 円 | (最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| 若手領域会議参加旅費他 | 1,243,200 円 | (若手研究者育成のため) |
| 海外からの講師招聘 | 522,840 円 | (最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| 講演者・評価委員招聘旅費 | 254,600 円 | (最新研究の情報収集と意見交換のため) |
| ・人件費・謝金 | | |
| 研究員・事務局事務員・実験補佐員人件費 | 61,485,320 円 | (研究及び領域運営の円滑な推進のため) (事務局事務職員 1 名、実験補佐員 1 名、計画班研究員 (常勤・非常勤) 28 名) |
| 講演謝金・実験被験者謝金 | 41,200 円 | (最新研究の情報取得・データ取得のため) |
| ・その他 | | |
| 実験・研究用施設賃料及び使用料 | 7,231,851 円 | (実験データ取得のため) |
| 手数料 (調査外注・動物管理・業務委託他) | 5,658,804 円 | (領域内研究用実験動物の管理のため他) |
| 論文発表 (投稿料・英文校閲料他) | 1,946,459 円 | (研究成果の公表のため) |
| 会議費 (会場費他) | 1,194,911 円 | (領域会議・若手合宿運営のため) |
| その他 (学会参加費・通信運搬費等) | 352,680 円 | (最新研究の情報収集のため) |
| * 補助期間後半に手数料支出が増えているのは、ホルモンアッセイ等を外注する回数が増えたため。 | | |
| * 尚、平成 27 年度から海外旅費が増えているのは、国際活動支援班予算が追加採択されたため。 | | |

(3) 最終年度 (平成 29 年度) の研究費の繰越しを行った計画研究がある場合は、その内容を記述してください。

| |
|---|
| B01 村山班 (25118005) |
| ウマの親子関係に関与する遺伝子の解析について、解析個体数の追加が必要になったため。平成 29 年 12 月、共感性に関連する新たな遺伝子探索を実施したところ、ウマの北海道和種の集団内に母子間の共感性に関する新規の多型を見つけた。本研究遂行上、この現象の本質を見極めることの重要性を鑑み、新規に見出した遺伝子多型と共感性の関連性を明らかにするため、平成 30 年もウマの春の出産時期 (3 月から 5 月) に合わせ解析個体数を増やし、必要数を確保したうえで、改めて行動データの採取、遺伝子型判定を行うこととし、繰越しを行った。 |
| C01 駒井班 (25118008) |
| 平成 30 年 2 月までに機械学習を用いて自閉スペクトラム症モデル動物を含む動物の行動解析を行い、平成 30 年 3 月までに取りまとめを行う予定であったが、平成 29 年 9 月に本研究と研究内容が近い、深層学習における新しい画像認識技術に関する研究成果が他の研究グループより発表された。本研究遂行上、該当成果を踏まえて別途特徴量の抽出方法を再検討し、深層学習を用いた動物行動のカテゴリー化に関する調査を実施した上で、本研究課題により行ってきた行動解析と併用・比較検討を加える必要が生じた。これにより、研究遂行上 3 ヶ月の遅延が生じたため、繰越し申請を行った。 |

9. 当該学問分野及び関連学問分野への貢献度（1 ページ以内）

研究領域の研究成果が、当該学問分野や関連分野に与えたインパクトや波及効果などについて記述してください。

過去 10 年間に、共感性に関する研究は、多様な学問分野が交叉するかたちで、爆発的な展開を見せている。2008 年には 963 篇に過ぎなかった論文数が、2016 年には 2876 篇、2017 年には 2961 篇（2018 年には 4 月までで 921 篇：Web of Science による）に上るなど、共感性は、ヒトや動物の社会行動を研究するためのもっともホットなプラットフォームの 1 つになった。こうした世界的潮流を作る上で本領域が果たした役割は極めて大きい。本領域は、共感性を支える分子・神経機構の研究者から、共感性の進化基盤に関する比較認知・遺伝学研究者、数理生物学・情報科学のモデル研究者、人間社会における共感性機能を実証する人文社会科学研究者までを結集し、チーム間での活発なコラボレーションを通じて、**国際的に大きなプレゼンスをもつ日本発の「共感性学」の創出に成功**した。以下では本領域発の主要な貢献について述べる。

