

自閉スペクトラム症児における表情模倣と視線追跡

菊池 哲平

Imitation of facial expressions and gaze tracking in children with autism spectrum disorder

Teppei Kikuchi

(Received September 29, 2017)

The purpose of this study is to examine the effect of interpersonal intentionality to ability of imitation in children with autism spectrum disorder (ASD). In experiment, 9 normative-IQ children with ASD and 17 children with typical development were participated, their points of eye-gaze were recorded during conversational situation and imitation of facial expressions situation. The results as follows; 1) the children with ASD were appeared less eye-gaze for the face of other. 2) During imitation situation, the eye-gazes for the face were slightly increased of children with ASD. 3) The surprising face is very interesting for children with ASD. In discussion, we argued that imitation ability is affected by interpersonal intentionality and the imitation ability in ASD may change depending on the situations.

Key words : Imitation of Facial Expression, Gaze Tracking, Autism Spectrum Disorder

1. 問題と目的

自閉スペクトラム症 (Autism Spectrum Disorder; 以下 ASD) は、対人的コミュニケーション及び対人的相互交流の障害と行動、興味及び活動の限局された反復的な様式という2つの主症状を特徴とする神経発達障害の一つである。特に ASD の示す対人関係性の障害は、Kanner (1943) による初期の報告から後、その基本的な発症メカニズムに関する様々な仮説が提唱されてきた。そのような中で近年 Klin, Jones, Schultz and Volkmer (2003) による「エナクティブ・マインド (Enactive Mind)」と呼ばれる仮説が注目されている。Klin ら (2003) は視線追跡装置を用いた一連の実験研究などの結果から、知的発達の遅れがない ASD 者であっても他者の目部位にあまり注視をせず、対人的な志向性そのものが低下していることが ASD の基本的な障害メカニズムに関与していることを提唱している。さらにその後の実験的研究により、Jones & Klin (2013) は生後6ヶ月時において、後に ASD と診断される乳児は他者の顔、特に目領域へ視線を当てることが少ないことを見出しており、極めて低年齢時から生じている対人的志向性の低下が、その後の非定型的な発達プロセスへと繋がっているものと推測される。

一方、ASD のもたらす各種の症状全体を、社会的機能を司る脳内領域のネットワークの不定型状態から明らかにしようとする『ソーシャルブレイン』と呼ばれる観点からの研究も盛んになっている。ソーシャルブレインとは、人間が社会生活において必要となる様々な対人的情報を処理するための認知的基盤とそのネットワークの総称である。例えば他者の意図や感情の認知・理解や注意の共有システムとしての視線認知、身体運動の知覚のためのバイオリジカルモーション知覚などの社会的認知は、それを司る神経基盤が脳の各領域に点在しているが、それぞれの領域の活動は有機的に連動しており、総体として働くようにシステム化されている。菊池 (2010) は、ASD の示す各種の社会的認知の困難をソーシャルブレインという観点から俯瞰することで、ASD の発症メカニズムを描き出すことを提案している。すなわち ASD の対人関係障害は行動レベルにおいても実に広範囲に認められており、発達初期における共同注意の不成立という現象から、心の理論の獲得困難といった認知的に高次のレベルにおいても示される。また各種の発達のコンピテンスにおいても感情理解や意図理解、あるいは模倣といった様々な社会的認知の領域においても特異的な困難を示すことが知られている。したがって一つの社会的認知の領域に ASD の一次的障害の原因を帰属させることは難しく、むしろ広範囲に連結された社会

