

# 自閉症児におけるソーシャルブレイン障害の解明 —遅延自己像及び反鏡映自己像認知による検討—

熊本大学 菊池 哲平

## The explaining of Autism as social brain disorders

Kumamoto University KIKUCHI, Teppei

### 要 約

本研究の目的は、ソーシャルブレインにおける最も基礎的な研究領域として、自己像に対する自閉症児の反応を検証し、さらに鏡映像、反転映像、遅延自己像に対する自閉症児の反応を分析することであった。自閉症児9名及びダウン症児8名に対して各条件の自己映像を呈示した結果、マーク課題においては自閉症児の反応は各条件で大きな違いがなかった。しかしながら自閉症児は遅延自己像に対して最も興味を向けていることが明らかになった。ここから自らの動きと視覚的な映像のズレが生じる状況が自閉症児にとって最も自己像に対する理解を促す可能性が示唆され、逆模倣のような療育的技法を用いることによって臨床的な効果が得られることが示唆された。

【キー・ワード】 自閉症, ソーシャルブレイン, 自己像認知

### Abstract

The purpose of this study was to investigate and analyze the reaction of children with autism for the self-image (mirror, inversion and delay) -- it is the most basic domain of the social brain. The participants were 9 children with autism and 8 children Down's syndrome, and it is recorded their behavior during they were watching the self-image. In the mark test, the reactions of children with autism were no difference in each condition. However, the children with autism turned the most interesting for delay self-image. Therefore, it was suggested that the gap of own movement and the visual information produced promoted understanding of the self-image for children with autism.

【Key words】 Autism, Social Brain, Recognition of self-image

### 問題と目的

Kanner (1943) による「早期小児自閉症 (early infantile autism)」の報告以来、自閉症の障害

機序については様々な観点から検討されてきた。その 70 年余の間、自閉症とはどのような障害かという概念も徐々に変化し、自閉症児が示す種々の症状に関する基礎的なデータの蓄積と共に、主たる治療・教育アプローチについても大きく変遷してきたといえる。

本研究は ASD におけるコミュニケーション障害の発症メカニズムを、ソーシャルブレイン（社会脳：開・長谷川，2009）の観点から検討していくことを目的とする。ソーシャルブレインとは、1990 年代以降の認知脳科学，比較認知科学，進化人類学などの分野で検討されてきた，自己-他者という基本的な対人関係性を基盤にする社会認知に関する研究である。

ASD の一次的障害に関する研究は，その中心的トピックが 2000 年代に入る頃から大きな変化を呈した。それは脳神経科学分野からの検討が大きく飛躍を示したことである。特に 1990 年代初頭までは脳構造の異常を見つけ出すための方法論が顕微鏡下で死後脳を検査するより他になく，入手可能な症例の少なさから脳神経科学分野からのアプローチは成功してこなかった。ところが PET（陽電子放出型断層撮影法）や MRI（磁気共鳴画像）といった非侵襲脳機能計測技術が開発されたことにより，脳の生体観測が可能になったことで，これらの状況は一変した。特に fMRI（functional magnetic resonance imaging）は，脳の形態異常だけでなく，血流変化による脳活動の機能異常までをスキャンすることができ，こうした画像診断技術が ASD についても応用されるようになった。

ASD における脳神経構造の問題については，これまでのところ幾つか特定されている部位として，小脳及び小脳中部のサイズ異常，側頭葉の血流低下パターン（特に両側側頭葉と上側頭回における血流量の減少），側頭葉内部の扁桃体における灰白質密度の増加などが報告されている（Frith, 2003）。また fMRI を用いた Castelli, Frith, Happe & Frith（2002）では，心理化課題と呼ばれる三角形の図形が別の三角形を驚かせたりいじめたりするといった，幾何学図形に心的状態を帰属させて把握することが可能なアニメーションを呈示している時の脳の各領域の活動を検討している。その結果，ASD では疑似帯状溝（内側前頭前皮質）や側頭頭骨頭頂部，また扁桃体領域間の連結が生じにくいことが示されている。さらに，アニメーションを知覚する際に活性化する視覚高次野は ASD 者でも活性化しており，そこから連動して活動すべき上側頭溝との連結が弱いことが指摘された。すなわち知覚された情報の流れが，社会的な意味を引き出す脳領域にうまく送られていないことが示唆される。