1) ヒト特異的な共感性のありかたに関する Two-origin confluence model の創出

従来の共感性研究において標準とされた de Waal らの“マトリョーシカモデル”が適切ではないことを示した。従来のモデルでは、「情動伝染」から「共感」、さらにヒトに特異的にされる「同情」への進化過程は単線的な推移であると考えられてきたが、多様な動物種を対象とする比較認知研究、ヒト幼児の発達研究、ヒト成人を対象とする脳機能画像研究などから、情動伝染と共感は同一の進化軸上にある機能であるが、ヒトに特徴的な同情は他者視点を起点とする認知的理解に伴う情動変化であり、異なる脳機能（進化的機能）を基盤とするという証拠を蓄積し、「**2 つの起源がヒトにおいて合流する**」というモデル（Two-origin confluence model）を世界に先駆けて提唱するに至った。本領域の先端的成果が次々と公開されていくことに伴い、この新たなモデルは、世界における共感性研究にパラダイム・シフトをもたらしている。

2) 動物モデルを用いた共感性神経回路、及びそれに関与する遺伝子/分子群の解明

痛み情動伝染モデルを用い、①ヒトおよびマウスにおいて前帯状皮質（ACC）から中脳水道灰白質に至る回路が重要な機能を果たすこと、②感覚神経細胞で発現し痛みを中枢に伝えるチャネル分子である TRPV1 がマウスの社会的痛みに関与すること、③一夫一妻制のプレーリーハタネズミではパートナーのストレス経験に対する慰め行動と ACC の神経活性が関連することなど、げっ歯類の痛み情動伝染には ACC-PAG 回路が関わることを明らかにした。また、ACC におけるオキシトシン受容体やオキシトシン神経系を阻害する実験操作を通じ、多くの哺乳類に共通して、オキシトシンやバソプレシンが社会性に関与する脳部位に作用し共感性の発動に寄与することを明確に示した。さらに機能進化の観点から、オキシトシンがヒト-イヌ間における視線と親和行動を介したポジティブループを通じて相互の絆を強めることを発見、親和的な情動伝染を支えるメカニズムとは個体間のやり取りによって生じたオキシトシンの分泌促進、つまり内分泌応答であることを世界で初めて見出した。この成果は **2015 年の Science 誌に掲載（表紙に選出）**され、**2018 年 5 月 29 日現在で 216 回の引用を受けるなど大きな学術的インパクトを与えたほか、New York Times、NHK ニュース、朝日新聞など 700 を超える国内外のメディアで紹介**された。

3) 情動的共感の進化モデルを確立

共感性の原初形態である情動伝染や、仲間への“慰め”行動の生態的基盤を明らかにした。一夫一妻の種ほど、他個体と闘争したつがいへの慰め行動が生起しやすく、また協同繁殖種ほど餌分配率が高いことを大規模な国際共同研究により見出すなど、ヒトと比較可能な生態学的視座を確立し、**ヒト進化研究を含む進化生物学に大きく貢献**した。さらに、こうした情動的共感の小規模集団において適応的だが「内集団びいき」や差別などの負の側面にも通じる点から、ヒトにおける高次共感性がそれをどう制御できるかなど、制度設計的な論考を展開した。

4) 世界最先端の文理融合研究の展開

今日の世界では、格差や貧困など「分配の正義」をめぐる問題が大きな社会的関心を集めている。著名な政治哲学者 John Rawls の『正義論』（1971）に代表されるように、「分配の正義」に関する論考はこれまで規範的・倫理的検討がほぼ専有してきた。本領域では、社会的分配において人々が他者の「最不遇・最悲惨の状態」に自発的注意を払い、その背景には認知的共感を担う右側頭頭頂接合部（RTPJ）の働きがあることを、経済学の意味決定モデルと fMRI 実験を組み合わせることで実証した。この成果は、2016 年の米国科学アカデミー紀要（PNAS）に公刊され、**今日の人文社会科学で中核的な地位を占める Rawls の哲学的論考に世界で初めて脳科学的・行動科学的な基礎を与えた研究**として、エディタ差配によるコメンタリーが付けられ、朝日新聞などのメディアに取り上げられるなど、国内外で大きな反響を呼んだ。

