

社会的知覚、行動観察、心の理論の 包括的神経ネットワークモデル構築の試み

田村 美由紀

(2016年11月24日受理)

要 旨

これまで社会神経科学領域における情報処理に関する研究は、それぞれの神経学的モデルとして論じられたものが主流となっており、統合的あるいは補完的な情報処理モデルとして扱った研究は報告されていない。筆者は、社会的情報処理の神経基盤となる3つの神経システム、すなわち社会的知覚、行動観察、及び心の理論が、脳の後部上側頭溝 (pSTS) と呼ばれる領域でシステムの統合がなされていると仮説を立て、これらのシステムが双方向的に社会的情報の入出力を処理し、統合し、調整していると予測した。Neurosynthを用いた大規模なメタ解析を行った結果、pSTSがこれら3つの神経システムを共有する役割を担っていることが明らかとなった。特に課題を付さない平常時の脳機能について、1000名を対象としてメタ解析を実行し、pSTSがこれら全てのシステムと結合している結果が得られた。この知見によって、自閉症スペクトラムのような社会性の発達障害に関する社会精神医学的研究への寄与が期待される。

キーワード 社会的知覚、行動観察、心の理論、pSTS、Neurosynth、
自閉症スペクトラム

1. 緒言

社会的情報処理に関する神経基盤研究は、社会神経科学の領域で積極的に進められており、様々な研究分野の中で、多くの知見が得られている。しかし、これらの知見は社会的情報処理を統合的に捉えたものではない。本研究では、3つの代表的な社会的神経基盤システム、すなわち社会的知覚、行動観察、及び心の理論における、中枢となる脳領域を明らかにすることを目的とした。また、その領域を後部上側頭溝 (pSTS) であると仮定し、社会的情報を処理するための“社会脳”であることの証明について、述べていく。

また一方で、自閉症スペクトラム (ASD)、ウイリアムズ症候群、前頭側頭型認知症、脆弱X症候群、先天性相貌失認、カブグラ症候群、及び精神病質といった社会性の障害に関する

る様々な研究報告によって、pSTSにおける脳機能が深く関わっているという知見が得られている¹⁾。

2. 社会的知覚の神経システム

人は幼少期からの多様な社会的行動から裏付けられた、社会的生物である。子どもは、母親の表情といった社会的シグナルの認知を生まれた時から備えており、生後3か月の乳児は母親の顔や声のトーンを識別することができる²⁻⁵⁾。社会的知覚とは、基本的行動シグナルをもとに、他者の精神状態や心理的状况を読み取ることでありと定義されており、進化の過程で獲得した高次機能である⁶⁻⁸⁾。この社会的知覚の基盤は、発達に応じて洗練され、複雑な情報処理を可能にしていくことも報告されている^{9,10)}。

同様の社会的行動はサルにおいても観測されており、霊長類の研究はヒトの社会的知覚を理解する上で有用なモデルである。例えばチンパンジーやカラスは、食物競合パラダイム実験において、同種かどうかを理解することができる¹¹⁻¹⁴⁾。さらにチンパンジーは、同僚や人を支援するために他者の意図を理解できることが報告されている¹⁵⁾。また、アカゲザルの実験でも、見たものや聞いたことを手掛かりとして他者を理解し、意図を推察できることがわかっている^{16,17)}。霊長類と人の社会的知覚に関連する脳領域は、大部分が重なり合っており¹¹⁾、pSTS、扁桃体 (AMY)、前頭眼窩皮質 (OFC)、及び紡錘状回 (FFG) がその領域である⁶⁾。これらの領域は、サルや人における社会的刺激実験において、これらの領域は相互に神経ネットワークとして結びついていることも明らかとなっている¹⁸⁻²⁰⁾。

pSTSは、社会的知覚にかかわるネットワークの主役であり、霊長類や人における一次視覚および聴覚領域から直接入力を受け、情報の抽出、再現に関わる領域である^{11,21-24)}。人のpSTSは、社会的刺激からの感情や選択的意図を情報として処理しており²³⁾、社会的刺激(表情)と非社会的な刺激(物体)に対して選択的に賦活しており、視線や表情といった複雑な社会的情報を識別していることが報告されている^{25,26)}。さらにpSTSは、目的のない動作よりも社会的な意図をもつ行動に対して選択的に賦活し²⁷⁾、聴覚においても情動を伴う話し言葉の処理に重要な役割を果たしている²⁸⁾。Dynamic Causal Modeling (DCM) を用いた解析結果において、pSTSは情動を伴う音声入力を処理し、その出力や表現を処理していることが明らかとなっている。また、体性感覚刺激の入力試験においては、優しさや親しみを感じるような柔らかい刺激を前腕のC触覚線維に与えることによって、pSTSが賦活することが報告されている^{29,30)}。

