

助成の種類：奨励賞

研究テーマ：社会脳の定型・非定型発達とその神経基盤

氏名：千住 淳（せんじゅう あつし）

所属：Birkbeck, University of London

はじめに

ヒトは社会的な動物である。家族を超えた大きな共同体をつくり、政治や経済、法制度や教育など、複雑な社会的機構を形成し、維持する能力は、ヒトという生物の発達の基盤となっている。同時に、複雑な社会的環境への適応は簡単ではなく、社会的環境への不適応を引き起こす精神疾患や発達障害などは、当事者の生活の質を大きく損なうものであると言える。認知神経科学の発展に伴い、社会行動の基盤となる脳神経メカニズム、いわゆる「社会脳」について、多くのことがわかってきている。例えば、相手の顔を認識する働きには紡錘状回と呼ばれる脳部位が、相手の動きや視線、意図などを把握する働きには上側頭溝と呼ばれる脳部位が、相手の心の状態を推し量る働きには、側頭頭頂接合部や前頭葉内側部と呼ばれる脳部位が関係していると考えられている。これらの脳部位からなるネットワークは、社会脳ネットワークあるいは社会脳と呼ばれている。

一方で、ヒトが生まれて成長する過程で、社会脳の機能がどのように形成され、社会環境に適応していくのかという問い、社会脳の発達については、未だわかっていないことが多い。私は、発達認知神経科学の手法を用い、視線の動きを計測する装置であるアイトラッカーや、頭皮上の電位変化から脳の神経活動を計測する脳波計測などの技術を利用することにより、社会脳の発達について、主に4つのテーマを中心に研究を続けている。

研究テーマ1：自閉症における社会脳の非定型発達

自閉症スペクトラム障害（以下自閉症）とは、対人行動やコミュニケーションの発達における著しい困難さと、常同的・限局的・反復的な行動や興味のあり方（こだわり）、という2つの臨床像によって定義される発達障害である。特に、前者の対人コミュニケーションの困難さという特徴から、自閉症は社会脳の非定型発達事例として捉えられることも多く、社会脳研究における主要な研究テーマの一つとなっている。私は、自閉症者を対象として、彼ら・彼女らが他者に注意を向けたり、他者について理解したりする際の心の働き（認知機能）、脳機能の発達について研究を進めている。

自閉症者における他者理解の困難さに関連すると考えられている認知機能に、「心の理論」と呼ばれるものがある。心の理論とは、知識や意図、目的などの心の状態を用いて他者を理解したり、他者の行動を予測したりする認知処理である。例えば、子供が出かけているうちに、台所に置きっぱなしにしていたおもちゃを子供部屋に片付けた際、帰ってきた子供はおもちゃを子供部屋に片付けたことを知らない（知識）ので、おもちゃがまだ台所にあると思い（誤った信念）、結果として台所におもちゃを探しに行く（行動）だ

ろう、といった推論ができる。この推論は、知識や信念といった子供の心の状態を用いたものであり、これを「心の理論」と呼んでいる。

自閉症児は、この「心の理論」の働きが弱いと考えられている。例えば、4歳前後の自閉症児に上記の場面を見せると、子供が台所ではなく、子供部屋におもちゃを探しに行くだろう、と答えることが多いことが知られている。しかし一方、言葉や認知の発達に困難さを示さない自閉症成人や青年は、同様な課題に通過すること、つまり「心の理論」を用いた行動予測を行う能力を有していることも知られている。

私たちは、アイトラッカーを用い、心の理論の自発的な働きについて研究を行っている[1]。この研究では、上記のような場面（誤信念場面とも呼ばれる）をビデオ映像で提示し、実験参加者がその場面を見ているときの視線の動きをアイトラッカーで計測している。そうすると、定型発達者は、教示や課題設定のない場面でも、自発的に心の理論に基づいた行動予測を行い、登場人物の次の行動を予測するような視線の動き（予期的注視）を見せる。一方、課題場面では心の理論を用いることができる自閉症成人においても、このように課題設定がなく、ただビデオを見ているだけの場面では、心の理論に基づいた予期的注視を見せないことも示されている。つまり自閉症者では、心の理論を明示的な課題場面で把握する「能力」があったとしても、課題設定のない社会的場面でその能力を「自発的」に用いる傾向が弱いことが示された、と言える。社会的認知における能力と自発性の乖離についての知見は、自閉症の臨床像を考える上で重要である、と言える。

