

# 自閉症スペクトラム障害児の顔認知研究の現状と展望

Face recognition in children with autism spectrum disorders: a review and future prospects

軍司敦子<sup>1)</sup>、北洋輔<sup>1) 2)</sup>、稲垣真澄<sup>1)</sup>

Atsuko Gunji, Yosuke Kita, Masumi Inagaki

## I. はじめに

自閉症スペクトラム障害 (autism spectrum disorders: ASD) のある小児は、表情からの感情理解や言外の意味理解、場に合った表現法などに、しばしば独特のコミュニケーション方略を用いる。これは、操作的診断法として利用される精神疾患の診断・統計マニュアル (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fifth Edition: DSM-5) を参照すると、Persistent deficits in social communication and social interaction across multiple contexts すなわち社会的コミュニケーションと社会的相互交渉の障害 (著者による仮訳) によるものと考えられる<sup>3)</sup>。しかしながら、ASD 児は、しばしば聴覚や体性感覚、視覚に過敏性あるいは鈍感性を示すことから、外界の情報への知覚やそれらの統合における障害が、円滑な社会的コミュニケーションと社会的相互交渉の妨げとなるのではないかと懸念されてきた。なかでも、顔への注目行動やアイコンタクト、視線への応答、表情の理解や模倣などの視覚情報処理に基づく非言語コミュニケーションの障害は、ASD の臨床所見として家庭でも気付かれやすく<sup>3, 74)</sup>、これらの原因は視覚を介した認知の特異性にあると解釈されている。近年では、非侵襲的脳機能測定法による研究が、このような所見についてエビデンスを示すようになり、さらに、治療的介入を視野に入れた、彼らの脳機能の状態把握と効果判定の指標としての応用も期待されている<sup>51)</sup>。

そこで、本稿では、おもにヒト脳機能研究から得られたエビデンスに基づき、ASD 児の顔認知の特異性について概観する。なお、引用する研究の中では、DSM-IV-TR<sup>2)</sup> における自閉性障害 (autism disorders) やアスペルガー障害 (Asperger's disorder)、特定不能の広汎性発達障害 (pervasive developmental disorders not otherwise specified) を含む広汎性発達障害 (pervasive developmental disorders)、あるいは、国際疾病分類第10版 (International Classification of Diseases: ICD-10)<sup>99)</sup> で使用された小児自閉症 (childhood autism)、非定型自閉症 (atypical autism)、アスペルガー症候群 (Asperger's syndrome) を含む広汎性発達障害 (pervasive developmental disorders) と表記されるが、各疾患を連続体としてとらえるという見解に基づいて、本稿では自閉症スペクトラム障害 (ASD) に用語を統一して使用する。

## II. 行動所見

ASD 児は、発達の早期からアイコンタクトや人への選好の乏しさが指摘されている。実際の対面場面のみならず、ヒトの社会的場面の視聴においても、ASD 児・者は、登場人物の顔ではなく物画像へより注目しがちである<sup>55)</sup>。この兆候は、1歳ですでに認められており、映像への①指さし行動や、②他者に物を見せる行動、③物に名前を付ける行動、④人を見る行動のうち、とりわけ、④人を見る行動が、定型発達児よりも、後に ASD と診断された児で顕著に乏しいことが報告された<sup>65)</sup>。

幼児期以降には、人への注目行動の乏しさよりもむしろ、視覚情報を介した実験的研究などから、ASD 児における顔認知の脆弱性が多数、指摘されるようになる<sup>8, 11, 12, 43, 53, 88)</sup>。しかし、実際の生活活動場面における彼らの頭部方向を解析してみると、

1) 独立行政法人 国立精神・神経医療研究センター  
精神保健研究所 知的障害研究部

Department of Developmental Disorders, National Institute of Mental Health, National Center of Neurology and Psychiatry.

2) 日本学術振興会特別研究員

Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science.

やはり6-8歳でも依然として人への注目行動が欠落しがちであることが確認され<sup>33, 76)</sup>、実験的にも臨床的にも顔認知における脆弱性が強く示唆されている。

社会的刺激へ能動的に注意を向ける機会が少ないASD児は<sup>19)</sup>、コミュニケーションの重要な手がかりとなる顔への注目も激減する。それは、結果として顔の知覚頻度を低下させるため、顔認知にともなう理解や行動の失敗や、社会的コミュニケーションと社会的相互交渉の障害を引き起こすのかもしれない<sup>48)</sup>。