2

さらに興味深いことに、社会的知覚と異なる研究においても、pSTSの賦活が報告されているものがある。社会的対非社会的な感覚の妥当性は報告されていないものの、例えばGazzolaら(2012)は、触れている相手が男性か女性かを信じた参加者は、体性感覚野を賦活させたものの、pSTSの賦活は見られなかったことを報告している³¹⁾。性別による効果試験は、社会的感覚経験に基づいていると考えられるが、その神経学的処理のプロセスは社会性と非社会性と識別する経験とは異なることが示唆される。社会性を伴うかどうかという試

験において顕著な賦活を示していることから、pSTSの賦活は社会性として意味をもつ動作に限定されている可能性が考えられる。

FFGは、腹側側頭皮質の中に位置し、社会的知覚の視覚にかかわる領域と隣接している。紡錘状顔領域 (FFA) は表情認知に、紡錘状身体領域 (FBA) は身体認知に応答を示す領域である³²⁾。FFAは、表情認知試験において、典型的なパターンを示すことが報告されており^{33,34)}、さらには、同一人物の顔認知試験³⁵⁾ や意図した行動認知試験^{25,36-38)} における活動も示唆されている領域である。

AMYは、社会的情報の情動部分に顕著な活動を示し³⁹⁾、急速で反射的な処理を要する情報の処理を担っている⁴⁰⁾。AMYは、目を中心とした表情から社会性を読み取っており、特に恐怖の表情に対して強い反応を示すことが明らかとなっている⁴¹⁾。

OFCは、霊長類と同じように人の計画的行動に対して活動を示す領域である⁴²⁾。OFCの主な役割は意思決定であり、社会的な報酬、社会的な人間関係の形成における個人的関心などに対して、強く作用していると考えられる⁴³⁻⁴⁵⁾。

ASD患者を対象とした社会的知覚に関する研究が行われ、社会的知覚に関わる脳領域での活動が見られないことや、ASDの子どもでは、顔や声を認知する際に、社会的な応答が減衰することが報告されている⁴⁶⁻⁴⁸⁾。さらには、2歳児を対象とした生物学的動作の認知試験において、ASDの子どもは非社会的な刺激に対してより強い応答を示すことが明らかとなっている⁴⁹⁾。ASD患者における社会性の応答低下は、発達段階の初期からスタートしていることが示唆され、成人の高機能ASD患者であっても、音声⁵⁰⁾ や表情⁵¹⁾ による他者の気持ちを読み取ることが困難であることが報告されている。

ASD患者において示されたこれらの知見は、視覚、聴覚、そして体性感覚における社会的知覚の信号応答において、通常とは異なる側面を持つことを証明している。ASDの子どもを対象とした視覚刺激の研究では、FFG、AMY、そしてpSTSにおける社会的知覚の応答が低下し⁵²⁾、特にpSTSは、ASD患者において顕著な活動の低下を示していることも報告されている⁵³⁾。視覚情報を処理するという点から考えると、ASD患者は刺激に対し、社会性の特徴が認知されていないために、pSTSの活動を低下させていると考えられる⁵⁴⁾。同様の研究報告として、FFG⁵⁵⁻⁵⁷⁾、AMY⁵⁸⁻⁶⁰⁾、そしてOFC⁶¹⁻⁶³⁾ の賦活が、社会的知覚の刺激に対して低下するとの知見を示している。また、社会的知覚における聴覚情報の処理については、pSTSにおいて賦活が減衰するという報告があり⁶⁴⁾、体性感覚刺激に対しても、OFCやpSTSの信号が低下するという研究報告がある⁶⁵⁾。