的認知システムのネットワークの機能不全, ソーシャルブレインの障害として捉えることが妥当であると考えられる。

そのソーシャルブレインを構成する重要な要素として, ミラーニューロンシステムによって実現される模倣能力があると考えられる。模倣は人間が社会生活の中で各種のスキルを獲得する上で重要な社会的認知基盤である。特に表情模倣は, 対人的なコミュニケーションを円滑するために重要な役割を果たしていると考えられる。ASD 児者には模倣能力の障害が広く認められており (e.g., Charman, Swettenham, Baron-Cohen, Cox, Baird & Drew, 1997; Rogers, Bennetto, McEvoy & Pennington, 1996; McIntosh, Reichmann-Decker, Winkielman & Wilbarger, 2006), ここから ASD をミラーニューロンシステムの障害と捉える「壊れた鏡」仮説も提唱された (Oberman & Ramachandran, 2007)。しかしながら, 明確に教示を与えれば ASD 児者も正確な模倣が可能であるという指摘もあり (e.g., Hamilton, Brindley & Frith, 2007), またミラーニューロンシステムに障害が見られるとした脳イメージング研究の結果が一致しないという指摘 (e.g., Southgate & Hamilton, 2008) もなされている。こうした指摘から菊池 (2010) は, ASD の障害機序にミラーニューロンシステムの機能不全が絡んでいるとしても, より複合的な社会的認知に関する神経発達基盤の非定型性を想定する方が妥当であると指摘している。すなわち ASD 児が示す模倣能力の低さは, 模倣を実現するミラーニューロンシステムの障害だけに起因するものではなく, 模倣をしようとする意図や動機の問題, さらに言えば他者に対する興味関心といった対人志向性の問題が影響を与えている可能性もあるだろう。

本研究の目的は, ASD 児の模倣能力についてソーシャルブレインの観点から対人的な志向性との関連を検討することである。ここでは対人的な志向性と最も関係の深いと思われる表情模倣を取り上げ, 表情模倣課題中における対象児の視線の動きを追跡することにより, 模倣と対人志向性の関連を検討する。一般的に表情模倣場面においては, 通常の会話場面よりも詳細に顔面の形態の変化を捉える必要があるため, 視線の動きも変化するものと思われる。定型発達児における視線の変化と ASD 児を比較することにより, ASD 児の特徴を描きだすことが可能になるであろう。

2. 方法

1) 対象

ASD 群として通常の小学校に在籍し, 知的障害を有さず ASD の医学的診断を受けている 9 名を設定し

た (Mean CA=10:06)。統制群として定型発達 (TD) 児 17 名を設定し, ASD 群と生活年齢がマッチングされるように調整した (Mean CA=10:04)。

2) 実験動画

2 種類の動画を作成した。①対話場面は女性が画面越しに対象者に話しかけている動画であり, ②表情模倣場面は同じ女性が対象者に対して自らの表情を模倣するように教示し, その後, 笑う, 怒る, 驚くの表情を行う動画である。どちらの動画も顔を中心とした方から上の範囲をモニター画面いっぱいに映した (Fig. 1 及び Fig. 2)。

3) 視線追跡装置

Eye Tribe 社製の The EyeTribe を用い, 30Hz にて実験動画中の被験児の視線の動きを記録した。記録した視線の動きは実験動画を 1/6 秒毎にフレーム化し, 1 フレームにおける注視点をヒートマップ化し出力, 顔の部位ごとに集計した。

4) 手続き

対象児の前に 23 インチのモニター画面を置き, モニター下に EyeTribe 装置をセットした (Fig. 3)。実験者は机を挟んでモニター画面の後側で PC を操作した。実験に先立ち, 各被験児をモニターの前に座ってもらい, 視線を追跡するためにキャリブレーションを行った。その後, 実験者は実験映像提示前に 2 つの動画 (話しかける動画, 表情模倣を促す動画) が流れること, 最後にどんな表情だったかを尋ねることを伝え, 画面だけを見ているように教示した。