さらに、ASD児・者では、顔の局所的な視覚探索の方略が異なることも指摘されている<sup>35, 40, 58, 89)</sup>。Klin et al. (2002)の報告によると、定型発達児・者では目の領域を注視する時間が長いのに対して、ASD児・者では顕著に短く、また、口の領域への注視時間では、定型発達児・者よりもASD児・者の方が有意に延長していた<sup>55)</sup>。なお、顔以外への注意の分散を最小にするため、顔のみを提示した条件でも、ASDでは定型発達よりも目の領域への注視が少なく<sup>66)</sup>、表情の識別の際にも、目ではなく口の領域に注視する傾向にある<sup>82)</sup>。一方で、個人内で視覚探索の方略を比較すると、やはりASD者においても、口よりも目への注視が長い<sup>66, 84)</sup>。また、顔識別のトレーニングを顔パーツのみと顔全体を用いて行ったところ、ASD児でも目への識別が優れていることから<sup>40)</sup>、児童期では定型発達児の視覚探索と似た方略を示し、むしろ、視覚探索の初期値が顔のどのパーツであったかの方が、その後の方略を微妙に左右するともいわれている。したがって、ASD児・者における顔の局所的な視覚探索の方略については統一した見解が得られたとはいえないが、少なくとも、定型発達とは異なる発達を遂げ、ひいて、コミュニケーションにおける社会的手がかりとして目以外の情報にも積極的にアクセスする代償的な方略を選択するようになる背景がうかがえる<sup>62, 79)</sup>。

このような行動の要因の一つに、注意や関心のバイアスが挙げられる。ASD児・者は、そもそも人や人の顔よりも他のものに関心を示すことが多い<sup>17, 54)</sup>。定型発達児・者では、視覚的探索において顔の検出が優位に発達するのに対して、ASD児・者ではそれがみられないのは、この注意や関心のバイアスがもたらす知覚頻度の偏りが要因とも考えられる。これを裏付ける研究は少なからず存在し、すな

わち、顔知覚を重ねることによって顔の同定や表情の再認成績が上昇するなど、ASD児・者における介入効果が期待される根拠である<sup>10, 29)</sup>。一方、顔の知覚に特異性があるために、顔への注目行動の乏しさや独特の視覚的探索の方略、表情理解の難しさ、顔よりもむしろ無機物への選好を示す可能性も依然としてある<sup>25, 61)</sup>。後者に起因するASD児・者の行動特徴には、顔学習というよりもむしろ、根本的な治療、あるいは、視覚情報処理に基づく認知特性への周囲の理解や支援を要するといえる。以下の章では、後者の特異性について述べる。

### Ⅲ. 脳機能研究による所見

#### 1. 腹側皮質視覚路

網膜に投影された視覚情報は外側膝状帯を通じて、大脳では第一次視覚野に初めて到達する。第一次視覚野より、V2、V4、下側頭葉(V8を含む)、後頭側頭回(紡錘状回を含む)へとつながる腹側皮質視覚路は、おもに視覚情報の色や形を処理していることからwhat pathwayと呼ばれる。得られた視覚情報から顔を同定するには全体的な処理が求められるが、低周波情報から符号化した顔構造に加え、高周波情報からの符号化は顔や顔パーツの輪郭を抽出するため<sup>63)</sup>、空間解像度に優れた腹側皮質視覚路は、顔の同定に不可欠である。顔の構造的符号化の継時的変化は、おもに頭皮上脳波や頭蓋内電極脳波、脳磁図による事象関連電位(Event Related-Potentials: ERP)や周波数の解析から、視覚情報の入力より170ms後に頂点を示す成分(N170)を指標に明らかにされた。この成分は、紡錘状回や上側頭溝(superior temporal sulcus: STS)付近を起源とし、顔のみならず顔以外の絵や文字を見たときにも出現する。その振幅は、植物や物を見るときよりも顔を見るときに増大し、乳児でもその傾向が認められることから<sup>34, 90)</sup>、顔特異的な構造的符号化がかなり早期に獲得されることを裏付けた。さらに、N170成分は、倒立顔を見たときに正立顔よりも増大、あるいは、遅延するなどの様相を示すため、視覚情報の全体的処理を反映するものと解釈された。しかしながら、ASD児・者では、顔に優位に駆動されるN170成分こそは認められるものの<sup>30, 68, 77)</sup>、定型発達児・者に比べて、そもそも紡錘状回の機能が低下し<sup>86)</sup>、倒立効果も反映されにくい<sup>59)</sup>。正立

顔への熟達した全体処理からの逸脱が倒立効果と仮定するなら、顔の局所的な視覚探索への偏重は、顔認知における倒立効果を減弱する。ASD児・者における顔の倒立効果の欠落とは、そのような顔の構造的符号化における方略の特異性に起因するとも考えられる。

