

ERATO「岡ノ谷情動情報」プロジェクト 追跡評価報告書

総合所見

本プロジェクトは、情動のメカニズムについて、行動科学的、神経科学的、計算モデル的手法を有機的に連携させて解明を進め、情動を主観、生理、表出、他者の4つの指標の動的な変化からデータ駆動的に捉えるアプローチにより、情動研究の水準を引き上げた。また、情動研究に行動生物学的な視点を持ちこみ、情動の進化的役割と発達過程を問うアプローチは新たな潮流をもたらした。

本プロジェクト終了後も、研究総括および各グループリーダーは継続的に競争的研究資金を獲得し、本プロジェクトでの研究成果を発展させ精力的に展開している。「情動情報の表現と伝達」では、他者への印象が分配行動に及ぼす影響、ラットのメタ認知、また妄想形成の計算モデル等について興味深い成果が得られている。「情動の発達と進化」では、新生児における弱者救済の選好、乳児の学習における身体接触の役割等、オリジナリティの高い成果が得られた。解析技術の面でも、同時計測した複数の生理指標の変化パターンから情動を推定する方法、乳児の泣き声から神経成熟の度合を推定する方法、また全頭型新生児用NIRS（近赤外分光法）プローブ等は、広い活用が期待される。今後、研究成果のより影響力の大きい学術誌への発表等による情動科学への更なる貢献、また多岐にわたる研究成果をまとめあげた包括的で新しい理論の提唱を期待したい。

本プロジェクト参加者の中心メンバーは、積極的なアウトリーチ活動を通して、アカデミアのみならず、社会一般に対して、情動に関する理解を正しく深く広めている。また、国内の研究コミュニティを創出し、人材の育成にも貢献している。

社会の分断の顕在化や現在のコロナ禍によるコミュニケーション不全等を背景に、本プロジェクトで得られた知見はますます重要性を増しており、得られた研究成果の社会の実問題への取り組みによって、本プロジェクトの意義はいつそう確固たるものとなるであろう。

1. 研究成果の発展状況や活用状況

本プロジェクト終了後も、研究総括および各グループリーダーは継続的に競争的研究資金を獲得し、本プロジェクトの研究成果を精力的に展開している。例えば、2017年に岡ノ谷が領域代表の新学術領域研究「共創言語進化」、2013年に岡田が領域代表の新学術領域研究「スパースモデリング」、2016年に川合が基盤研究(A)「援助行動」、また2017年に明和が基盤研究(A)「自他分離表象」をそれぞれ開始している。

「情動情報の表現と伝達」では、(1)コミュニケーションと情動(他者との関係)、(2)怒り、誤動作と情動、(3)情動と選択行動、(4)表情認識と情動のテーマで、数多くの成果が得られている。特に、不平等感、達成感、尊敬や賞賛といった、基本感情の範疇では説明されない、

動的で、かつ状況で大きく変化する感情と神経基盤との対応を探究する方針はプロジェクト研究期間中から一貫しており、情動研究の有力な手法の一つとして確立した。ヒトを対象とした fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging) 実験で他者への印象が分配行動に及ぼす影響を調べた研究 (Nakatani et al. 2017, *Scientific Reports*) はその代表例である。交通の場面での高齢者における怒りを検証する試みは、社会的なニーズも高く、プロジェクトで開発された怒りを判別する指標を効果的に取り入れたものとして評価できる。情動と選択行動に関しては、ヒトおよび動物の行動実験と計算論モデルの両輪によって、行動主体の選択におよぼす情動の影響を理解するとともに、この関係性に強く関連する潜在変数の特定を進めた。特に、ラットのメタ認知 (Yuki & Okanoya 2017, *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*)、妄想形成の計算モデル (Katahira & Yamashita 2017, *Computational Psychiatry*) 等はオリジナリティの高い成果である。一方、対面コミュニケーションとオンラインコミュニケーションにおける情動情報伝達の研究は、コロナ禍で活用度が増したオンラインコミュニケーションで顕在化した問題点の解決に向けて、新学術領域「共創言語進化学」によって継承され、発展研究が始まっている。