3. 行動観察における神経システム

社会的知覚は、他者の行動による表現や意図によって、受け手がその気持ちなどを察することである。人が他者の行動を理解するためには、脳で自分の行動に置き換えながらその行動を再現することが必要であり^{66,67)}、他者の気持ちに関して行動の模倣を通して理解することは、行動観察の模倣⁶⁸⁾ や観察学習⁶⁹⁾ とよく似た反応であるともいえる。

行動観察と認知に関する神経学的基礎研究は、霊長類の前運動皮質で発見された視覚運動ニューロンである、ミラーニューロンが有名である⁷⁰⁾。霊長類や人において、実際に行動した場合と行動を観察した場合に、その両方で応答を示すニューロンを発見し、ミラーニューロンと名付けたものであり^{71,72)}、人におけるミラーニューロンのネットワークは、次の3つの領域から構成されている。

- ①pSTS：視覚的に入力された他者の行動を処理する
- ②下頭頂小葉 (IPL) を含む頭頂連合野のミラーニューロン領域：観察した他者の行動を再現する
- ③前頭部のミラーニューロン領域：下前頭回 (IFG) と前運動野 (PMC) を含む領域で、運動を再構成する

ミラーニューロンによる行動の理解は、2つの処理過程があり、pSTSからIPLを經由してIFGへ連結したネットワークと、IFGから逆にIPLを經由してpSTSへ結ばれたネットワークがある⁷³⁾。このように、pSTSはミラーニューロンの入出力の両方に関わっており、行動の観察と行動の動作そのものを比較対照していることが示唆される^{74,75)}。

行動観察に関する研究の歴史は浅いものの、急速に進められている領域であり、自閉症に関する脳機能の低下に関してはまだ議論されているところである^{76,77)}。いくつかの研究において、自閉症児は定型発達児と比較すると、模倣などの課題における成績の低下が報告されており⁷⁸⁻⁸²⁾、他の研究でも自閉症群とコントロール群とでは差異があることを報告している^{83,84)}。最近では、自閉症の模倣する機能が障害の有無によるものなのか明らかにするための研究も進められており^{85,86)}、見解の一致に向かっているといえよう。行動観察課題を実行した研究は、自閉症の解明に非常に有用である。例えば、多くの自閉症児が他者の言語を繰り返す反響言語の特性をもっており⁸⁷⁾、その言語の意味や文脈を理解することなく言葉を繰り返している。反響言語は、行動観察の機能による動作でもあることから、自閉症児が他者を模倣できることを示している一方で、より複雑な模倣や意味の理解には至らないことを示唆している。行動観察を課題とした研究は、ASD作用機序の一助となるであろうことが期待されている。

自閉症におけるミラーニューロンをターゲットとした神経画像研究が進む中で、報告されたものの中にばらつきがみられることもある。ASDの子どもを対象としたfMRI研究では、表情認知や手の動きを観察した際に、IFGやIPLといったミラーニューロンシステムに関する領域で特異的な活動がみられたことを報告している⁸⁸⁻⁹¹⁾。さらに脳波 (EEG) を用いた研究で、神経学的に定型発達を遂げている場合、手の動作を観察した際に減衰すると報告されている μ 波が、ASDを対象とした場合、このような減衰が見られないことを報告している^{92,93)}。これらの研究報告がある一方で、自閉症におけるミラーニューロンシステムの特異的な神経活動は見られなかったという報告もある⁹⁴⁻⁹⁷⁾。また、情動をとまなう刺激を用いることによってミラーニューロンネットワークにおける特異的な神経活動パターンを示し、情動をと

もならない手の動作などの刺激に対しては、このパターンが起こらないことを報告している研究もある⁹⁸⁾。ミラーニューロンシステムにおける研究は、現在も積極的に報告が行われており、さらなる解明が進められると期待される。

4. 心の理論における神経システム

ここ20年の間、他者の気持ちを読み取る機能である、メンタライジングや心の理論の研究が進められ、社会的な機能とその欠乏における重要な知見が報告されている。心の理論は、相手の表現や心の内を察する能力のことであり⁹⁹⁾、相手の気持ちを自分のことのように受け止めることで、自分の主観性を排除する機能であるともいえる⁹⁹⁻¹⁰⁴⁾。社会的知覚や行動観察に限らず、他者の気持ちを読み取る高次の認知機能であり¹⁰⁵⁾、人のみに存在すると考えられている^{12, 106)}。他者の心を推察し理解する能力は、個人の社会的環境が複雑に影響しながら形成されていくものである^{107, 108)}。