なお、顔全体ではなく口や鼻など限られた顔パーツに注目した知覚は、N170成分の有意な潜時遅延を示すが、目に注目したときには、顔全体の知覚のときと潜時に相違はない<sup>5, 96)</sup>。眼球運動計測による顔への注視領域解析は、新規の顔を見るときにはとくに目の領域への注視が増え、その行動が紡錘状回の活動をより増大することを指摘しており<sup>35, 60)</sup> すなわち、顔全体への視覚探索において目への局所的な注視が多分に占める場合には、目のみを見るときにN170成分と類似した様相を示すと推察される。一方で、ASD児・者は口の領域や顔以外の背景へ注視する傾向にあるものの<sup>55, 66)</sup>、提示する顔の種類 (i.e., 友人や自分の顔) によっては口への注視が増加しないことがある<sup>49)</sup>。また、N170成分の潜時は、定型発達児・者に比べると、よく知った顔を見ているときに遅れることはないが<sup>30)</sup>、見知らぬ顔では遅延する<sup>59)</sup>。すなわち、ASD児・者においても、視覚刺激への意味情報によって視覚探索の方略が異なり、それに応じて紡錘状回での活動のタイミングは変動するものの、顔全体への視覚探索において目の領域への優位性がないために、顔の倒立効果が減弱するとも解釈できる。

さらに、顔構造として符号化された視覚情報は、顔の構造的変化を手がかりにある特定の感情を意味する表情として同定される<sup>22)</sup>。先に述べたとおり、ASD者は、顔の構造認知にともなう紡錘状回の低賦活が指摘されているが<sup>86)</sup>、表情認知にともなう紡錘状回の低賦活も、fMRI (functional magnetic resonance imaging) を用いた研究から確認されている<sup>10, 69, 80, 95)</sup>。したがって、ASD児・者が選択する顔の構造的符号化における方略が、表情認知の脆弱性につながり、ひいては、感情理解のつまずきを示すのかもしれない。一方で、表情変化のスピードの違いによって表現される感情が異なることから<sup>42)</sup>、表情の認知には、顔パタンの経時的変化への反応性もかかわっている可能性が高い。以降の章では、表情をヒトの動きとして同定するプロセスが、感情理解におよぼす影響について述べる。

## 2. 背側皮質視覚路

第一次視覚野よりV2やMT/V5を経て後頭頂葉へ投射される背側皮質視覚路は、おもに視覚情報の動きを処理していることから、where pathwayと呼ばれる。ヒトの動きを検出する知覚現象、すなわち、バイオリジカルモーション (Biological Motion: BM) は、紡錘状回および有線外皮質身体領野 (Extrastriate Body Area: EBA)、Kinetic Occipital (KO)、舌状回 (lingual gyrus) など身体知覚における構造処理に加えて<sup>81)</sup>、この where pathway を通じてMT/V5およびSTSを賦活する<sup>20)</sup>。MT/V5は、生物と限らず全ての運動視に貢献するが、STSは、歩行やダンスなどの全身運動や、その動きが想定される視線や表情といった生物特融の動き知覚に関連して賦活される<sup>28, 37, 39, 97)</sup>。近年、fMRIや脳波を用いた研究は、ASD児において、ヒト歩行の動きを検出するBM知覚が、定型発達児に比べてSTSでの活動を減衰することを報告した<sup>31, 32, 41)</sup>。すなわち、ASD児は、視覚情報から顔の構造的符号化をするプロセスのみならず、その顔構造の経時的変化の処理になんらかの脆弱性を抱えていることが示唆された<sup>7, 56, 57)</sup>。これは、表情の理解を阻害する深刻な要因と懸念される。

なお、STSは、シンプルな身体運動よりも心の理論 (Theory of Mind: ToM) をともなった動きを見ているときの方が優位に賦活され<sup>13, 24, 67)</sup>、さらに、言語の音韻や形態、声など刻々と変化する知覚情報の統合や意味処理にも貢献している<sup>9, 26, 73)</sup>。また、情動処理に重要に関連する扁桃体は、表情の知覚によっても賦活されるが<sup>87, 98)</sup>、ASD者では、それが縮小であったり、顔構造を符号化する紡錘状回との関連が脆弱であったりすることも報告されている<sup>21, 27, 38, 52, 78)</sup>。すなわち、ASDにみられる表情からの感情理解のつまずきとは、顔の構造的符号化やそれらの継時的な統合処理に加えて、社会性認知や情動反応も考慮し、脆弱性の元を探るべきである<sup>19, 36)</sup>。

## 3. その他の脳領域

符号化された顔構造は、その後、個体情報と照合される。このプロセスは、先に述べたとおり、知覚した構造を符号化する頻度によっては紡錘状回も重要に関与するが、むしろ、海馬や前頭葉内側面、頭頂葉が、おもに記憶の照合や蓄積を担うことによって、知覚した顔への既知性を確立してゆく<sup>14, 68, 75, 94)</sup>。