「情動の発達と進化」に関する研究では、(1) 乳児の情動発達と母子関係、(2) 動物の情動発現に対応する脳神経基盤の解明のテーマで成果が得られている。とくに、(1) では、行動の予測や行為の意味理解といった伝統的で発達心理学的な研究テーマに加え、視覚 (表情や顔の動き)、聴覚、触覚といった切り口を扱うことで、乳児の情動関連機能の発達およびそれを支える身体的要素の理解に大きく貢献している。新生児における弱者救済の選好 (Kanakogi et al. 2017, *Nature Human Behavior*)、乳児の学習における身体接触の役割 (Tanaka et al. 2018, *Developmental Cognitive Neuroscience*) 等の成果は特筆される。また、泣き声の分析に関する研究は臨床的な意義も高く、重要な発展成果の 1 つである。(2) に関する研究は、プロジェクト研究期間中から着実に発展させている (Kagawa et al. 2017, *Behavioural Brain Research*, Saito et al. 2019, *Scientific Reports*)。一方で、進化という側面では限られた種および場面の実験にとどまっており、非常に広範な現象を包含するテーマであるため、複数の種や場面を対象とした研究結果を情動の進化の観点で概括する考察が今後も期待される。その一つとして、Okanoya 2019, In: Yamagishi ed, *Astrobiology* は端緒と位置づけられる。

2. 研究成果から生み出された科学的・技術的および社会的・経済的な波及効果

(1) 研究成果の科学的・技術的観点からの貢献

情動を主観、生理、表出、他者の 4 つの指標の動的な変化からデータ駆動的に捉えるというアプローチを打ち出した本プロジェクトは、2000 年代以降、行動科学、神経科学、計算モデル等を統合した手法でアプローチする研究が世界的にも急激に盛んになる流れの中で、

情動研究の水準を引き上げた。さらに、情動研究に行動生物学的な視点を持ちこみ、情動の進化的役割と発達過程を問うアプローチは新たな潮流をもたらした。

技術的観点では、本プロジェクトの成果はコミュニケーションを媒介する情報技術に重要な知見を提供する。音声コミュニケーションの分野を例にとると、音声認識・音声合成・変換については、2013年以降に深層学習が導入されてから急激に性能が向上し続け、近年では部分的に人間の能力を凌駕するシステムが出現している。しかし、音声の担う情報の中で言語情報以外の情動情報については、精力的に研究が推進されているものの、顕著な進歩は認められていない。これは、言語情報のような信頼できる指標がまだ確立していないことがボトルネックとなっており、情動に対する本プロジェクトの多面的な取り組みが今後貢献していくと期待される領域である。

本プロジェクトの成果の中でも、①複数の生理指標を同時に計測し、その変化のパターンから情動を推定する手法の開発、②乳児の泣き声から神経成熟の度合を推定する方法の開発の2つは特筆すべきものである。

①は、「情動の動的・多義的な性質を理解したうえでの研究」の発展に大きく貢献した。従来の「一種のカテゴリ認知の研究にすぎない」と批判されてきた情動に関する心理学的研究手法から脱却し、既存の仮説にとらわれずに取得した大規模データから重要な潜在変数を見出す本プロジェクトの研究の方向性は、国内外の情動研究の大きな潮流の一端を担った。②は、泣き声と神経活動、発達の行動的指標の多角的な分析で、泣き声に神経系の成熟度の要因が含まれることや、言語発達の速度を予測する指標となることを明らかにした。この応用が臨床場面で大きな成果を挙げる可能性がある。

これらの研究は、情動が身体のダイナミックな変化と密接に結びついていることを示すとともに、その詳細なメカニズムを紐解く重要な知見の基礎として、今後の研究に寄与することが期待できる。

一方で、プロジェクト終了後に発展している数多くの研究成果について、より影響力の大きい学術誌への発表等による、情動科学への貢献を今後は期待したい。また、情動というテーマはヒトにも、それ以外の動物にも共通するテーマであり、生物学的な側面、個人としての側面、社会としての側面が複合的に関連するため、特定の種や特定の感情、行動に特化した研究に留まらず、研究成果を包括するインパクトの高い新しい理論の提唱を期待したい。

