

論文の内容の要旨

論文題目 表情の定量化による自閉スペクトラム症の特徴抽出
氏名 大和田 啓峰

自閉スペクトラム症（Autism Spectrum Disorder、以下 ASD）は、社会的コミュニケーションや対人相互反応の困難と反復的な行動・興味・活動様式を中核症状とする神経発達を背景とした障害であり、多彩な遺伝環境要因が関与する遺伝的・社会的な異質性を含む症候群と考えられている。その罹患率は人種を問わず約 1～2%（男性が女性よりも 4～5 倍多い）と高く、障害による社会的・経済的損失は大きい。

ASD の中核症状に対する治療としては心理社会的介入がある程度有効とされ、中核症状に働きかける薬物治療は確立されていない。その治療のエビデンスの構築が難しい理由の一つに、中核症状の経時変化を検出できる客観指標が確立されていないことが挙げられ、評価指標の開発は喫緊の課題である。

ASD の社会的コミュニケーション障害は、言語的のみならず非言語的な要素（視線・身振り・顔の表情・発語の抑揚や韻律など）にも特徴があり、診断上でも評価の重きが置かれているにもかかわらず、ASD 者の表情表出に関する研究は比較的少ない上に、表情誘発手法に依存したものが多く、対人場面における表情表出と中核症状との関係を明確にした研究は未だない。本研究では、この点に着目し、対人場面における定型発達（Typical development、以下 TD）者との差異として見られる ASD 者の表情表出の特徴が社会的相互性障害と関連するという仮説を立て、表情定量解析により被験者の表情に表れる基本的な 7 表情（無表情、喜び、悲しみ、怒り、嫌悪、驚き、恐れ）の要素全てを客観的かつ定量的に計測して検証し、ASD の治療発展のために不可欠な中核症状の代用マーカーとして利用可能な表情指標を探索した。

被験者は ASD 群 18 名と、年齢・性別・知能・両親の社会経済状況（socioeconomic status: SES）を統制した TD 群 17 名であった。ASD 被験者は、精神障害の診断と統計の手引き第 4 版により診断され、自閉症診断面接（Autism Diagnostic Interview-Revised、以下 ADI-R）もしくは自閉症診断観察検査（Autism Diagnostic Observation Schedule、以下 ADOS）で診断閾値を超えることも確認された。背景情報および臨床指標として、ASD

群・TD 群ともに本人と両親の SES、世界保健機関 QOL 尺度 (World Health Organization Quality-of-Life questionnaire: WHOQOL)、機能の全体的評定尺度 (Global Assessment of Functioning: GAF)、自閉症スペクトラム指数 (Autism Spectrum Quotient: AQ)、状態・特性不安検査の状態不安 (State and Trait Anxiety Inventory state anxiety: STAI-state)、うつ病自己評価尺度 (Center for Epidemiologic Studies Depression Scale: CESD) を評価された。知能指数 (intelligence quotients: IQ) に関しては、ASD 群はウェクスラー成人知能検査 (Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised: WAIS-R) を、TD 群は日本語版知的機能の簡易評価 (Japanese Adult Reading Test: JART) を用いて評価された。

ASD 被験者は ADOS モジュール 4 (青年・成人向け) の 15 種類の課題 (構成課題、本のストーリーの説明、絵の叙述、会話と報告、現在の仕事あるいは学校、対人的困難と悩み、感情、実演課題、漫画、休憩、日常生活、友人と結婚、孤独、計画と希望、お話し作り) を受け、その一部始終がビデオカメラで動画記録された。TD 群に関しては、後述の方法により選択した表情解析用の ADOS 課題のみを施行され、その一部始終が ASD 群と同じ場所・方法・道具を用いて動画記録された。得られた動画に対して、表情解析用ソフトウェアである FaceReader 6.1 (ノルダス社) を用いて解析を行い、7 種類の表情に対応する表情強度 (EI) 値と被験者の顔面の向きを示す空間回転角の時系列データを得た。これらのデータを用いて以下の手順で仮説検証を進めた。

第一に、対人相互反応に伴う表情表出の評価に適する場面設定を、すでに ASD の中核症状の評価での信頼性のある ADOS の 15 課題の中から、以下の手順により選択した。最初に、15 課題の内容について被験者の反応で「一貫性」や「再現性」が期待できるかを定性的に評価し、3 つの課題 (構成課題、本のストーリーの説明、漫画) に絞った。次に、ASD 群より得られた EI 値と顔面の空間回転角のデータを用いて、表情定量解析の適用可能性に関連する項目として「表情検出の成功割合」「場面の長さ」「被験者の顔面が正対位置に近いか」「被験者間で顔面の向きがそろっているか」を各場面で Z スコアを用いて定量的に評価し、*T* 検定 (false discovery rate : FDR による多重比較補正あり) で比較した。その結果、Z スコアが単独で有意に高かった「漫画」課題のみを表情解析用の場面として採用した ($P_{FDR} < 0.05$)。