10. 研究計画に参画した若手研究者の成長の状況（1ページ以内）

研究領域内での若手研究者育成の取組及び参画した若手研究者（※）の研究終了後の動向等を記述してください。

※研究代表者・研究分担者・連携研究者・研究協力者として参画した若手研究者を指します。

若手研究者の育成および成長について以下に記述する。

【若手研究者を対象とした国際教育の施策】

1. 国際活動支援班予算を利用した、若手研究者の海外派遣と日本への受入れ

・海外派遣

ニューヨーク大学へ半年間を2回（麻布大学菊水研究室 大山研究員）

シカゴ大学へ2ヶ月1回、1ヶ月1回（麻布大学菊水研究室 中村月香（修士課程大学院生））

パリ大学へ1ヶ月（慶應義塾大学渡辺研究室 神前研究員）

オシユナブルック大学（ドイツ）へ1ヶ月（麻布大学菊水研究室 松原聡子（博士課程大学院生））

ウィーン大学へ1ヶ月（京都大学藤田研究室 岸本さん（博士課程大学院生））

ストラスブール大学（仏）へ1ヶ月（京都大学藤田研究室 Benoit（博士課程大学院生））

リンカーン大学（英国）へ1ヶ月（東京大学長谷川研究室 Romero 研究員）

ジョージア州立大学（米国）へ2週間（東京大学長谷川研究室 Romero 研究員）

エジンバラ大学へ2週間（自治医科大学 尾仲研究室 犬東助教）

・日本への受入

京都大学・国立遺伝学研究所へ2ヶ月（ガーナ大学 Adenyo 研究員）

慶應義塾大学へ1ヶ月（パリ大学 Le Covec（大学院生））

京都大学へ1ヶ月（スターリング大学 Kean（大学院生））

京都大学へ1週間（ヘルシンキ大学 Noreikiene（大学院生））

2. 領域会議でのポスター発表の奨励

第2回領域会議以降、若手研究者のポスターアワードを設け、積極的に参加を呼びかけた。毎回20枚～30枚程度のポスター参加があり、計画班代表による審査を行い、各回2、3名の受賞者を発表。ポスター発表の内容、発表技術なども年々向上したと評価班からコメントをいただいた。

3. 若手研究合宿の開催

平成28年度、29年度には、領域若手を対象にした研究合宿を開催し、各回30～40名が参加し、夜中まで研究についての議論を交わした。

【助教・准教授等への就任】

本研究領域に参画した研究者のうち、計画班代表者1名が講師（大槻計画班[総合研究大学院大学]）、計画班分担者4名が助教・ポスドクから講師・准教授（渡辺計画班[慶應義塾大学]、長谷川計画班[武蔵野大学→上智大学]、村山計画班[東邦大学][帝京科学大学]）、公募班代表者2名が教授（佐藤公募班[関西学院大学]、中村公募班[名古屋大学]）、2名が准教授（片平公募班[名古屋大学]、横田公募班[九州大学]）、2名が助教（大東公募班[自治医科大学]、中尾公募班[山口大学→南山大学]）1名が主任研究員（古藤公募班[産総研]）に就任した。

領域に参画した若手研究者のうち1名は英国リンカーン大学のSenior Lecturerに、1名はニューヨーク大学の研究員に、また7名が国内大学の准教授[北海道大学][早稲田大学]、助教[千葉大学][京都大学]、講師[弘前大学][麻布大学][早稲田大学]に、1名が新潟県の職員に就任した。

【受賞】

若手育成が成功し、また中堅層やベテラン層の社会的貢献が非常に高く、多くの受賞を得ることができた。孟憲巍さん（長谷川計画班分担者、九州大学橋彌准教授の院生）が2017年度（第8回）日本学術振興会育志賞を受賞、その他、赤ちゃん学会での最優秀ポスター賞、WASET, International Journal of Computer, Electrical Automation, Control and Information Engineering の Best Paper Award, Outstanding Paper Award、日本進化学会優秀学生ポスター発表賞、2015年度 Frontiers in Ecology and Evolution 誌の最優秀論文選出、日本人間行動進化学会第8回大会若手奨励賞、日本心理学会第79回大会優秀発表賞等、多数の受賞が報告されている。