自閉症者における「自発的な社会的認知」の非定型発達については、私たちの他の研究からも示されている。例えば、他者が自分を見ている状態、他者の意図や注意が自分に向けられている状況を示す手がかりである「自分に向けられた視線」を見たとき、定型発達者は自発的に注意が惹きつけられることが、行動研究、脳波研究の両面から示されている。一方、自閉症者では、このような「自分に向けられた視線」に対し、自発的に注意を向ける傾向が弱いことも、私たちの研究により示されている[2, 3]。自閉症者は、他者の視線方向を理解する能力そのものには大きな違いを見せないため、これらの研究も、社会的な手がかりを見分ける能力と、課題や教示なしに自発的に社会的手がかりに注意を向ける傾向との乖離について示している、と捉えることもできる。

これらの知見は、自閉症者への介入や療育として、他者を理解する能力の訓練だけでは十分ではなく、実際の社会的な場面で自発的に社会脳を用いることの困難さに対応するため、周囲の社会的な環境を整えたり、新たな介入法を開発したりする必要性があることを示している。

研究テーマ2：社会脳の発達の起源

アイトラッカーや脳機能計測の特徴として、実験参加者に言語による教示を与えたり、課題を与えたりしないでも、提示された社会的刺激に対する自発的な反応を計測できることが挙げられる。この特徴は、教示を理解できるようになる前の乳児期における社会脳の発達について研究する上で、極めて有効なものとなりうる。私たちは、それらの計測法を用いて、社会脳の初期発達について乳児研究を行っている。例えば、乳児が他者の視線を追従する

行動（視線追従行動）は、乳児の言語学習や社会的学習において重要な役割を果たしていると考えられている。私たちは生後6ヶ月の乳児の視線追従行動について、アイトラッカーを用いた研究を行っている[4]。この研究では、大人が対象物に向ける視線（参照的視線）を示す前に、コミュニケーションの開始を示す行動（顕示行動）であるアイコンタクトや、乳児に向けられた独特の発話を示す条件とそうでない条件をビデオ映像で乳児に見せ、乳児が映像中の人物の参照的視線を追従するかどうかをアイトラッカーで計測している。その結果、乳児は顕示行動に後続する参照的視線を選択的に追従することが示された。つまり、乳児の視線追従行動は視線の動きそのものに対する反応ではなく、顕示行動に後続する参照的視線という、一連のコミュニケーション行動に対して限局的に起こっていることを示唆している、と言える結果である。さらに、私たちは脳波計測を用いて、生後9ヶ月の乳児が参照的視線と非参照的視線に対して異なる脳活動を示すことを明らかとしている[5]。これらの研究は、乳児が他者の視線に対して自発的に示す反応性が、コミュニケーション場面における学習に最適化されている可能性を示すものである、と言える。

加えて、私たちは、アイトラッカーを用い、生後18ヶ月の乳児が、成人と同じく心の理論を用いて他者の行動予測を自発的に行うことも示している[6, 7]。乳児期においてすでに心の理論の働きが見られる、というこの知見は、他の研究グループにおいても一貫して確認されており、以前信じられていた、「心の理論は生後3-4歳の頃に発達する」という主張を覆すものであった。現在、この乳児期に見られる心の理論の働きと、幼児期以降に見られる心の理論の働きとの間にどれだけの共通性が見られ、どれだけの相違点が見られるかについて、様々な研究が行われている。

これら一連の乳児研究は、自発的な社会的認知は乳児期において既に数多く見られることを示しており、乳児期の社会脳研究の重要性を示すものである。

研究テーマ3：社会的経験が社会脳の発達に与える影響

脳機能の発達は全てが先験的に決定されているわけではなく、経験に応じて可塑的な変化を示すことが知られている。ゆえに、社会的環境、社会的経験の影響について理解することは、社会脳の発達について解明する上で欠かすことができない。しかしながら、ヒトを対象とした研究では、動物研究とは異なり、生育環境を実験的に操作することは倫理的にも、現実的にも不可能である。そこで、私たちは、自然に存在する生育環境の違いが社会脳の発達に与える影響について、幾つかの研究を進めている。

まず、視覚障害を持つ母親に育てられた乳児を対象とした縦断研究を行っている[8, 9]。これは、主な養育者が視線による視覚的コミュニケーションを行うことが困難であることにより、視線コミュニケーションの経験が異なる乳児が、他者の視線理解や視線への注意をどのように発達させるかを研究するものである。これまでの研究の結果、生後1年前後の時点で、視覚障害を持つ母親に育てられた乳児は、視線処理の発達に違いを見せることが確認されている。一方、これらの乳児は認知発達や言語発達、社会性の発達全般においては他の乳児と違いが見られないことから、視覚コミュニケーション経

