

長井 志江

情報通信研究機構脳情報通信融合研究センター  
主任研究員

認知ミラーリング:認知過程の自己理解と社会的共有による発達障害者支援

## § 1. 研究成果の概要

### プロジェクト全体

本研究課題の全体会議として日本発達神経科学学会第7回学術集会(2018/11/24-25, 東京)を開催し, メンバーよりによる講演とポスター発表(計14件)を行った。また, 国内外から発達障害研究や認知発達ロボティクス研究に携わる研究者を招へいし, 日本認知科学会第35回大会OS「認知ミラーリングと社会的認知」(2018/8/30, 大阪), ICDL-EpiRob 2018 Workshop on “Understanding Developmental Disorders”(2018/9/17, 東京), 国際カンファレンス「コ・デザインと当事者研究」(2018/11/2-3, 東京), 脳と心のメカニズム第19回冬のワークショップ(2019/1/9-11, 北海道)(右上図)などの会議を約60件開催して, 本研究課題の成果発信と共同研究に向けた議論を行った。特に1月のワークショップでは, 本研究課題の作業仮説である予測符号化理論に基づく発達障害の発生原理について, 世界的に顕著な成果を挙げている認知神経科学者らと密な議論を交わし, 今後の研究推進に重要な示唆を得た。



予測符号化理論を基盤として, 当事者視点から発達障害の理解を目指す本研究課題の取り組みは, 発達障害研究にパラダイムシフトを起こしうるものとして, NHK(2018/4/30, 2018/8/2, 2018/8/20), 読売新聞(2018/10/28), 日経サイエンス(2018/8/1)など,多くのメディアでも取り上げられている(計19件)。

## 認知ミラーリンググループ

計算モデルグループとの密な議論を通して、予測符号化神経回路モデルの設計・精緻化と、それを実装したロボットの認知行動実験を行なった。自他識別や目標指向動作、情動分化、描画行動の発達が予測符号化モデルで再現できることを確認し、モデルのパラメータ変動が自閉スペクトラム症(ASD)の認知特性を説明しうることをシミュレーション実験で検証した。さらに、予測符号化に基づく認知発達の計算論的理論をまとめたレビュー論文を出版し(右図)(Nagai, 2019)、大きな反響を得ている。



また昨年度に引き続き、当事者研究グループと協働で ASD 者の聴覚特性を評価する実験を行ない、環境に依存した聴覚症状とその発生要因を明らかにした。そして、予測符号化仮説に基づいた聴覚過敏発生モデルを提案し、数値シミュレーションで仮説の妥当性を検証した。さらに本研究課題開始時から継続して、障害者支援グループと当事者研究グループとの協働で ASD 知覚体験ワークショップを開催し、ASD 者に対する定型発達者のスティグマ軽減効果を検証している。

## 当事者研究グループ

昨年度から継続して臨床研究を行うとともに、その分析結果に基づきファシリテーション講習プログラムを作成し、障害者、支援者、企業などを対象に実施した。エピソード・バンクには、当事者研究ネットワーク等と連携し、300 超のサンプルを登録した。実験では、アブミ骨筋反射の閾値が、聴覚過敏の程度や社会的コミュニケーション障害と関連することを示した(Ohmura et al., 2019)。

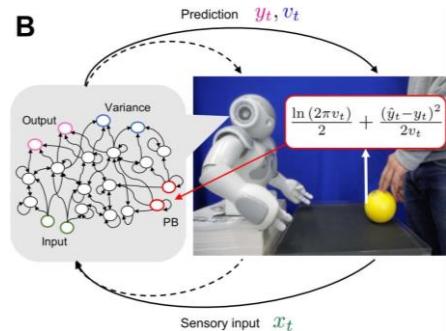
## 障害者支援グループ

認知ミラーリンググループと当事者研究グループと協働で、ASD 視覚体験シミュレータを用いて、障害児者支援員・教員・保育士、保護者、企業などを対象とした「ASD 知覚体験ワークショップ」を合計 9 回実施し、参加者のスティグマ低減効果及び参加者の学習内容に関する調査を行った。また、アウトリーチ活動として、ASD 視覚体験シミュレータの体験会・講演会を計 7 回実施したほか、特設ページの作成及び Web 記事を計 4 件作成した(上図)。



## 計算モデルグループ

予測符号化理論に基づいて、認知(障害)メカニズムを理解するための仮説の提案と検証を、以下の3つの方法で実施した。(1) 予測符号化理論を神経回路モデルとして具現化し、それを実装した神経ロボティクス実験・仮想障害実験を通じて、仮説の妥当性を検証した(右図)(Idei et al., 2018)。(2) 予測符号化神経回路モデルをロボットミラーリングシステムの動作原理として提供するために、人の相互作用実験を介して理論の妥当性・有効性を検証した(認知ミラーリンググループとの共同)。(3) 当事者研究から抽出された仮説を、計算モデルシミュレーションとモデルフィッティング解析を用いて、その妥当性を検証した(当事者研究グループとの共同)。



## 【代表的な原著論文】

1. Yukie Nagai, “Predictive learning: its key role in early cognitive development,” Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, vol. 374, no. 1771, 2019.
2. Yoshiyuki Ohmura, Itsuki Ichikawa, Shinichiro Kumagaya, and Yasuo Kuniyoshi, “Stapedial reflex threshold predicts individual loudness tolerance for people with autistic spectrum disorders”, Experimental Brain Research, vol. 237, no. 1, pp. 91–100, 2019.
3. Hayato Idei, Shingo Murata, Yiwen Chen, Yuichi Yamashita, Jun Tani, and Tetsuya Ogata, “A Neurorobotics Simulation of Autistic Behavior Induced by Unusual Sensory Precision”, Computational Psychiatry, vol. 2, pp. 164-182, 2018.

## § 2. 研究実施体制

### (1) 認知ミラーリンググループ

- ① 研究代表者:長井 志江 (情報通信研究機構脳情報通信融合研究センター 主任研究員)
- ② 研究項目
  - ・認知(障害)原理としての予測符号化仮説を検証する認知発達ロボティクス実験
  - ・人の認知特性を学習・推定する認知ミラーリングシステムの開発
  - ・構成的認知心理実験によるASDの聴覚過敏・鈍麻の発生過程の解析
  - ・予測符号化理論に基づく知覚過敏・鈍麻の発生機序の計算論的モデル化
  - ・ASD知覚体験ワークショップの開催をとおしたステigma軽減と社会貢献

### (2) 当事者研究及び障害者支援グループ

- ① 主たる共同研究者:熊谷 晋一郎 (東京大学先端科学技術研究センター 准教授)
- ② 研究項目

当事者研究グループ

  - ・臨床研究の実施と分析
  - ・エピソード・バンク・システム構築
  - ・実験による認知原理仮説の検証

障害者支援グループ

  - ・ASD 視覚体験シミュレータを用いた「ASD 知覚体験ワークショップ」の実施
  - ・ASD 知覚体験ワークショップの参加者を対象とした調査・分析
  - ・ASD 知覚体験シミュレータを用いた体験会・講演会の開催
  - ・広報・啓発を目的としたプロジェクト内容に関するWeb記事の作成

### (3) 計算モデルグループ

- ① 主たる共同研究者:山下 祐一 (国立精神・神経医療研究センター神経研究所 室長)
- ② 研究項目
  - ・神経ロボティクス実験・仮想障害実験による認知(障害)メカニズムの検証
  - ・予測符号化理論を具現化した神経回路モデルをロボットミラーリングシステムの動作原理として提供
  - ・当事者研究・認知実験から抽出された仮説の計算理論による検証