第二に、群間比較に先立ち、得られた全被験者 (ASD 群 18 名、TD 群 17 名) の合計 35 個の「漫画」場面の動画における全表情データ ($N = 53516$) の分布を概観した。その結果、無表情以外の感情表情 (喜び、悲しみ、怒り、嫌悪、驚き、恐れ) の EI 値が互いに対等かつ排他的であること、無表情の EI 値が感情表情の EI 値と相補的であること、感情表

情を複合した成分を考慮する必要性に乏しいことなどを確認し、従来の7表情が本研究に関しても妥当な分類であると判断した。また、各表情のEI値の時系列データの代表値（以下、EI変数）として、表情の「明瞭性」を表す最頻値（以下、Mode）と平均値（以下、Mean）、「変動性」を表す確率密度の最大値の自然対数（以下、LogP）と標準偏差（以下、SD）を得て、各EI変数の特性を検証した結果、ModeとLogPの組を主要なEI変数として採用した。

第三に、ASD者の表情表出の特徴を探索する目的で、上記で選択された「漫画」課題における各EI変数のASD/TD群間差をT検定で評価した（FDR補正あり）。その結果、ASD群では無表情のMode（ $t_{33}=3.03$ 、 $d=1.02$ 、 $P=0.005$ 、 $P_{FDR}<0.05$ ）、無表情のLogP（ $t_{33}=3.21$ 、 $d=1.08$ 、 $P=0.003$ 、 $P_{FDR}<0.05$ ）、喜びのLogP（ $t_{33}=3.30$ 、 $d=1.10$ 、 $P=0.003$ 、 $P_{FDR}<0.05$ ）の平均が有意に高く、喜びのModeの平均もFDR補正に耐える有意差はないものの低い傾向が見られた（ $t_{33}=-2.26$ 、 $d=-0.78$ 、 $P=0.038$ 、 $P_{FDR}>0.05$ ）。また、これらの群間差は、CESDやSTAI-stateや課題場面の所要時間を制御した共分散分析を行っても同様の統計的結論が得られた。したがって、TD被験者よりもASD被験者は表情で無表情が明瞭なまま固定しており、喜びは不明瞭のまま変動に乏しかったことが示された。

第四に、ASDの特徴を表す表情指標が社会的相互性障害の重症度を反映するかどうかを検証する目的で、ASD/TD群間差を呈したEI変数とADOS相互的対人関係領域点数との相関をスピアマンの順位相関分析を用いて評価した（FDR補正あり）。その結果、FDR補正には耐えないものの、無表情のModeで正の相関傾向（ $\rho=0.48$ 、 $P=0.042$ 、 $P_{FDR}>0.05$ ）が見られ、無表情が明瞭なほど社会的相互性の障害が大きい傾向が示された。

最後に、上記のASDの特徴を表す表情指標とADOS相互的対人関係領域点数以外の臨床指標（両群でCESD・STAI-state・WHOQOL・GAF・AQ、加えてASD群ではADI-R相互的対人関係の質的異常／意思伝達の質的異常／限定的・反復的・常同的行動様式・ADOS意思伝達／情動行動と限局された興味）との関連、および、被験者背景情報（年齢・身長・体重・本人／両親のSES・全検査／言語性IQ）との交絡を検討する目的で、各群個別にスピアマンの順位相関分析で評価した。その結果、ASD群においては、無表情のModeとGAFの間で無表情が明瞭であるほど機能が低くなる有意な相関関係が見られた（ $\rho=-0.74$ 、 $P<0.001$ 、 $P_{FDR}<0.05$ ）。また、TD群においては、無表情のModeとCESDの間で無表情が明瞭なほど抑うつが強くなる有意な相関関係を認めた（ $\rho=0.60$ 、 $P=0.011$ 、 $P_{FDR}<0.05$ ）。背景情報に関しては、ASD群において、喜びのLogPと両親のSESの間と（ $\rho=-0.52$ 、 $P=0.028$ ）、無表情のModeと本人のSESの間に（ $\rho=0.50$ 、 $P=$

0.034) 有意な相関を認めた。ASD 群で本人の SES と GAF の間にも有意な相関関係 ($\rho = -0.52$ 、 $P = 0.025$) を認めることから、表情指標と GAF の間の擬似相関の可能性を本人の SES を制御した偏相関解析により確認したが、有意性は保たれた ($\rho_{\text{partial}} = -0.65$ 、 $P = 0.004$)。

以上より、本研究は対人場面での ASD 者の表情の特徴として無表情が明瞭なまま固定されることを見出し、その無表情の明瞭性が社会的相互性障害と関連する可能性を示した。また、無表情の明瞭性に関しては、ASD 群において GAF と、TD 群において CESD との間でも相関が見られ、表情指標と他の臨床状態との関連も示唆された。