また、若手による特許の申請も、期間中に3件報告があった。

11. 総括班評価者による評価（2ページ以内）

総括班評価者による評価体制や研究領域に対する評価コメントを記述してください。

ご参考までに中間評価時点でいただいた評価を入れてあります。

松沢 哲郎（京都大学霊長類研究所 教授）

本領域「共感性」は、確固としたリーダーシップと明確な戦略のもとに立案実行されてきた。すなわち進化心理学を背景とした仮説として、「共感性は、社会集団を安定させ発展させることで個々の生存と適応度を上昇させるために発達した生得的な心的機能の一つであり、ヒト特有の高次な「共感性」はある種原始的な共感性を元に発展を遂げたものである」、というものである。3つの研究戦略をたてた。①哺乳類に共通する共感性の神経機構と機能を解析し人間に特有の「共感性」を理解する。②人間以外の動物で得られた知見を元に、「共感性」の進化に関与する遺伝的多様性とその機能を解明する。③「共感性」を支える遺伝子、分子、回路を探索する、というものである。本領域が成し遂げたこれまでの成果を3つ指摘したい。第1に、理論的な枠組みの発展である。情動伝染—共感—同情という3つの段階での共感性がこれまで措定されてきた。本研究によって、それらが段階を追うように一直線に進化してきたものではなさそうだ、という展望を持ちえた。第2は、そうした総括的理解を支える多産な研究論文の発表である。野生ボノボの食物分配というフィールドワークから、共感性に果たすオキシトシンの役割の系統発生的役割の実験的解明まで、多岐にわたる新発見があった。とくに人間とイヌの間における視線と親和行動において、オキシトシンの上昇というポジティブループを形成し、「きずな」の形成に関わることを見出したことは特筆に値する。本研究成果は Science 誌に掲載されその表紙に選ばれて国内外に広く知られた。第3は、遺伝子解析から実験社会科学まで多様な学問領域をつないで、共感性の科学と呼べる新たな学術領域を形成しつつあることだ。若手の異分野交流を明確に意図した定期的なシンポジウムの開催等が有効に機能している。成果を高く評価したい。今後の期待として2点を指摘する。第1は「共感性」を成り立たせている至近要因の解明である。行動の同期性が共感の成立の基盤となっているという発見がある。進化という視点からの究極要因の考察を支える「共感性」にかかわる行動の詳細を、人間とそれ以外の動物で広く検討してはどうだろう。第2は国際交流と情報発信である。研究成果は発表するだけでなく広く知られ引用されてこそ価値が生じる。国内外の人材交流と情報交換を通じて、日本から世界に向けてユニークな研究の発信をめざしていただきたい。

佐久間 康夫（東京医療学院大学 学長）

本領域では自己と他者との協力および協調、相互理解を成立させる上で重要な共感性が、萌芽的な個体間の相互作用に起源し、生存と適応度の上昇を通じて高度な心的機能となったとの仮説のもとに、(1)共感性を備えるに至った特定の哺乳類で神経機構を同定；(2)進化の基盤となった遺伝的多様性の解明；(3)共感性を支える遺伝子・分子・回路の探索を戦略として掲げて、新しい学術領域『共感性の進化・神経基盤』を構築するとしている。すでに共感性の機能とメカニズムの解明には本領域の計画研究班員が大きく寄与しており、計画年度内に目標達成可能な戦略と評価できる。研究班の発足以来、中間審査に至る期間に、(1)については相手個体が有する情動状態を反映した情動を示す「情動伝染」に関与する神経機構の解明が進んでおり、全体的達成度も十分に高いと評価できる。(2)については、ヒトの共感性の特異的進化を検討し、同調性が集合知をかえって劣化させる状況を特定するなど、当初の仮説をより豊かにする成果をあげている。進化的解析ではこれまでに脊椎動物でもアミノ酸残基組成が多様で、軟骨魚類や貝類、タコ、昆虫やミミズにいたるまで保存されているオキシトシン類に注目し、行動パターンと遺伝子多型との関連解析が鋭意進められている。(3)痛み情動伝染モデルにおいて、ヒトあるいはマウスの前帯状皮質から扁桃核に至る回路の重要性を指摘している。前部帯状回 Brodman24野は隣接する嗅傍領25野とともに前頭前野、扁桃核、島や視床との結合があることが、これまで知られており、fMRIなど最新の技術で機能解析を試みることは重要である。前部帯状回の刺激は性ホルモンの分泌や陰茎の勃起、攻撃行動の惹起などを起こすので、帯状回は視床下部と大脳皮質の機能を中継、統合する部位