3. 結果

1) 対話場面及び表情模倣場面の注視点の変化

対話場面及び表情模倣場面における対象児の視線追跡結果について, 中止点を顔の部位毎に集計した (Fig. 4 及び Fig. 5)。

対話場面の視線追跡結果について χ^2 検定を行ったところ, ASD 群と TD 群で有意な差があり ($\chi^2_{(8)} = 552.96, p < .01$), 残差分析を行ったところ ASD 群は画面以外を注視していたと思われる「注視無し」のフレーム数が TD 群よりも有意に多く ($z = 15.29, p < .01$), また顔以外 (背景など) を注視していたフレーム数 ($z = 3.33, p < .01$) が多かった。また頭部位 ($z = -15.65, p < .01$), 眉部位 ($z = -4.92, p < .01$), 目部位 ($z = -6.55, p < .01$) 及び鼻部位 ($z = -5.80, p < .01$) への注視が少なく, 口部位 ($z = 4.70, p < .01$) 及び頬部位 ($z = 7.15, p < .01$) への注視が多かった。

一方, 表情模倣場面の視線追跡結果については, ASD 群が注視無しのフレーム数が有意に多く ($z = 11.39, p < .01$), また口部位 ($z = 4.64, p < .01$), 顎部

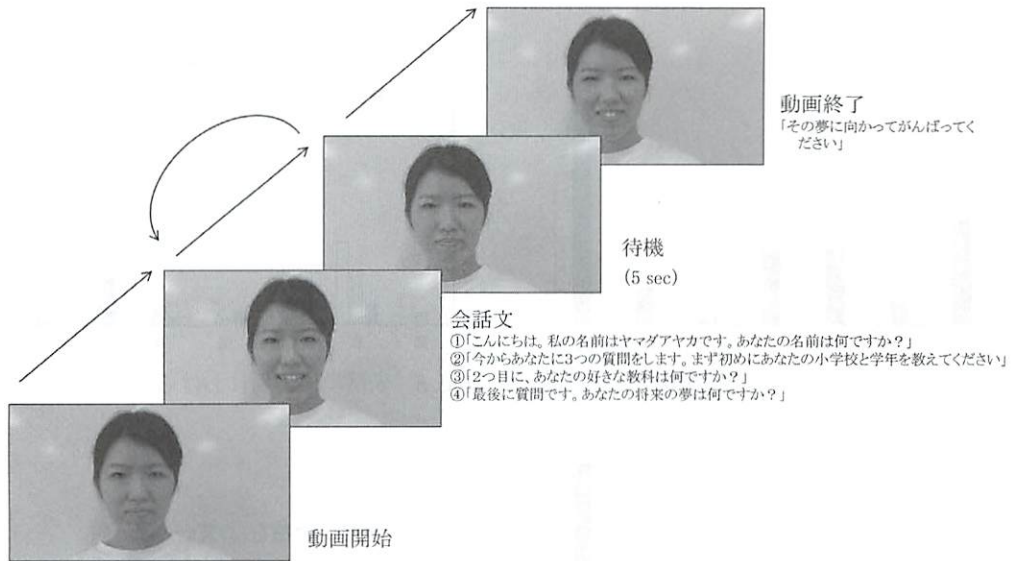


Fig. 1 対話場面動画の構成

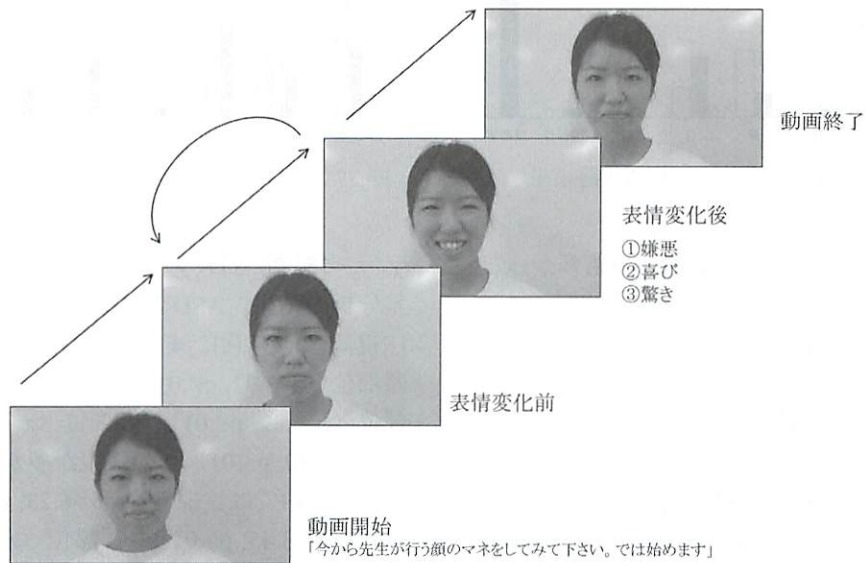


Fig. 2 表情模倣場面動画の構成



Fig. 3 モニター及び視線解析装置

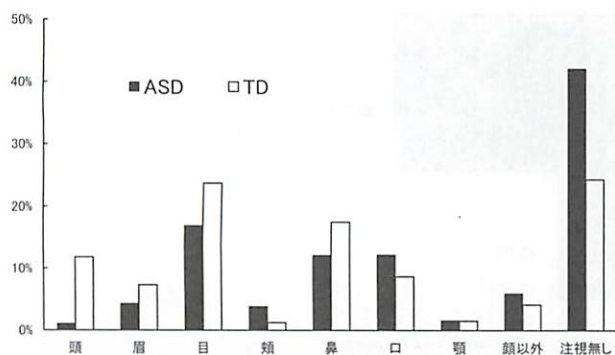


Fig. 4 対話場面 (全体) の視線追跡結果

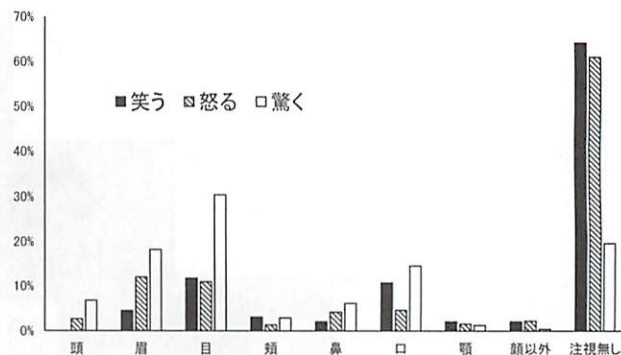


Fig. 6 表情模倣場面における ASD 群の注視割合の変化

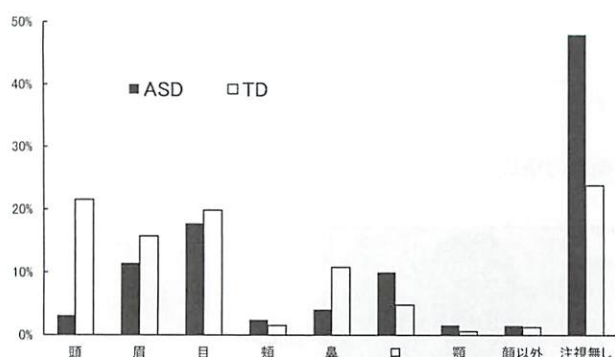


Fig. 5 表情模倣場面 (全体) の視線追跡結果

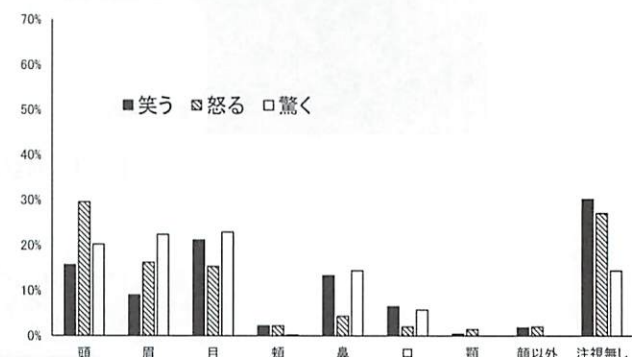


Fig. 7 表情模倣場面における TD 群の注視割合の変化

位 ($z=2.26, p<.05$) への注視が TD 群よりも多かった。逆に頭部位 ($z=-11.21, p<.01$), 眉部位 ($z=-2.65, p<.01$), 鼻部位 ($z=-5.30, p<.01$) のフレーム数が TD 群よりも有意に少なかった。