さらに、自分の顔として同定する場合には、自己の経験に関連する記憶を照合することがある。Keenan et al. (2001) は、自分の顔を識別したときに顕著に賦活される脳領域として右半球の前頭葉後下部を指摘した<sup>45, 47, 68, 70, 71, 75, 85, 93</sup>)。Kaplan et al. (2008) はこの領域が、自分の顔だけでなく自分の声を識別するときにも顕著に賦活されることも報告している<sup>44</sup>)。通常、視覚や聴覚、体性感覚を通じた自己識別は2歳までに確立する<sup>1)</sup>。しかし、ASD児は、自己像を通じて自他は識別するものの、自己意識行動が生じにくい<sup>18, 64, 83</sup>)。このことから、自己覚知の発達不全が疑われるとともに、自己覚知が社会性発達の礎であることから、他者の考えや意図の理解の発達におけるつまずきの要因として指摘されていた。そして、fMRI や近赤外線分光法 (near-infrared spectroscopy: NIRS) を用いた脳血液動態の研究から、ASD児・者における右半球の下前頭葉下部での機能不全が報告されると、彼らの自己覚知を支える同領域の重要性が注目されるようになった<sup>49, 50, 91, 92</sup>)。なお、この領域における、顔の知覚から個体情報の同定に至る時間的な役割は未だ解明されていないが、顔を見て人物判断をする直前の弁別や注意の状態を反映し、前頭葉からSTSや海馬を含む側頭葉にかけての広い脳領域の貢献が示唆されているERP成分(P300/P3b)が<sup>72</sup>)、顔が提示されてからおよそ300-400ミリ秒後に頂点を示すことから、少なくともその時間内に関与していると推察できる。一方、ASD児の場合、この顔を手掛かりとした既知性判断や自他識別のプロセスがERP成分に反映されにくいことから<sup>16, 30</sup>)、顔認知における個体識別が費やす脳活動が記憶照合に左右されない可能性が示唆されている。

#### 4. 情報の統合と顔認知の障害

以上より、ASDにみられる独特の顔認知は、第一次視覚野以降の視覚連合野である紡錘状回やMT/V5、STSや海馬を含む側頭葉、前頭葉内側面や後下部それぞれの形態異常あるいは脆弱性に起因するともいえるが、むしろ、脳領域間の応答性や統合における脆弱性(Weak Central Coherence: WCC)が背景病態である、という見解が根強い<sup>23, 73</sup>)。各脳領域間のニューラルネットワーク障害は<sup>4, 6</sup>)、相手の表情や身振りなどの視覚情報について、ヒトの顔や身体としての符号化やその経時的変化の処理、さらに、このような手がかりに基づく状況理

解を妨げる。この失敗経験は、コミュニケーションの生起に至る重要な手続きである顔への注目行動やその学習を阻害し、社会的刺激への能動的な検出の低下へとつながることもあるだろう。ASD児・者にみられる注意のバイアスとは、WCCが作り出した行動の行方ともいえる。

#### IV. 顔認知研究の展望

ASD児への支援にあたっては、どのモダリティが適切なコミュニケーション手法となるのか、という当事者の認知の状態を把握したうえで、適切なアプローチを見出すことが望ましい。その点で、顔認知における脳科学からのエビデンスは、現状を把握するだけでなく、治療的介入における方略を開発する上でも期待できる。なお、本稿で紹介したエビデンスのほとんどが非侵襲的で、繰り返し適用が可能な評価法から呈されたものであることから、治療や介入における対象の定期的な状態把握にも応用も期待できる。

たとえば、Bölte et al. (2006) は、ASD者を対象に表情識別トレーニングをコンピュータベースで行い、fMRI解析から紡錘状回におけるトレーニング後の活動増大を認めている<sup>10</sup>)。さらに佐久間ら(2012)は、ASD児を対象に、モデリングやリハーサルなどの個別指導を通じてコミュニケーション行動(注目行動の学習ではない)を学習するソーシャルスキルトレーニング(Social Skills Training: SST)を実施し、SST終了後には応答や援助など他の子どもへはたらきかける行動が増加あるいは改善することを報告した<sup>76</sup>)。この児の頭部方向解析から、SST前にはヒトへの注目行動が欠落しがちであったのに対して、SST後には相手への注目行動が増加したことも確認されている。また、私たちも佐久間ら(2012)と同様のSSTをASD児に適用し、SSTの指導員の顔をみるときのERP成分(前述の、顔を見て人物判断をする直前の弁別や注意の状態を反映するP300/P3b成分)が、SST後に有意に増大することを確認している<sup>29</sup>)。

このように、顔認知における脆弱性があると指摘されながらも、治療的介入が顔認知における注意資源の配分や顔構造の符号化、記憶照合やその蓄積に改善を促すことがエビデンスをもって報告されつつあるといえる。一方で、介入による行動変化を脳機

能データや神経生理学的指標で評価する際の有用点と問題点も指摘されており<sup>346, 48, 50, 51)</sup>、コミュニケーション行動への介入効果を裏付ける適切な評価法の確立のため、エビデンスの蓄積から最適な評価指標を検討することが今後、求められている。さらに、上記の報告は、相当する脳領域の短期的な可塑性を裏付けたものであることから、長期的な定着を追うことも本研究分野の課題ともいえる。