こうした点から，ASD の一次的障害のメカニズムとしては，特定の単一のニューロンなどの機能的障害として捉えるよりも，複合的な社会的認知機能のネットワーク不全を想定する方が妥当であると考えられる。この社会的認知機能を実現している脳機能としてソーシャルブレイン（開・長谷川，2009）という概念が提唱されている。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は，社会生活上必要不可欠な能力である。これら様々な認知機能は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な連合をしており，総体として働くようにシステム化されていると考えられる。

ASD の障害メカニズムは行動レベルにおいても実に幅広い領域で困難が認められており，それは共同注意といった対人的コミュニケーションの基礎的なレベルから心の理論といった高次の認知的

コミュニケーションレベルにまで渡っている。また各種の発達のコンピテンスについても、感情理解、意図理解、模倣、視線といった社会的認知に関する能力のあらゆる部分で ASD の困難が報告され、1 つの領域に ASD の一次的障害を帰属させることは難しいと考えられる。むしろ、広範囲に連結した社会的認知システムのネットワークの機能不全として捉えることが妥当であろう。すなわち ASD をソーシャルブレインの広汎な障害として捉えていき、それに基づいて各種の行動レベルでの特徴と、脳神経科学分野における知見を統合していくことが望まれる。

このソーシャルブレインの中で、対人的コミュニケーションを可能にする最も基本的な仕組みとして働くと考えられているのが、自己像の認知を始めとする「自己」の形成メカニズムである。「自己」は社会の最小構成要素でありながら、科学的方法によりアプローチすることが困難であったが、様々なパラダイムにより自己がどのように形成されているのか、その脳神経メカニズムについても検討が進められている（開，2009）。

自己像の認知については、従来より ASD を対象にした検討も数多くなされている。Neuman & Hill（1978）の研究では、ASD 児 7 名中 6 名（CA=5：5～11：4）に視覚的自己認知が成立していることが示されている。続いて Spiker & Ricks（1984）では、ASD 児（CA=3：3～12：8）54 名中 36 名（69.2%）において視覚的自己認知が成立しており、話し言葉の有無と有意な関連があったことが報告されている。これら 2 つの研究は、CA が高い ASD 児が混在していることが問題視されていたが、さらに、Dawson & McKissick（1984）は、就学前の低年齢の ASD 幼児（CA=4：1～6：8）に絞って検討し、その結果、CA が低い ASD 幼児も視覚的自己認知が成立していることを示した。本邦でも別府（2000）が CA 平均 5：8 の ASD 児 18 名に対してマーク課題を行い、10 名が通過すること、そしてそれは新版 K 式発達検査の認知・適応領域における発達年齢 1 歳 10 ヶ月を境にしていることを示している。

しかしながら一方で、ASD 児の自己像認知において定型発達や知的障害児との違いも見られることが指摘されている。例えば定型発達児やダウン症児は、自己鏡映像に接した際に困惑（embarrassment）や恥ずかしがる（coyness）といった自己を意識した行動が見られるが、ASD 児は中性的（neutral）な反応を示すことが多かったと報告されている。まとめると、ASD 児の自己像認知については視覚的な意味での自己像認知は成立しているものの、それに関連して活性化すべき情動機能が伴っていないことが推測されよう。

上述した研究を概観すると、ASD の自己像認知は定型発達とは異なる脳内ネットワークシステムによって構築されていると思われる。それでは、この ASD の自己像認知システムはどのような構成になっているのだろうか。このことを調べるための 1 つの方策は、自己像認知研究において呈示される自己像を機械的に操作した条件において検討することである。従来より、自己像認知の研究においては鏡に映った自己像、すなわち鏡映像が用いられてきた。鏡映像を見て自分自身であると判断するための脳内メカニズムは、視覚情報によるフィードバックと体性感覚情報によるフィードバックを統合する頭頂連合野の働きが強く関与していると考えられる（村田，2009）。視覚野に入ってきた情報が頭頂連合野に入ってくると同時に、第一次体性感覚野（SI）で統合された身体の動きに関する情報がマッチングされることにより、鏡に映っている人物が自分であることを認識する。これら 2 つの情