群ごとに対話場面と表情模倣場面のフレーム数を比較すると, ASD 群では場面間で注視している部位の割合が有意に異なり ($\chi^2_{(8)}=132.44, p<.01$), 表情模倣場面では対話場面に比べて頭部位 ($z=3.90, p<.01$), 眉部位 ($z=7.26, p<.01$), 注視無し ($z=2.86, p<.01$) のフレーム数が有意に増加し, 逆に鼻部位 ($z=-6.30, p<.01$), 顔以外への注視 ($z=-4.78, p<.01$) が有意に減少し, 頬部位への注視 ($z=-1.88, p<.10$) も有意に減少する傾向が見られた。TD 群においても対話場面と表情模倣場面の注視割合の変化は有意であり ($\chi^2_{(8)}=248.38, p<.01$), 表情模倣場面は対話場面に比べて頭部位 ($z=9.14, p<.01$), 眉部位 ($z=9.64, p<.01$) への注視が有意に増加し, 目部位 ($z=-2.97, p<.01$), 鼻部位 ($z=-6.02, p<.01$), 口部位 ($z=-4.78, p<.01$), 顎部位 ($z=-2.72, p<.01$), 顔以外への注視 ($z=-5.16, p<.01$) が有意に減少していた。

2) 表情模倣場面における表情ごとの注視点の変化

表情模倣場面における注視点を笑う, 怒る, 驚く表情ごとに集計した (Fig. 6 及び Fig. 7)。群ごとに χ^2 検定を行ったところ, ASD 群・TD 群どちらにおいても表情間で注視点割合が有意に変容していた (ASD:

$\chi^2_{(16)}=155.26$, TD: $\chi^2_{(16)}=148.80$, どちらも $p<.01$)。残差分析の結果, ASD 群においては驚く表情において注視無しが有意に減少 ($z=-10.96, p<.01$) しており, 頭部位 ($z=3.92, p<.01$), 眉部位 ($z=4.03, p<.01$), 目部位 ($z=6.32, p<.01$), 鼻部位 ($z=2.07, p<.05$), 口部位 ($z=2.90, p<.01$) への注視が多かった。一方, 笑う表情においては注視無し ($z=6.23, p<.01$) が多く, 頭部位 ($z=-3.45, p<.01$), 眉部位 ($z=-4.25, p<.01$), 目部位 ($z=-3.09, p<.01$), 鼻部位 ($z=-1.99, p<.05$) が少なかった。怒る表情においては注視無しが有意に多かった ($z=4.78, p<.01$) が, 他には目部位 ($z=-3.28, p<.01$) と口部位 ($z=-3.37, p<.01$) が有意に少なかったただけであった。

一方, TD 群の残差分析においては笑う表情において注視無しが多く ($z=4.09, p<.01$), 驚く表情において注視無しが減少 ($z=-6.02, p<.01$) していた。その他は, 笑う表情において鼻部位 ($z=2.23, p<.05$) と口部位 ($z=2.19, p<.05$) への注視が多く頭部位 ($z=-4.03, p<.01$) と眉部位 ($z=-5.18, p<.01$) が少ない, 怒る表情において頭部位 ($z=5.00, p<.01$) と顎部位 ($z=2.65, p<.01$) が多く目部位 ($z=-2.94, p<.01$) と鼻部位 ($z=-5.43, p<.01$) と口部位 ($z=-3.33, p<.01$) が少ない, 驚く表情において眉部位 ($z=4.87, p<.01$) と目部位 ($z=2.02, p<.05$) と鼻部位 ($z=3.09, p<.01$) が多く頬部位 ($z=-2.91, p<.01$) と顎部位 ($z=-2.02, p<.05$) と顔以外への注視