## 謝 辞

本研究の一部は、国立精神・神経医療研究センター精神・神経疾患研究開発費 25-6（発達障害の包括的診断・治療プログラム開発に関する研究（主任研究者：稲垣真澄、研究分担者：軍司敦子））およびJSPS 科研費 25705027（コミュニケーション障害の支援に向けた脳オシレーション解析による評価法の提案（研究代表者：軍司敦子））、JSPS 科研費 2310284（日常的空間における個体間同期作用の解明と社会性連関モデルの教育支援への展開（研究代表者：北洋輔））による助成を受けた。

## 文 献

- 1) Amsterdam B: Mirror self-image reactions before the age to two. *DevPsychobiol*, 5: 297-305, 1972.
- 2) American Psychiatric Association: Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 4th ed text revision (DSM-IV-TR) . American Psychiatric Association, Washington DC, 2000.
- 3) American Psychiatric Association: Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 5th ed (DSM-5) . American Psychiatric Association, Washington DC, 2013.
- 4) Belmonte MK, Allen G, Beckel-Mitchener A et al: Autism and abnormal development of brain connectivity. *J Neurosci*, 24: 9228-9231, 2004.
- 5) Bentin S, Allison T, Puce A et al: Electrophysiological Studies of Face Perception in Humans. *J Cogn Neurosci*, 8: 551-565, 1996.
- 6) Bertone A, Mottron L, Jelenic P et al: Enhanced and diminished visuo-spatial information processing in autism depends on stimulus complexity. *Brain*, 128: 2430-2441, 2005.
- 7) Blake R, Turner LM, Smoski MJ et al: Visual recognition of biological motion is impaired in children with autism. *Psychol Sci*, 14: 151-157, 2003.
- 8) Blair R, Frith U, Smith N et al: Fractionation of visual memory: Agency detection and its impairment in autism. *Neuropsychologia*, 40: 108-118, 2002.
- 9) Boddaert N, Chabane N, Belin P et al: Perception of complex sounds in autism: Abnormal auditory cortical processing in children. *Am J Psychiatry*, 161: 2117-2120, 2004.
- 10) Bölte S, Hubl D, Feineis-Matthews S et al: Facial affect recognition training in autism: Can we animate the fusiform gyrus?. *Behav Neurosci*, 120: 211-216, 2006.
- 11) Boucher J, Lewis V: Unfamiliar face recognition in relatively able autistic children. *J Child Psychol Psychiatry*, 33: 843-859, 1992.
- 12) Boucher J, Lewis V, Collis G: Familiar face and voice matching and recognition in children with autism. *J Child Psychol Psychiatry*, 39: 171-181, 1998.
- 13) Castelli F, Frith C, Happé F et al: Autism, Asperger syndrome and brain mechanisms for the attribution of mental states to animated shapes. *Brain*, 125: 1839-1849, 2002.
- 14) Cabeza R, Ciaramelli E, Olson IR et al: The parietal cortex and episodic memory: an attentional account. *Nat Rev Neurosci*, 9: 613-625, 2008.
- 15) Dalton, KM, Nacewicz, BM, Johnstone, T et al: Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism. *Nat Neurosci*, 8: 519-526, 2005.
- 16) Dawson G, Carver L, Meltzoff AN et al: Neural correlates of face and object recognition in young children with autism spectrum disorder, developmental delay, and typical development. *Child Dev*, 73: 700-717, 2002.
- 17) Dawson G, Meltzoff AN, Osterling J et al:

- Children with autism fail to orient to naturally occurring social stimuli. *J Autism Dev Disord*, 28: 479-485, 1998.
- 18) Dawson G, McKissick FC: Self-recognition in autistic children. *J Autism Dev Disord*, 14: 383-394, 1984.
- 19) Dawson G, Toth K, Abbott R et al: Early social impairments in autism: Social orienting, joint attention, and attention to distress. *Dev Psychol*, 40: 271-283, 2004.
- 20) Downing PE, Jiang Y, Shuman M et al: A cortical area selective for visual processing of the human body. *Science*, 293: 2470-2473, 2001.
- 21) Dziobek I, Bahnemann M, Convit A et al: The role of the fusiform-amygdala system in the pathophysiology of autism. *Arch Gen Psychiatry*, 67: 397-405, 2010.
- 22) Ekman P, Friesen WV: *Unmasking the face*. Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs NJ, 1975.
- 23) Frith U: *Autism: Explaining the Enigma*. Blackwell, Oxford, 1989.
- 24) Frith U: Mind blindness and the brain in autism. *Neuron*, 32: 969-979, 2001.
- 25) Gauthier I, Klaiman C, Schultz RT: Face composite effects reveal abnormal face processing in Autism spectrum disorders. *Vision Res*, 49: 470-478, 2009.
- 26) Gervais H, Belin P, Boddaert N et al: Abnormal cortical voice processing in autism. *Nature Neurosci*, 7: 801-802, 2004.
- 27) Grelotti DJ, Klin AJ, Gauthier I et al: fMRI activation of the fusiform gyrus and amygdala to cartoon characters but not to faces in a boy with autism, *Neuropsychologia*, 43: 373-385, 2005.
- 28) Grossman ED, Blake R: Brain Areas Active during Visual Perception of Biological Motion. *Neuron*, 12: 1167-1175, 2002.
- 29) Gunji A, Goto T, Kita Y et al: Facial identity recognition in children with autism spectrum disorders revealed by P300 analysis: A preliminary study. *Brain Dev*, 35: 293-298, 2013.
- 30) Gunji A, Inagaki M, Inoue Y et al: Event-related potentials of self-face recognition in children with pervasive developmental disorders. *Brain Dev*, 31: 139-147, 2009.
- 31) 軍司敦子. 自閉症スペクトラムの社会性認知に関する神経生理学的研究. 精神・神経疾患研究開発費 22-6 発達障害の診断および治療法開発に関する臨床研究 (主任研究者: 稲垣真澄, 研究分担者: 軍司敦子) 平成 22-24 年度総括研究報告書. 2013.
- 32) 軍司敦子. 自閉症スペクトラムの社会性認知に関する神経生理学的研究. 精神・神経疾患研究開発費 22-6 発達障害の診断および治療法開発に関する臨床研究 (主任研究者: 稲垣真澄, 研究分担者: 軍司敦子) 平成 23 年度分担研究報告書. 2012.
- 33) 軍司敦子. 社会性行動評価の基準行動作成を目的とした発達障害児における治療的介入の客観的評価指標の提案—二次元尺度による行動学的分析と顔認知の生理学的分析. 厚生労働科学研究費補助金障害保健福祉総合研究事業 H20- 障害 - 一般 -009 小児行動の二次元尺度化に基づく発達支援策の有効性定量評価に関する研究 (研究代表者: 稲垣真澄, 研究分担者: 軍司敦子) 平成 22 年度総合研究報告書. 2011.
- 34) Halit H, Csibra G, Volein A et al: Face-sensitive cortical processing in early infancy. *J Child Psychol Psychiatry*, 45: 1228-34, 2004.
- 35) Happé FGE, Ronald A, Olomin R: Time to give up on a single explanation for autism. *Nature neurosci*, 9:1218-1220. 2006.
- 36) Happé FGE, Frith U: The weak coherence account: Detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord*, 36: 5-25, 2006.
- 37) Hirai M, Kaneoke Y, Nakata H et al: Neural responses related to point-light walker perception: A magnetoencephalographic study. *Clin Neurophysiol*, 119: 2775-2784, 2008.
- 38) Inoue H, Yamasue H, Tochigi M et al: Association between the oxytocin receptor gene and amygdala volume in healthy adults. *Biol Psychiatry*, 68: 1066-1072, 2010.