と考えられており、サルでは視覚刺激を始め種々の情報に注意を向けて正誤を判断し、動機付けや運動調節に関与するとこのこれまでの予想を裏付ける結果が得られるものと期待している。特に嗅傍領の一過性疎血が性指向を逆転したとの症例があり、異性に対する共感性という点で重要な部位である可能性がある。戦略(3)における共感性に関与する遺伝子・分子群の解析は、もとより大量のサンプルとデータ処理が必要であり、プロテオミクス解析、次世代シーケンサーやCRISPR/Cas法によるゲノム編集などを駆使して解明を進める必要がある。本領域が目指している複合的成果である、認知的により「高次な社会共感性」の融合研究へ展開する道筋として、特にオキシトシンが2～3万年前に現生オオカミとの共通祖先から分化したと考えられているイヌの家畜化に関わっていたとの本領域の成果は、異種間の共感性を示した特筆すべき研究で、ダーウィン以来論争が重ねられてきたイヌの起源を明らかにすると共に、いわゆる伴侶動物となり得る新たな動物種の同定（例えばシマウマに馬車を引かせる試みが19世紀末に多数行われ、失敗に終わった。）と同時に特定の動物種に対するヒトの愛好・忌避・タブーといった社会学・人文学的理解に資する発見である。この意味で本領域は神経基盤・分子基盤の理解を通じてヒトが「我々自身を知る」という大きな命題を着実に解明している。計画研究班はこのような大きな成果を挙げているが、一部の公募研究の報告に共感性との関連の説明が不備なもの、極端な場合は真摯に実験を実施・報告書を作成したとは考えがたいものがあるのは遺憾である。

高橋 英彦（京都大学大学院医学研究科 准教授）

このような広いテーマで学際的な分野は総花的になりがちである。既にそのような指摘も受け、テーマが明確化、絞り込まれてきていることは評価できる。

既にヒトを対象にした脳画像研究では共感性に関する神経基盤は精力的に調べられており、単に表層的な行動観察や質問紙との関連を見るような研究は不十分である。一方、ヒト以外に種を超えて、共感と解釈できる行動の観察・確認し、ヒトとの共通性を見出すのみでも不十分であり、両者をつなぐためには、動物での神経機構、分子機構を明らかにする必要がある。また、動物で明らかにされた知見をヒトで検証することでヒトの共感の心理的・生物学的メカニズムに対する理解が深まる。そういった意味では、計画班はヒトの神経機構の研究が手薄な印象であったが、公募班で良く補えていると考えられ、共感の心理的・生物学的メカニズムの解明に向かった研究が加速することを期待する。哺乳類の研究とヒトの研究は対象とする分子・神経基盤などで共通性も見出せ、菊水、尾中班の共同研究によるScienceに掲載された研究に代表されるように、実際に学術性に高くインパクトのある成果も出ている。一方、哺乳類以外の昆虫、魚類、鳥類は、その性質上独自のターゲットやアプローチに留まりがちである。これらの研究の位置づけをさらに明確にする必要がある。人文・社会系の研究の強化を受けて、人文・社会系の研究者を増やすだけでは不十分である。自然科学の研究者に新たな視点を与え、実証的な研究がスタートしたり、自然科学の結果を受けて、思想・理論・仮説の再構築や国民に理解されやすい概念や価値観を提示できるのが理想である。亀田班は画像研究や遺伝子研究に積極的に取り組み、論文投稿など成果も出始め、評価できる。さらなる人文・社会系の研究者の自然科学研究への積極的なコミットメントを期待する。大槻班が担当している数理モデルを用いた進化モデルは本領域のユニークな柱の一つである。数理・情報系の研究者を、公募班で補いながらさらにこの柱を太くするとともに、本領域で採取されてくる膨大なデータをさらに有効活用することも検討していただきたい。

領域に参画している研究者における若手の割合が高いことは望ましい事である。既存のアプローチや境界にこだわらず、さらに学際的・前衛的な研究を encourage していただきたい。