($z=-3.04, p<.01$) が少なかった。

4. 考察

対話場面及び表情模倣場面どちらにおいても、そもそも ASD 群はモニター外に注視点が移動している注視無しが多く、人の顔そのものに対する興味関心が低下していることが伺える。対話場面においては ASD 群の注視は頭や眉、目及び鼻部位といった顔の上部への注視が少なく、口や頬といった顔の下部への注視が多かった。これは Klin ら (2003) による結果とほぼ同様の傾向であり、おそらく登場人物が話しかける際の口の動きに惹きつけられているものと推測される。一方、表情模倣場面においては目部位と頬部位について ASD 群と TD 群に有意な差が見られなくなったものの、頭や眉、鼻部位への注視が少なく口や顎部位への注視という顔の下部へ注視傾向は対話場面と同様に認められた。

しかしながら群ごとに対話場面と表情模倣場面を比較した場合、TD 群と ASD 群で同様の傾向が認められたことは特筆すべきであろう。TD 群では目部位への注視が表情模倣場面では減少し頭や眉への注視が増加し、鼻、口、顎といった顔の下部への注視がさらに減少する傾向がある。すなわち表情模倣場面では顔の下部への注視が通常よりも一段と減少して、頭や眉といった顔の上部への注視がより増加するものと考えられる。目部位への注視が減少するのは、対話場面では発話者の意図を読み取るために注意の方向を認知する必要が生じるため目部位を注視するが、表情模倣場面では顔の形態の変化を掴むために特に重要な眉や頭部位により注目するためであろう。

ASD 群においても表情模倣場面では頭部位や眉部位への注視が増加しており、また鼻や頬への注視が減少することから、TD 群と同様に表情の形態の変化を掴むために眉や頭部位に注目することが分かる。しかしながら口部位への注視については有意な減少は認められず、口部位に惹きつけられるという傾向は表情模

倣場面であっても残存するものと思われる。

さらに表情の種類ごとに ASD と TD の注視点割合の変容を比較すると、ASD 群が表情の種類に応じて注視点割合が大きく変わることが分かる。TD 群においては有意な変化があるにしても最大で 14 ポイント程度の変容だが、ASD 群においては驚く表情では注視無しの割合が急激に減少し、笑う表情に比べて 45 ポイントも減少している。この驚く表情は ASD 群にとってかなり特異的なものらしく、目部位や眉部位への注視割合が増加し、頭+眉+目部位で合計 55.3% も注視するなど、顔の上部への注視増加が認められる。おそらく驚く表情に特有の「目を丸くする」「眉が円弧状に広がる」といった動きに惹きつけられているのではないかと考えられよう。

また笑う表情において TD 群は鼻や口部位への注視が増加し頭や眉部位が減少する傾向があり、いわば顔の下部への注視が高まるが、ASD 群では口部位への注視増加が認められなかった。しかし頭部位と眉部位への注視の減少は ASD 群においても認められるため、この点については TD 群と同様の傾向があると言えるだろう。

怒る表情については TD 群で目部位への注視が減少することが特徴的であった。すなわち相手が怒っている表情をしている時に目部位を注視することは攻撃的・反抗的な意味を持つため、定型発達児は無意識的に目をそらす傾向があるのである。しかしながら ASD 群においては驚く表情と比べると怒る表情では目部位への注視が減少するものの、笑う表情における目部位への注視割合とほとんど違いがなかった。したがって ASD 児は怒る表情における目部位への注視を回避する傾向が明確には認められない。これは ASD における表情認知の障害、特にこの場合は表情からの無意識的な情動的意味の読み取りの困難さ (e.g., 神尾, Wolf & Fein, 2003) が影響しているものと考えられよう。



ASD児



TD児

Fig. 8 ヒートマップの例

5. 結 語

本研究では ASD 児における表情模倣場面の視線追跡を行い、模倣能力と対人志向性の関連について検討してきた。その結果、通常の対話場面に比べて表情模倣をするよう明確に教示された場合、ASD 児は TD 児と同様に顔の上部への注視が増加する傾向が認められた。しかしながら TD 児と比べるとその変化は乏しい傾向にある。これはモニター内の顔以外の箇所への注視やモニター外への注視が多いという、そもそもの ASD 児の対人志向性の低さによるものと考えられる。したがって、ASD 児の模倣能力と対人志向性には関連があり、対人志向性の低さが模倣能力に影響をもたらしているといえるだろう。