報を操作し、例えば視覚情報を空間的に反転させた自己像を呈示した場合、感覚情報とのマッチングに負荷がかかり、自己像認知に影響を及ぼすと考えられる。

もちろん、体性感覚情報と共に、運動主体感と強く関連する遠心性コピー情報も関与するものと思われる。遠心性コピーとは、運動を行う際に脳の中から運動プランや指令の信号が出され筋肉に伝わる際に、その制御のためにどのような運動が行われるか予測しモニターするために用いられる運動信号のコピーのことである。この遠心性コピーは、感覚フィードバックとある程度時間的に一致していることが重要であることが示されており、200～300msec 程度ずれるとうまく機能しないことが示されている (Blakemore, Frith & Wolpert, 1999)。よって自己像を意図的に遅延させることにより、時間的に視覚情報と体性感覚情報、遠心性コピーをずらすことで、自己像認知がどのようなメカニズム形成されているのかを検討することが可能となる (図 1)。

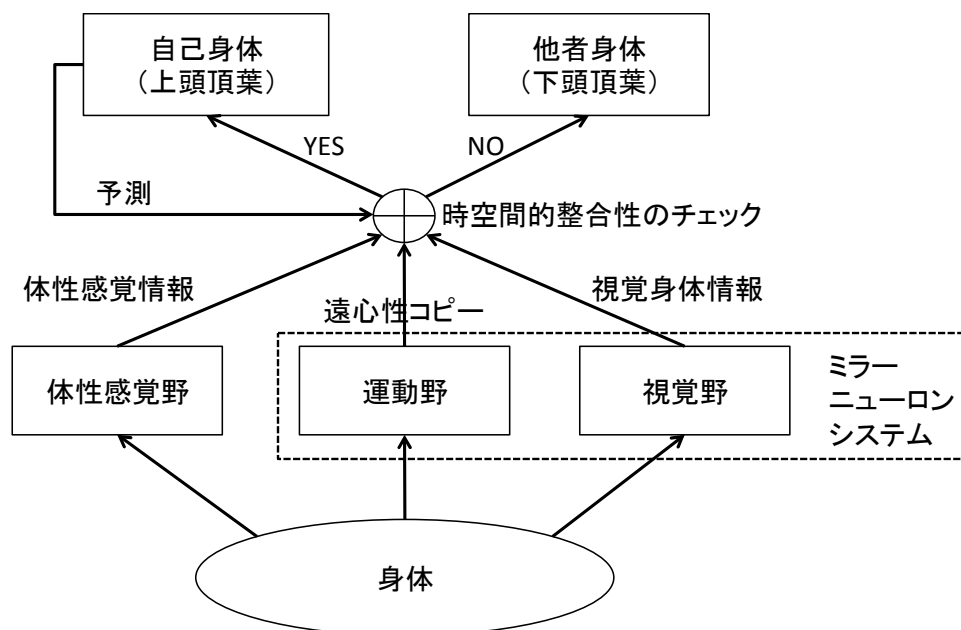


図 1 自己像認知メカニズムのモデル (嶋田, 2009 を参考)

Miyazaki & Hiraki (2006) において、定型発達幼児に対して遅延自己映像を呈示した条件でのマークテストが検討されている。ここでは 2 歳児, 3 歳児, 4 歳児に対してライブ映像 (時間遅延なし), 1 秒遅延映像, 2 秒遅延映像が呈示され、事前に前髪にこっそり貼られたシールを幼児が取るかどうかを検討されている。その結果、2 歳児ではライブ映像に対する自己像認知もあやふやであるが、3 歳児になると確実に自己像認知が成立していること、しかしながら、遅延映像になると 3 歳児の反応はかなりあやふやになり、半数近くが自己像認知に困難を及ぼすようになること、さらに 3 歳児における遅延映像は 1 秒遅延と 2 秒遅延に大きな差があり、1 秒遅延では比較的高い自己像認知を示すが 2 秒遅延になると難しくなることが示された。したがって自己の体性感覚情報と視覚的フィードバック

クの同期には2秒程度のズレが生じることで認知に影響を及ぼすことが示唆される。

本研究では、このようなパラダイムを用いることで、ASDの自己像認知をより詳細に検討することを目的とする。特に反鏡映自己像及び遅延自己像に対するASD児の反応を鏡映自己像の場合と比較することによって、ASDの自己像理解のメカニズムを探り、対人関係性の発達に効果的な療育技法の在り方についても考察を行う。

## 方 法

### 1. 対象児

自閉症幼児 (ASD) 9名 (M:F=7:2)、及び対照群としてダウン症幼児 (DS) 8名 (M:F=4:4) を対象とした。自閉症幼児は全員が自閉性障害との医学的診断を受けており、就学前の障害児通園施設に通園していた。対照群のダウン症幼児は同様に就学前の障害児通園施設にて募集し、自閉性障害との診断を受けておらず、また行動特徴からも自閉性障害として捉えられない (著しいこだわりや、発達レベルに比して対人関係領域の発達が著しく遅れている様子が認められない) 幼児を対象とした (表1)。