験の違いは、視線処理という特定の機能に限局的な影響を与えるのではないかと考えることもできる。

もう一つ進めている研究として、日英の乳幼児を比較した、視線コミュニケーションにおける文化的規範の違いが視線処理の発達に及ぼす影響についての文化間比較がある[10, 11]。日本をはじめとした東アジア圏では、イギリスをはじめとした西ヨーロッパ圏と比較して、他者とのコミュニケーションの際に視線を合わせる時間が短く、また視線をそらすことが後ろめたさなどのネガティブな意志だけではなく、敬意などポジティブな意志を伝達する状況もありうるという、異なった文化的規範を有している。こういった日英の文化的規範の違いが視線処理の発達に与える影響について、これもアイトラッカーを用いた研究を行ったところ、生後1歳前後からすでに、日英の乳幼児は他者の顔を見るときに視線の使い方に違いが見られることが確認されている。

これらの知見は、生後すぐの社会的経験の違いが、社会脳の発達に影響を与えることを示唆している。同時に、親の働きかけや周囲の社会的環境を整えることにより、社会脳の発達に影響を及ぼすことができる可能性を示しており、発達障害への新たな介入法につなげられる可能性もあると言える。

おわりに

これらの研究成果に基づき、平成27年度中山賞奨励賞を受賞する栄誉を得た。社会脳研究は人間理解や人間社会の理解に神経科学的な基盤を与えるものであり、当該のテーマが中山人間科学振興財団における授賞の対象となったことは、社会脳研究をさらに幅広く推奨する上で大きな助けとなったと言える。さらに、私が行っている発達・障害研究は、成人を対象とした研究に比べて時間がかかり、研究実施上の制約も大きいことから、なかなか日の当たりにくい研究分野であるとも言える。ゆえに、私が行っている研究が奨励賞を受賞したことは、私個人への表彰にとどまらず、社会脳の理解、さらには人間理解における、発達・障害研究の重要性を広く知らしめるものになったのではないかと考えている。また、私が学部教育を受けていた頃、神経心理学の講義を開き、実際の脳解剖の現場での実習を行うなどして、脳科学への興味をかき立ててくださっていた河村満教授が同年度の中山賞大賞を受賞され、授賞式会場で河村先生と再会する機会を得たこと、また、財団の理事や賞の選考委員を務めておられる、認知科学や人類学、小児医学、精神医学など、各分野における重鎮の先生方、また研究助成を授与された、次世代の社会脳研究を担う若手研究者の方々と会食し、様々なお話を伺う機会をえたことは、とても感慨深いものであった。これまでの研究を支えてくださった実験参加者や共同研究者の皆様、中山人間科学振興財団の関係者の方々に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。また、この受賞を励みに、今後も社会脳研究の進展や、国内外における研究の振興に、できる限り努力を続けていきたい。

関連文献

1. Senju, A., Southgate, V., White, S., and Frith, U. (2009). Mindblind Eyes: An Absence of Spontaneous Theory of Mind in Asperger Syndrome. *Science* 325, 883-885.

2. Senju, A., Tojo, Y., Yaguchi, K., and Hasegawa, T. (2005). Deviant gaze processing in children with autism: an ERP study. *Neuropsychologia* 43, 1297-1306.
3. Akechi, H., Stein, T., Senju, A., Kikuchi, Y., Tojo, Y., Osanai, H., and Hasegawa, T. (2014). Absence of Preferential Unconscious Processing of Eye Contact in Adolescents With Autism Spectrum Disorder. *Autism Research* 7, 590-597.
4. Senju, A., and Csibra, G. (2008). Gaze following in human infants depends on communicative signals. *Current Biology* 18, 668-671.
5. Senju, A., Johnson, M.H., and Csibra, G. (2006). The development and neural basis of referential gaze perception. *Social Neuroscience* 1, 220 - 234.
6. Southgate, V., Senju, A., and Csibra, G. (2007). Action anticipation through attribution of false belief by 2-year-olds. *Psychological Science* 18, 587-592.
7. Senju, A., Southgate, V., Snape, C., Leonard, M., and Csibra, G. (2011). Do 18-Month-Olds Really Attribute Mental States to Others? *Psychological Science* 22, 878-880.
8. Senju, A., Tucker, L., Pasco, G., Hudry, K., Elsabbagh, M., Charman, T., and Johnson, M.H. (2013). The importance of the eyes: communication skills in infants of blind parents. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280.
9. Senju, A., Vermetti, A., Ganea, N., Hudry, K., Tucker, L., Charman, T., and Johnson, Mark H. (2015). Early Social Experience Affects the Development of Eye Gaze Processing. *Current Biology* 25, 3086-3091.
10. Senju, A., Vermetti, A., Kikuchi, Y., Akechi, H., Hasegawa, T., and Johnson, M.H. (2013). Cultural background modulates how we look at other persons' gaze. *International Journal of Behavioral Development*.
11. Senju, A., Vermetti, A., Kikuchi, Y., Akechi, H., and Hasegawa, T. (2013). Cultural Modulation of Face and Gaze Scanning in Young Children. *PLoS ONE* 8, e74017.