- 39) Jastorff J, Orban GA: Human functional magnetic resonance imaging reveals separation and integration of shape and motion cues in biological motion processing. *J Neurosci*, 29: 7315-7329, 2009.
- 40) Joseph RM, Tanaka J: Holistic and part-based face recognition in children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44: 529-542, 2003.
- 41) Kaiser MD, Hudac CM, Shultz S et al: Neural signatures of autism. *Proc Natl Acad Sci USA*, 107: 21223-21228, 2010.
- 42) Kamachi M, Bruce V, Mukaida S et al: Dynamic properties influence the perception of facial expressions. *Perception*, 30: 875-887, 2001.
- 43) Kamio Y, Wolf J, Fein D: Automatic Processing of Emotional Faces in High-Functioning Pervasive Developmental Disorders: An Affective Priming Study. *J Autism Dev Disord*, 36: 155-167, 2006.
- 44) Kaplan JT, Aziz-Zadeh L, Uddin LQ et al: The self across the senses: An fMRI study of self-face and self-voice recognition. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 3: 218-223, 2008.
- 45) Keenan J, Nelson A, O' Connor M et al: Self recognition and the right hemisphere. *Nature*, 409: 305, 2001.
- 46) 北洋輔, 軍司敦子, 佐久間隆介他: 自閉症スペクトラム障害のある児に対する Social Skill Training の客観的評価. *精神保健研究*, 56: 81-87, 2010a.
- 47) Kita Y, Gunji A, Sakihara K et al: Scanning strategies do not modulate face identification: Eye-tracking and near-infrared spectroscopy study. *PLoS One*, 5: e11050, 2010.
- 48) 北洋輔, 細川徹: 自閉症スペクトラム障害 (ASD) における感情: 非定型発達脳での感情発達に及ぼす社会的経験の役割. *心理学評論*, 53: 140-150, 2010b.
- 49) Kita Y, Gunji A, Inoue Y et al: Self-face recognition in children with autism spectrum disorders: A near-infrared spectroscopy study. *Brain Dev*, 33: 494-503, 2011.
- 50) 北洋輔, 軍司敦子, 後藤隆章他: 自閉症スペクトラム障害児に対するソーシャルスキルトレーニングの実践—脳機能計測を活用した客観的評価法—. *東北大学大学院教育学研究科研究年報*, 61: 127-143, 2012a.
- 51) 北洋輔, 稲垣真澄: 自閉症スペクトラム障害の顔認知. *BRAIN and NERVE*, 64: 821-831, 2012b.
- 52) Kliemann D, Dziobek I, Hatri A et al: The role of the amygdala in atypical gaze on emotional faces in autism spectrum disorders. *J Neurosci*, 32: 9469-9476, 2012.
- 53) Klin A, Sparrow SS, de Bildt A et al: A normed study of face recognition in autism and related disorders. *J Autism Dev Disord*, 29:499-508, 1999.
- 54) Klin A: Attributing social meaning to ambiguous visual stimuli in higher functioning autism and Asperger syndrome: the social attribution task. *J Child Psychol Psychiatry*, 41: 831-846, 2000.
- 55) Klin A, Jones W, Schultz R et al: Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Arch Gen Psychiatry*, 59: 809-816, 2002.
- 56) Klin A, Lin DJ, Gorrindo P et al: Two-year-olds with autism orient to non-social contingencies rather than biological motion. *Nature*, 459: 257-261, 2009.
- 57) Koldewyn K, Whitney D, Rivera SM: The psychophysics of visual motion and global form processing in autism. *Brain*, 133: 599-610, 2010.
- 58) Lahaie A, Mottron L, Arguin M et al: Face perception in high-functioning autistic adults: evidence for superior processing of face parts, not for a configural face-processing deficit. *Neuropsychology*, 20: 30-41, 2006.
- 59) McPartland J, Dawson G, Webb SJ et al: Event-related brain potentials reveal anomalies in temporal processing of faces in autism spectrum disorder. *J Child Psychol Psychiatry*, 45: 1235-1245, 2004.

- 60) Morris JP, McCarthy G: Guided saccades modulate object and facespecific activity in the fusiform gyrus. *Hum Brain Mapp*, 28: 691-702, 2007.
- 61) Mottron L, Mineau S, Martel G et al: Lateral glances toward moving stimuli among young children with autism: Early regulation of locally oriented perception?. *Dev Psychopathol*, 19: 23-36, 2007.
- 62) Nakano T, Tanaka K, Endo Y et al: Atypical gaze patterns in children and adults with autism spectrum disorders dissociated from developmental changes in gaze behavior. *Proc Biol Sci B*, 277: 2935-2943, 2010.
- 63) Nakashima T, Kaneko K, Goto Y et al: Early ERP components differentially extract facial features: Evidence for spatial frequency-and-contrast detectors. *Neurosci Res*, 62: 225-235, 2008.
- 64) Neuman CJ, Hill SD: Self-recognition and stimulus preference in autistic children. *Dev Psychobiol*, 11: 571-578, 1978.
- 65) Osterling J, Dawson G: Early recognition of children with autism: A study of first birthday home videotapes. *J Autism Dev Disord*, 24: 247-257, 1994.
- 66) Pelphrey KA, Sasson NJ, Reznick JS et al: Visual scanning of faces in autism. *J Autism Dev Disord*, 32: 249-261, 2002.
- 67) Pelphrey KA, Morris JP, McCarthy G: Grasping the intentions of others: The perceived intentionality of an action influences activity in the superior temporal sulcus during social perception. *J Cogn Neurosci*, 16: 1706-1716, 2004.
- 68) Pierce K, Haist F, Sedaghat F et al: The brain response to personally familiar faces in autism: Findings of fusiform activity and beyond. *Brain*, 127: 2703-2716, 2004.
- 69) Piggot J, Kwon H, Mobbs D et al: Emotional attribution in high-functioning individuals with autistic spectrum disorder: a functional imaging study. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 43: 473-480, 2004.
- 70) Platek SM, Keenan JP, Gallup Jr GG et al: Where am I? The neurological correlates of self and other. *Brain Res Cogn Brain Res*, 19: 114-122, 2004.
- 71) Platek SM, Loughhead JW, Gur RC et al: Neural substrates for functionally discriminating self-face from personally familiar faces. *Hum Brain Mapp*, 27: 91-98, 2006.
- 72) Polish J: Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clin Neurophysiol*, 118: 2128-2148, 2007.
- 73) Redcay E: The superior temporal sulcus performs a common function for social and speech perception: Implications for the emergence of autism. *Neurosci Biobehav Rev*, 32: 123-142, 2008.
- 74) Robins DL, Fein D, Barton ML et al: The modified checklist for autism in toddlers: An initial study investigating the early detection of autism and pervasive developmental disorders. *J Autism Dev Disord*, 31: 131-144, 2001.
- 75) Sakihara K, Gunji A, Furushima W et al: Event-related oscillations in structural and semantic encoding of faces. *Clin Neurophysiol*, 123: 270-277, 2012.
- 76) 佐久間隆介, 軍司敦子, 後藤隆章他: 二次元尺度化による行動解析を用いた発達障害児におけるソーシャルスキルトレーニングの有効性評価. *脳と発達*, 44: 320-326, 2012.
- 77) Schultz RT, Gauthier I, Klin A, Fulbright RK et al: Abnormal ventral temporal cortical activity during face discrimination among individuals with autism and Asperger syndrome. *Arch Gen Psychiatry*, 57: 331-340, 2000.
- 78) Schultz RT: Developmental deficits in social perception in autism: The role of the amygdala and fusiform face area. *Int J Dev Neurosci*, 23: 125-141, 2005.
- 79) 千住淳: 自閉症における視線処理の非定型発達 - 発達認知神経科学的視点からの検討 - . *心理学評論*, 50: 13-30, 2007.
- 80) Serra M, Althaus M, de Sonnevile LMJ et

