

科学研究費助成事業（基盤研究（S））公表用資料 〔令和5（2023）年度 中間評価用〕

令和5年3月31日現在

研究期間：2021～2025
課題番号：21H04981
研究課題名：個別の育児支援手法の創出を導く養育者 乳児の動態とその多様性創発原理の解明
研究代表者氏名（ローマ字）：明和 政子（MYOWA Masako）
所属研究機関・部局・職：京都大学・教育学研究科・教授
研究者番号：00372839

研究の概要：

日本では、子どもの発達や子育てにまつわる問題が悪化し続けている。こうした問題が生じやすい理由のひとつとして、親子の生体システムが不均衡であることによる相互作用の困難さがある。本研究は、養育者・乳児が双方に影響しあう生体の時系列変化（動態）を可視化し、両者の動態の予測モデルを構築することを目的とする。相互作用の多様性が創発する基礎原理を解明することにより、最終的には「個別型」の育児支援開発に向けた指針の提案を目指す。

研究分野：認知科学、神経生理学、分子生物学、情報科学

キーワード：相互作用、発達、母子関係、内受容感覚、腸内細菌叢

1. 研究開始当初の背景

日本では核家族化が進み、子育てに関する問題は悪化の一途をたどる。孤立育児に悩み、ストレスに苛まれる親（母親）の数は激増し続けている。新型コロナウイルス感染症の世界的流行がこの問題に追い打ちをかけた。育児する側（養育者）にとって、子どもは「ヘテロ（不均衡）」な存在である。両者の心身の不均衡さは、「相手の行動予測が難しい・心の状態を理解する手がかりに乏しい・社会的報酬が得にくい」といった困難を生じさせやすく、養育者の心身をいっそう疲弊させる。養育者のストレスを軽減し、精神的問題の未病化を図ることは喫緊の課題となっている。そのためには、養育する側とされる側を個別に支援するという従来の枠組みを超え、「養育者-子」をセットで支援するという新たな発想、それを基軸とした支援法の創出が求められる。しかし、ヒトの本性についての科学的理解とエビデンスにより裏づけられた育児支援法の開発は世界的にも行われておらず、基礎研究の推進が待たれていた。

2. 研究の目的

上記背景に基づき、本研究では、養育者と子どもが双方に影響しあう場面での身体生理の時系列変動を可視化し、不均衡な状態を安定した状態へと導く新たな支援へとつなげる基盤を提案することを目的とした。とくに、養育者・子どもの相互作用により生じる個体間の身体生理・行動制御の「動態（リズム生成～同期）」に着目した。養育者と子どもの生体動態は、それぞれの個に閉じた静的なシステム（閉鎖系）ではなく、日々の相互作用で変容し続けるオープンシステム（開放系）である。本研究では、この見方を基軸として、ヒトの発達・育児という営みのシステムの理解を目指す。

3. 研究の方法

ヒトとマウスの養育者およびその乳児（仔）を対象とし、両者の相互作用を2つの時定数で評価する。ひとつは、相互作用で発生する個体間の身体生理（心拍・自律神経系）や行動の「動態（リズム生成～同期）」、もうひとつは、相互作用時の動態がその後どのように変化、あるいはペア間でどのように多様化していくかを追跡する「多点評価」である。さらに、相互作用時の動態は、それぞれの個体もつ「身体内部状態（腸内細菌叢・ホルモン分泌）」、「精神機能（感情や認知、ストレスなど）」の形質とどのように関連するかについても検討する。「発達科学・生物学・情報科学」の融合により、生体「内・間」の動態の可視化と因果検証を重ねながら、個々の相互作用を予測しうるモデルを構築する。養育者・乳児の相互作用が多様に創発する原理を解明し、「個別型」の育児支援開発に向けた指針を提案する。

具体的には、以下の3つの課題に取り組む（図1）。【課題1】相互作用中の動態データの収集・経時変化の可視化・形質との関連・生物学的基盤の解明 【課題2】動態の構成要素の因果検証・多様性創発に関する仮説提示 【課題3】両者の動態の予測モデル構築と相互作用の多様性創発の原理解明・「個別型」の育児支援開発に向けた指針の提案。