表1 対象児の概要

	n (male: female)	mean CA (range)	mean DA (range)
ASD 児	9 (7: 2)	5:04 (4:04~6:06)	2:03 (1:02~4:00)
DS 児	8 (4:4)	5:02 (4:02~6:07)	2:02 (1:04~3:00)

### 2. 手続き

通園施設内の一室に32インチサイズの液晶モニタ (SONY社製 KDL-32EX42H) を設置し、液晶モニタ上部に備え付けたカメラ (Logicool社製 HD ウェブカム C270) で撮影した自己映像を呈示した (図2)。カメラからの映像はノートパソコンに接続されたNewForester社製USB機器「Sports Mirror」を用いて処理し、鏡映像、反転映像、遅延映像 (2sec) の3条件にそれぞれ処理された。パソコンその他の機器類はモニタの後方に隠し、さらに段ボールをかぶせて対象児の目に触れないようにした。



図 2 実験室のセッティング

各条件の映像は次の 2 つの課題にて呈示された。1 つはマーク課題である。対象児が実験室に入室する前に実験者が遊びながら対象児の前髪にアンパンマンのシールを気づかれないように貼付し、シールをつけたまま自己映像を見て、その添付されたシールに対象児が気づくかどうかを調べた。映像呈示後、30 秒経ってもシールを取らない場合は、顔や頭が大きく写るようにモニタに近づかせ、それでもシールを取らない場合は実験者がモニタ画面に映っている対象児の頭のシールを指さして注意を促した。それでも取らない場合は、実験者が直接対象児の頭を触りシールに気づかせた。もう一つの課題は、特にマークなどをつけずに自己映像を対象児に 2 分間呈示し、その反応を分析した。したがって本研究の実験デザインは課題 (2: マークあり, マークなし) × 条件 (3: 鏡映像, 反転映像, 遅延映像) の要因計画であった。

モニタから 120cm の位置に幼児用の椅子を置き、映像呈示の間、なるべく椅子に着席するように教示し、離れてしまった場合は座るように実験者が促した。

対象児の自己映像呈示時間中の反応については、ディスプレイに表示された映像の録画と、実験室全体が映るように対象児の背後にセッティングしたカメラの 2 台によって記録した。

## 結 果

### 1. マーク課題の結果

マーク課題に対する対象児の反応を図 3 に示した。群 (2 ; ASD, DS) × 条件 (3 ; 鏡映像, 反転映像, 遅延映像) × 反応 (4 ; シールを取った, 画面に近づいたら取った, モニタを実験者が指さしたら取った, 取らなかった) の 3 要因の尤度比検定を行ったところ, 統計的に有意な要因はなかったが (群 × 反応 :  $G^2_{(3)}=3.47, p>.10$ , 条件 × 反応 :  $G^2_{(6)}=6.30, p>.10$ , 群 × 条件 × 反応 :  $G^2_{(15)}=15.48, p>.10$ ), 残差分析の結果, ASD 児はシールを取らない反応が有意に多い傾向 ( $z=1.82, p<.10$ ) があり, さらに DS 児は鏡映像でのシールを取らない反応が有意に少ない ( $z=2.37, p<.05$ ) ことが示された。ここから ASD 児はマーク課題の成績が DS 児に比べ低い傾向にあり, さらに ASD 児はどの条件でもマーク課題では同様の反応を示すことが示唆される。一方, DS 児はマーク課題では条件によって自己像理解に差が生じ, 特に遅延映像を自己像として捉えることが困難であることが示唆される。