また ASD 児は顔の各部位の動きに注意が向きやすく、そのため表情の種類によって注視点割合が大きく変化する傾向がみられた。これは換言すれば、表情模倣をするように明確に教示されている場面では、その表情変化の知覚的情報を得るために注視するポイントを大きく変化させ、特に驚く表情のような動きが大きい表情では顔に対する注視割合が著しく増加するものといえる。すなわち ASD 児も表情模倣を求められるという、ある種の必然性があるような場面を設定したり、あるいは ASD 児に対して意図的に顔の各部位の動きを大きくした表情を提示することで、彼らの対人志向性ないしは他者への関心を高めることができる可能性を示唆する。

一方で本研究では、表情模倣場面において実際に ASD 児が表出した表情の正確性については検討しなかった。その意味では、ASD 児の模倣能力そのものを検討したとは言い難い。そもそも ASD 児は意図的に表情表出を求められた場合に、自分独自の特異的な表情表出をすると報告されている（菊池・古賀, 2001）。他者の表情の変化を実際にどの程度正確に模倣できるか、その課題遂行のパフォーマンスと表情模倣課題呈示中の注視点の関連を分析することで、ASD 児の模倣能力と対人志向性の関連をより明らかにすることができるであろう。

文 献

- 1) Charman, T., Swettenham, J., Baron-Cohen, S., Cox, A., Baird, G., & Drew, A. (1997) Infants with autism; An

investigation of empathy, pretend play, joint attention and imitation. *Developmental Psychology*, 33, 781-789.

- 2) Hamilton, A. F., Brindley, R. M., & Frith, U. (2007) Imitation and action understanding in autistic spectrum disorders: how valid is the hypothesis of a deficit in the mirror neuron system? *Neuropsychologia*, 45, 1859-1868.
- 3) Jones, W. & Klin, A. (2013) Attention to eyes is present but in decline in 2-6-month-old infants later diagnosed with autism. *Nature*, 504 (7480) , 427-431.
- 4) 神尾陽子, Wolf, J. & Fein, D. (2003) 自閉症児において表情が主観的判断に及ぼす感情プライミング. 第 41 回日本児童青年精神医学会総会.
- 5) Kanner, L. (1943) Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2, 217-250.
- 6) 菊池哲平 (2010) 自閉症とソーシャルブレイン障害. 熊本大学教育学部紀要 (人文科学) , 59, 55-62.
- 7) 菊池哲平・古賀精治 (2001) 自閉症児・者における表情の表出と他者と自己の表情の理解. 特殊教育学研究, 39 (2) , 21-29.
- 8) Klin, A., Jones, W., Schultz, R. & Volkmar, F. (2003) The enactive mind, or from actions to cognition: lessons from autism. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, 358, 345-360.
- 9) McIntosh, D. N., Reichmann-Decker, A., Winkelman, P., & Wilbarger, J. L. (2006) When the social mirror breaks: deficits in automatic, but not voluntary, mimicry of emotional facial expressions in autism. *Developmental Science*, 9, 295-302.
- 10) Oberman, L. M. & Ramachandran, V. S. (2007) The simulating social mind: The role of the mirror neuron system and simulation in the social and communicative deficits of autism spectrum disorders. *Psychological Bulletin*, 133, 310-327.
- 11) Rogers, S. J., Bennetto, L., McEvoy, R., & Pennington, B. F. (1996) Imitation and pantomime in high-functioning adolescents with autism spectrum disorders. *Child Development*, 67, 2060-2073.
- 12) Southgate, V., & Hamilton, A. F. (2008) Unbroken mirrors: Challenging a theory of autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 12 (6) , 225-229.

附 記

本研究は JSPS 科研費 26870446 の助成を受けたものです。研究の実施にあたり、永山美鈴さん（熊本大学教育学部）の協力を頂きました。記して感謝いたします。