(2) 研究成果の社会的・経済的観点からの貢献

本プロジェクトの研究成果は、社会的な重要性が今日ますます高まっている。コロナ禍の状況におけるコミュニケーションの問題（リモートワーク等でのオンラインコミュニケーションの問題点、精神状態の不調等）、煽り運転、SNSでの誹謗中傷、高齢化や少子化等、社会的需要も大きく、適切に展開すれば経済的な波及効果も期待できる。

例えば、オンラインコミュニケーションにおける情動伝達の特徴分析は、その比重が増した今日の社会において、非常に重要な研究成果である。一方で、プロジェクト終了後の技術

基盤の変化も大きく、本プロジェクトで対面コミュニケーションに（大きく）劣るものとしていたオンラインコミュニケーションの価値が急速に向上しつつある。このような状況では、本プロジェクトの研究成果を直接適用できる範囲は限られるかもしれないが、本質的な問題はまだ残されており、その解決への貢献を期待する。

また、情動喚起システムは、実験室で喚起された情動が日常生活で経験されるものと質的、強度的に同等であるかとの情動研究における問題を解決し、より信頼性・妥当性の高い情動研究を行うために大いに役立つ。現在では、ヘッドマウントディスプレイを用いた VR (Virtual Reality) により情動を喚起する状況を提示するシステムが広く用いられているが、情動喚起システムのアイデアがこのシステムを充実したものにする可能性がある。

本プロジェクトで独自に開発された「感情表情表出映像データベース」や「マルチモーダル感情表出データベース」は、様々な商品やサービスの購入者やユーザーの感情応答を捉える研究開発の基盤となり得る。また、本プロジェクトが島津製作所と共同開発した新生児用全頭型 NIRS は、ヒト脳の発達研究を新たな水準に引き上げる技術革新をもたらすと考えられる。さらに、脳波と心拍を組み合わせた「怒り測定システム」は、高齢者の運転特性の理解等、社会的に重要な研究にも活用されている。このような、信頼性・妥当性の高い実験刺激セットや測定機器は、今後、情動研究に留まらず、ヒトを対象としたさまざまな研究や産業応用に標準的に広く用いられる可能性がある。

本プロジェクトの研究成果は社会的なインパクトが大きいと考えられるが、これまでのところ研究成果の社会実装に向けた取り組みは限定されている。本プロジェクトはあくまでも基礎研究を中心に据えており、プロジェクト終了後 5 年程度で経済的な直接的貢献を期待するのは性急だが、今後、得られた成果の社会の実問題への取り組みによって、本プロジェクトの意義はいつそう確固たるものとなるであろう。

情報発信については、研究総括や主要研究者はきわめて活発に行っており、このような分野の認知度を高めるうえで大いに貢献している。例えば、テレビやラジオへの出演や一般向けの書籍の出版も数多い。発達や加齢、日常的な社会相互作用を切り取った多くの研究成果の発信は、社会一般に情動に関する理解を正しく、そして深く広めることにも成功しており、母子関係、高齢者の感情特性、精神的な健康の維持・増進といったテーマでも今後ますますの展開が期待できる。

(3) その他の特記すべき波及効果

本プロジェクトに参加した若手研究者のその後の就職・昇進や研究資金獲得状況は順調であり、関連する研究領域の将来的な発展の原動力となる人材育成への貢献は大きい。

プロジェクトの研究成果における、多様かつ時系列を含む大規模データの分析手法や高度なモデリングの技術は、これまで見えてこなかった他分野との連携可能性をもたらし、多様な分野への応用が可能である。例えば、情動モデリンググループの片平健太郎、山下祐一らは、「計算論的精神医学：情報処理過程から読み解く精神障害」（勁草書房，2019）を共著

し、数理モデルに基づく情動機構と精神疾患の理解に向けた新たな潮流を作りつつある。