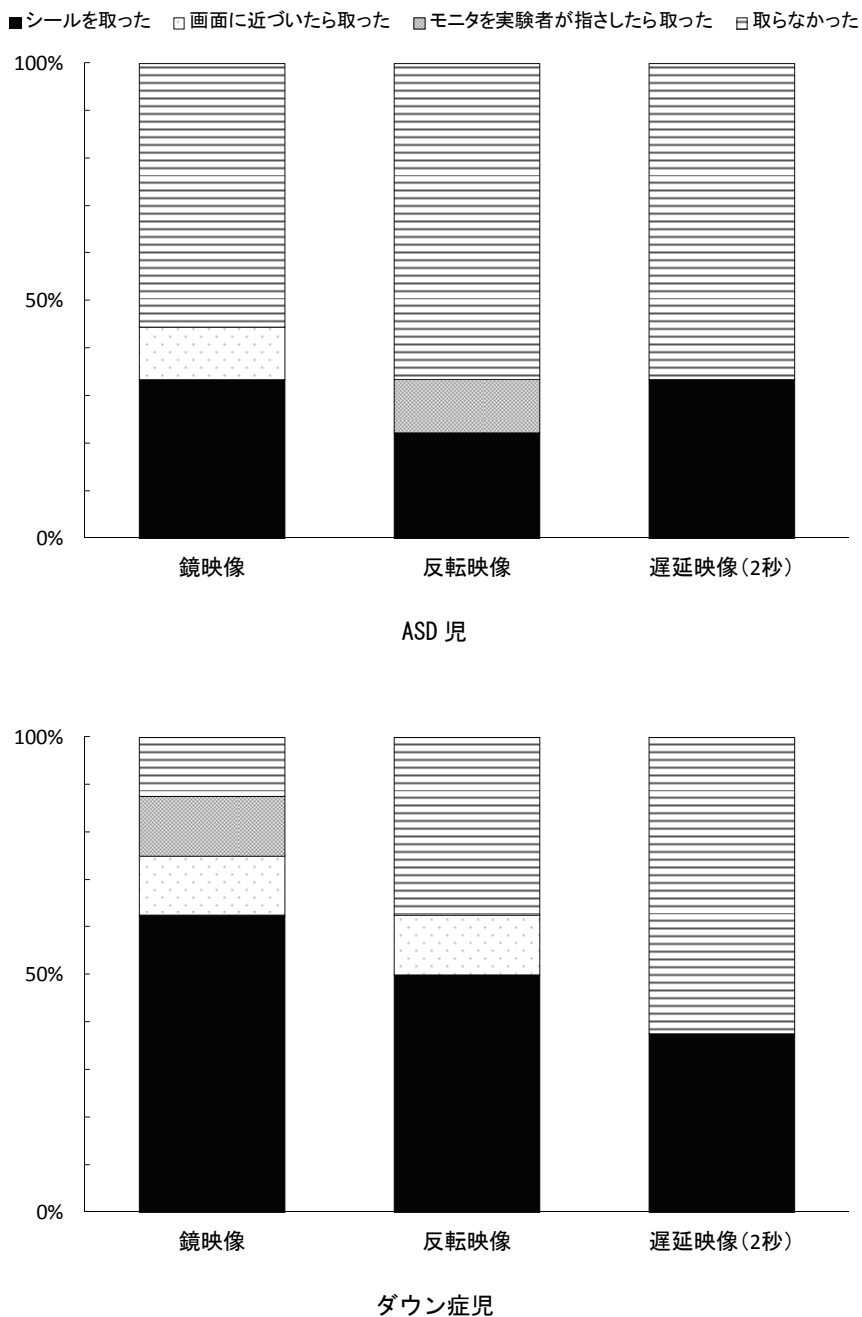


図 3 ASD 及びダウン症児のマーク課題に対する反応

## 2. マークなしの自己映像に対する反応

1) 自己像に対する注視率：実験中に自己像として対象児に呈示された映像（自己映像）を基に、画面への注視率を算出した。対象児が実験室に入室後、画面に対象児が最初に映りこんだタイミングから画面から消えるタイミングまでを母数の総時間とし、画面に対して注視している時間の割合を算出



した（表 2）。したがって、実験途中で椅子から立ち上がり、モニタの後ろを探るなどの行動に出た時間は総時間に含まれた。注視率を角変換後、群（2；ASD, DS）×条件（3；鏡映像, 反転映像, 遅延映像）の分散分析を行ったが、各要因及び交互作用は有意ではなかった。