- al: Face recognition in children with a pervasive developmental disorder not otherwise specified. *J Autism Dev Disord*, 33: 303-317, 2003.
- 81) Servos P, Osu R, Santi A et al: The neural substrates of biological motion perception: an fMRI study. *Cereb Cortex*, 12: 772-782, 2002.
- 82) Spezio ML, Adolphs R, Hurley RS et al: Abnormal use of facial information in high-functioning autism. *J Autism Dev Disord*, 37: 929-939, 2007.
- 83) Spiker D, Ricks M: Visual self-recognition in autistic children: developmental relationships. *Child Dev*, 55: 214-225, 1984.
- 84) Sterling L, Dawson G, Webb S et al: The role of face familiarity in eye tracking of faces by individuals with autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord*, 38: 1666-1675, 2008.
- 85) Sugiura M, Sassa Y, Jeong H et al: Face-specific and domain-general characteristics of cortical responses during self-recognition. *Neuroimage*, 42: 414-422, 2008.
- 86) Suzuki K, Sugihara G, Ouchi Y et al: Reduced acetylcholinesterase activity in the fusiform gyrus in adults with autism spectrum disorders. *Arch Gen Psychiatry*, 68: 306-313, 2011.
- 87) Takahashi H, Takano H, Kodaka F et al: Contribution of dopamine D1 and D2 receptors to amygdala activity in human. *J Neurosci*, 30: 3043-3047, 2010.
- 88) Tantam D, Monaghan L, Nicholson H et al: Autistic children's ability to interpret faces: a research note. *J Child Psychol Psychiatry*, 30: 623-630, 1989.
- 89) Teunisse JP, de Gelder B: Face processing in adolescents with autistic disorder: The inversion and composite effects. *Brain Cogn*, 52: 285-294., 2003.
- 90) Tzourio-Mazoyer N, De Schonen S, Crivello F et al: Neural correlates of woman face processing by 2-month-old infants. *Neuroimage*, 15: 454-461, 2002.
- 91) Uddin LQ: The self in autism: an emerging view from neuroimaging. *Neurocase*, 17: 201-208, 2011.
- 92) Uddin LQ, Davies MS, Scott AA et al: Neural basis of self and other representation in autism: An fMRI study of self-face recognition. *PLoS One*, 3: e3526, 2008.
- 93) Uddin LQ, Kaplan JT, Molnar-Szakacs I et al: Self-face recognition activates a frontoparietal "mirror" network in the right hemisphere: An event-related fMRI study. *Neuroimage*, 25: 926-935, 2005.
- 94) Vilberg KL, Rugg MD: Memory retrieval and the parietal cortex: a review of evidence from a dual-process perspective. *Neuropsychologia*, 46: 1787-1799, 2008.
- 95) Wang AT, Dapretto M, Hariri AR et al: Neural correlates of facial affect processing in children and adolescents with autism spectrum disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 43: 481-490, 2004.
- 96) Watanabe S, Kakigi R, Koyama S et al: It takes longer to recognize the eyes than the whole face in humans. *Neuroreport*, 13: 2193-2198, 1999.
- 97) Watanabe S, Miki K, Kakigi R: Mechanisms of face perception in humans: A magneto- and electro-encephalographic study. *Neuropathology*, 25: 8-20, 2005.
- 98) Williams LM, Liddell BJ, Kemp AH et al: Amygdala-prefrontal dissociation of subliminal and supraliminal fear. *Hum Brain Mapp*, 27: 652-661, 2006.
- 99) World Health Organization: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision. World Health Organization, Geneva, 1994.