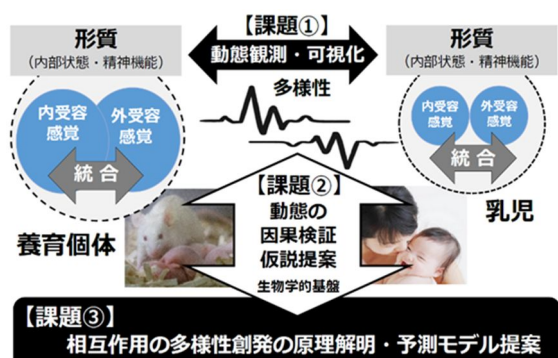


図1 本研究が取り組む3つの課題

4. これまでの成果

現時点で、当初の想定をはるかに超える成果をあげることができている。ここでは、特筆すべき成果を3点挙げて説明する。

- (1) 生後早期のヒトの迷走神経（副交感）活動の個人差は、腸内細菌叢と精神・行動発達の両方と関連することを世界で初めて実証した。迷走神経活動は、菌叢の多様性と正の相関を、不快な情動表出とは負の相関を示した。個体「間」の関係性については、子の自律神経系および認知発達のリスクに、母親の自律神経系や精神機能が関連することを見出した。母親の迷走神経活動は子の快情動と関連し、母親の交感神経活動は、子の実行機能（認知的側面）の発達リスクと関連する。また、育児ストレスが高い母親の子では、認知発達リスク、迷走神経活動ともに低く、腸内細菌叢にも違いがみられた。こうした「腸内細菌叢 - 自律神経系 - 精神・行動」の個体「内・間」の発達の関連を示した研究は世界初である。
- (2) マウスの妊娠末期～出産後の全期間の自律神経系の時系列データを世界で初めて取得した。今後、データの時系列解析を行うことで、世界でも類をみないパラダイムの創出が期待できる。また、マウスの腸内細菌叢を操作すると母性行動が変化する知見も世界で初めて得た。母マウスが仔マウスと再会すると涙液量を増やすことを見出し、その機序解明にも成功した。
- (3) 日常生活場面を重視した基礎研究を推進するため、3日間連続でヒト母子の自律神経系の時系列データを収集した。（クロス）リカレンスプロット解析を行ったところ、自律神経系の非線形性を失うことなく、個体内の概日リズムや個体間の相関、さらには、母親の主観的ストレスを予測できた。ヒトの精神機能を予測するモデルの構築は世界的に目覚ましい勢いで進んでいるが、この成果は、その最先端に位置づくにとどまらず、ヒトの育ちを支援するイノベーションへと活かされる画期的な成果といえる。

5. 今後の計画

【課題】 ヒトを対象とした研究では、コロナ禍で計画通りに進められなかった対面調査を加速して実施する。時系列解析手法を用いて、両者の自律神経系の同期性や精神機能・認知発達との関連について検証を進める。唾液採取による内分泌ホルモンの個人差評価も本格的に進める。マウスを対象とした研究では、妊娠～授乳期間の相互作用時の行動および自律神経系の時系列データをすべて取得し、両者の関係性の多様性創発の機序とその関連要因を特定する。とくに、内受容システム（菌叢 - 内分泌 - 自律神経系）に焦点をあてて研究を進める。【課題】 深層ニューラルネットワークを用いて、（クロス）リカレンスプロットからヒト母子の精神・行動特性を直接推定できるか検証する。手法の拡張を試みることで、相互作用の動態のより精緻な理解を目指す。マウスを対象とした研究では、菌叢と母性行動の解析を継続する。母性行動の制御に関わる候補菌種の絞り込みと機能の特定を行い、ヒトとの比較検討を行う。また、オキシトシンを人為操作したマウスを用いて、母性行動の時系列変化にどのような影響が生じるかを検証する。【課題】 取得した大規模データをもとに、相互作用時の母子（仔）の個体「内・間」の感覚運動・生理信号を再現・予測できる神経回路モデルの開発に着手する。こうした構成的アプローチを解析的アプローチと統合させることにより、相互作用のシステム的理解を目指す。最終的には、科学的エビデンスに依拠した、多様な当事者に対応しうる「個別型」育児支援の指針提案を図る。提案内容の妥当性については、精神科医や小児科医、保健師、子育て支援を推進する現場の専門家と密に連携しながら検証を進める。ヒトの子育て・発達に関する基礎研究の成果を一般にわかりやすく伝える役割を果たすとともに、科学技術に携わる者として、その智を羅針盤とした有効性の高い親子支援の提案、発展に学術からの貢献を果たしたい。

6. これまでの発表論文等（受賞等も含む）

- Takeuchi, M., Matsunaga, M., Egashira, R., ... Myowa, M. (13 番目中 12 番目), & Hagihara, K. (2022) A multidimensional physical scale is a useful screening test for mild depression associated with childcare in Japanese child-rearing women. *Frontiers in Psychiatry*, Dec 1, 13:969833. doi: 10.3389/fpsy.2022.969833. (Accepted: 2 November 2022)
- Yu, L., & Todoriki, K., & Myowa, M. (2022) From spontaneous rhythmic engagement to joint drumming: A gradual development of flexible coordination at approximately 24 months of age. *Frontiers in Psychology*, Sep 29, 13:907834. doi: 10.3389/fpsyg.2022.907834. (Accepted: 13 September 2022)
- Carcea, I., Caraballo, N.L., Marlin, B.J., ..., Kikusui, T. (27 番目中 24 番目), et al. (2021) Oxytocin neurons enable social transmission of maternal behaviour. *Nature*, 596, 553-557. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03814-7>. (Accepted: 8 July 2021)
- 明和政子 (2022) マスク社会が危ない 子どもの発達に「毎日マスク」はどう影響するか? 192 頁, 宝島社. (出版日: 2022 年 10 月 24 日)

7. ホームページ等

- <https://kaken.nii.ac.jp/ja/grant/KAKENHI-PROJECT-21H04981/>
<https://myowa.educ.kyoto-u.ac.jp/> (京都大学・明和研究室)
https://www.azabu-u.ac.jp/academic_graduate/lab/teacher/va/kikusui_takefumi.html (麻布大学・菊水研究室)
<http://developmental-robotics.jp/> (東京大学・長井研究室)