表 2 マークなし課題の各条件における自己像への注視率

	鏡映像	反転映像	遅延映像
ASD (n=9)	57.02%	60.24%	60.91%
DS (n=8)	62.33%	60.83%	59.40%

2) 自己像に対する興味関心：それぞれの映像が呈示された時の対象児の様子から、どの条件が自己像に対する興味関心が高まるかを検討するために、第 3 者による印象評定を行った。自己映像を評定者に対してどの条件かは明らかにしないまま視聴してもらい、どの条件で最も対象児が興味・関心を持っていたか、対象児の表情や行動などによって評価し、最も関心を向けていたかを判定してもらった。評定者は本研究の仮説を知らない教育学を専攻する学部学生 5 名であった。5 名中最も多くの人数が判定した映像を評定の結果として用い、評定者の判定が割れた場合は協議の上で決定した（表 3）。 $\chi^2$ 検定の結果、ASD 児と DS 児の間で最も興味関心を示した条件には有意な違いがある傾向が見られ（ $\chi^2_{(2)}=5.15, p<.10$ ）、残差分析の結果、ASD 児は遅延映像に最も興味関心があり（ $z=2.27, p<.05$ ）、DS 児は遅延映像には興味関心は向けず代わりに鏡映像に対して興味関心を向けている傾向（ $z=1.68, p<.10$ ）があった。

表 3 マークなし課題において対象児が最も興味関心を示した条件（実数）

	鏡映像	反転映像	遅延映像
ASD (n=9)	2	1	6
DS (n=8)	5	2	1

## 考 察

本研究では ASD 児及び DS 児に対して自己映像を呈示し、さらに自己映像を反鏡映像及び 2 秒間の遅延映像と操作することにより、基本的な自己像認知に対する反応を分析することを目的としていた。その結果、マーク課題においては ASD 児の反応が DS 児に比べて低いことが示され、さらに DS 児においては遅延映像が最も自己認知が困難であったものの、ASD 児では条件による差が見られなかった。したがって ASD 児は、自己像が反転であるとか遅延であるといった映像に対する操作は基

本的な自己像認知に影響していないことが示唆される。すなわち自己像認知のメカニズムが DS 児とは異なる仕組みで成立していることが示唆される。

先述した自己像認知メカニズムのモデルに即して述べると、通常は視覚野及び運動野からの情報と体性感覚野からの情報をマッチングして時空間的整合性がとれれば自己像であると判断するが、ASD 児は時空間的整合性をマッチングすることなく、別の異なる判断基準によって自他弁別を行っている可能性が示唆される。例えば視覚野からの情報に偏って判断する（容姿などの見た目だけ）、または時空間的整合性について許容する範囲が大きい（2 秒間程度のズレがあっても許容する、左右の違いなどは無視する）傾向にあると考えられよう。

一方で、マーク課題とは別に ASD 児と DS 児の自己映像に対する反応を分析したところ、ASD 児と DS 児で異なる反応が見られた。DS 児は鏡映像に対して最も興味関心を向けるものの、遅延映像に対してはあまり興味関心を向けなかった。マーク課題において DS 児は鏡映像でマークを取る反応が多かったことから、鏡映像に対して“自己像”と理解しており、それに惹かれているものと思われる。ところが 2 秒間の遅延映像となると、DS 児はそれを“自己像”と理解することが若干困難になり、興味関心の割合が低くなるものと考えられる。これは先ほどの自己像認知のメカニズムのモデルに即しても妥当性のある結果であろう。

ところが ASD 児は遅延映像に対して最も興味関心を示した。すなわち時間的なズレに対して ASD 児は特異的に反応するといえよう。もともとマーク課題においては条件間で反応の違いが認められなかったことから、自己像認知とは異なる意味での関心が惹起されている可能性がある。すなわち ASD 児の反応の違いは、呈示されている映像が自己なのか他者なのか、という違いによって生じているとは限らず、むしろ自分の動作と映像の中の人物が“一定程度ずれて同じ動きをしている”ことに対して興味関心を向けているのではないだろうか。換言すれば、ASD 児にとっては呈示される映像の人物は誰であっても同様の意味しか持たず、その人物が自身の動作と同様の動きをするという『法則性』に何らかの意味を見いだしているといえる。

ここから ASD 児に対する臨床的なアプローチとして模倣を用いたセラピー、いわゆる“逆模倣”の有効性が示唆されよう。逆模倣とは Dawson & Adams (1984) による実験で示されている「大人が子どもの行動を模倣すること」である。Dawson & Adams (1984) においては実験者が ASD 児 (Mean CA=5:0, Mean IQ=57.42) の行動を逆模倣すると、模倣前と比較して実験者への注視やポジティブな感情表出が増えるという報告がなされている。また Sanefuji, Yamashita & Ohgami (2009) において、生後 21 ヶ月の ASD 児に対して逆模倣による介入を半年間行ったところ、コミュニケーションの発達レベルが 8 ヶ月レベルから 15 ヶ月レベルにまで上昇した事例が報告されている。このように逆模倣は ASD 幼児の他者への興味関心を惹きだし、コミュニケーション発達を促進する効果が臨床的に認められているが、その基本的な治療メカニズムについては未だ明確になっていない。本研究で得られた知見を基に考察すれば、当初は逆模倣という“自分の行動に時間的なズレがある他者の同じ動き”に対して ASD 児が関心を向け、それにより他者に対する基本的な興味関心が生まれ、その中で他者とのやりとりがより継続的なものへと発展することにより発達が促されるものと解釈することができよう。

## 今後の課題

今後の課題として以下の2点が挙げられよう。本研究では自己像認知の基本的なメカニズムを検討するに留まっているため、その他の発達のコンピテンスとの関連性を検討することが必要であると考えられる。例えば、ミラーニューロン・システムと深い関連がある模倣能力や他者意図理解との関連などが挙げられる。本研究の中でも触れたが、自己像認知を構成するメカニズムには視覚野や運動野などミラーニューロン・システムと関連の深い領域が含まれている。これらは各々が有機的な関連を持って発達し、ソーシャルブレインとして機能するものと考えられる。したがって、ASD 児の障害機序を検討するためには、より広範囲な発達プロセスのモデルを想定する必要がある、自己像認知以外の発達のコンピテンスとの関連を追求していくことが必要である。

もう1点は、逆模倣による臨床的なアプローチを基にした実践的研究の知見を積み重ねていくことが求められる。先述したように逆模倣によるアプローチは、特に乳幼児期のASD 児の基本的な他者理解を促進する可能性がある。これらを本研究の知見に基づき遅延自己像との関連を含めて検討することで、効果的な療育方法の開発につながるものと思われる。

また本研究の限界点として対象児の少なさや条件設定の問題を再考する必要もあろう。本研究の対象児はASD 児9名、DS 児8名であったが、対象児を増やし発達年齢などをより広範囲に検討することも必要である。また本研究では遅延時間として先行研究の結果を参考に2秒間を設定したが、1秒などのより短い時間での反応を検討することも必要である。これらの条件規定を再検討しながら、今後はASD 児の自己像認知のメカニズムをより明らかにしていくことが求められよう。

## 引用文献

- 別府哲 (2000) 自閉症幼児における鏡像認知. 発達障害研究, 22, 210-218.
- Blakemore, S. J., Frith, C. D., & Wolpert, D. M. (1999) Spatio-temporal prediction modulates the perception of self-produced stimuli. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 551-559.
- Castelli, F., Frith, C. D., Happe, F. & Frith, U. (2002) Autism, Asperger syndrome and brain mechanisms for the attribution of mental states to animated shapes, *Brain*, 125, 1-11.
- Dawson, G., & F. C. McKissick (1984) Self-recognition in autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 14, 383-394.
- Frith, U. (2003) *Autism: Explaining the Enigma*, Second Edition. Oxford: Blackwell. (富田真紀・清水康夫・鈴木玲子訳 (2009) 新訂自閉症の謎を解き明かす. 東京書籍)
- 開一夫・長谷川寿一編 (2009) ソーシャルブレインズ：自己と他者を認知する脳. 東京大学出版社.
- 開一夫 (2009) ソーシャルブレイン “ズ” の歩き方. 開一夫・長谷川寿一編 (2009) ソーシャルブレインズ：自己と他者を認知する脳. 東京大学出版社. 4-5.
- Miyazaki, M., & Hiraki, K. (2006) Delayed intermodal contingency affects young children's

- recognition their current self. *Child Development*, 77, 736-750.
- Kanner, L. (1943) Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2, 217-250.
- 村田哲 (2009) 脳の中にある身体. 開一夫・長谷川寿一編 (2009) *ソーシャルブレインズ: 自己と他者を認知する脳*. 東京大学出版社. 79-105.
- Neuman, C. J. & Hill, S. D. (1978) Self-recognition and stimulus preference in autistic children. *Developmental Psychobiology*, 11, 571-578.
- Sanefuji, W., Yamashita H. & Ohgami H. (2009) Shared minds: Effects of a mothers imitation of her children on the mother-child interaction. *Infant Mental Health Journal*, 30(2), 145-157.
- Spiker, D., & Ricks, M. (1984) Visual self-recognition in autistic children: developmental relationships. *Child Development*, 55, 214-225.