心の理論における神経学的基盤は、静止画と動画を課題として用いた研究が進められている¹⁰⁹⁻¹¹³⁾。心の理論に関連する領域として、内側前頭前皮質 (MPFC) や側頭頭頂結合部 (TPJ)、pSTS、後帯状皮質／楔前部 (PCC/PC)、前部側頭葉 (ATL)、側頭極 (TP) が報告されている^{27, 114, 115)}。

MPFCは、意思決定や自己と他者の識別に関連する領域であり^{107, 116-120)}、自己と他者が別であることを認識する際に賦活する領域である¹²⁰⁾。MPFCは、他者への自己投影や内省にも関連することが報告されている^{121, 122)}。さらに、心的表示課題において、自己の選択肢と提示された課題の選択肢が一致した際に賦活することも報告されている¹²³⁾。現在、心の理論におけるMPFCの役割を解明する研究が、積極的に進められているところである。

TPJは、社会的な文脈などから他者の気持ちを推察することと関連した領域であり、とくに第三者の観点を推察する際に、顕著に賦活する領域である^{106, 110, 124)}。心の理論に関連した研究において、TPJは物語を課題とした研究でよく報告されており¹¹⁵⁾、課題の対象となるものがより知的であるほど、その賦活は強くなるという知見も得られている¹²⁵⁾。

ATLやPCC、PCなどの領域は、心の機能において仲介役を果たしていると考えられる。ATLは、物体や人、言葉、事実など、物語から得られた意味記憶の処理における重要な役割を担っており¹²⁶⁾、PCC及びPCは、自己認識に関連する領域として報告されている¹²⁷⁾。

pSTSにおける神経活動は、社会的知覚を支持する機能として、心の理論の研究分野において数多く報告されている^{128, 129)}。pSTSは、行動に基づく意図や動作刺激における時間的な情報から、心的情報を読み取る機能を増幅させていると考えられる^{6, 130-133)}。

pSTSとTPJ、これらの領域が機能的あるいは解剖学的に分離しているのかどうかについては、まだ議論が続いており、結論に達していない^{106, 132)}。Saxeらは、TPJとpSTSは解剖学的に関連した領域であるが、機能的にはTPJは心の理論、pSTSは社会的知覚での役割を担っていると述べている¹³⁴⁾。またMarsらは、TPJそのものがいくつかのサブとなる領域で構成されており、その一部がpSTSと重なり合っていると報告している¹³⁵⁾。いずれにせよ、どち

らの領域も心の理論における重要な領域であることは疑いようのない知見であるが^{128, 129)}、それぞれ独立した領域として報告すべきかどうかについては、結論には至っていない。

脳機能イメージング研究において、ASDの参加者を対象に心の理論課題を実施すると、MPFCやTPJでの賦活が減少し^{136, 137)}、重度のASD参加者においては活動そのものが観測されないという報告がある¹³⁷⁾。一方、物語を用いた心の理論課題では、ASDの参加者とコントロール群との間での差は見られなかったとの報告もある¹²⁸⁾。最近の研究では、物語に出てくるキャラクターの意図を読み取る際に、ASDとコントロール群との間に、TPJの右側における小さな活動パターンが異なることが明らかとなった¹³⁸⁾。他者の表情や行動から共感を惹起する研究において、AMYやpSTS/TPJの領域で定型発達とは異なる活動が報告されていることから^{109, 139-142)}、TPJおよびMPFCにおける心の理論課題における賦活も、より精細な活動パターンを分析することが重要であると思われる。

5. 社会的情報処理の統合モデル

社会的情報処理として3つの神経システムについてこれまで述べてきた。pSTSは社会的知覚、行動観察、心の理論において、神経ネットワークを構成する中心的役割を担っており、他者の行動や表情から社会的な視覚、聴覚、体性感覚の情報を処理している^{7, 30, 143-145)}。視覚情報の処理においては、視線の動きや表情からの読み取りにおいて、pSTSが中心的役割を担っていることが報告されている²⁵⁾。また聴覚においては、言葉の抑揚から情動を読み取る際に、活動がみられるという知見が得られている¹⁴⁶⁾。pSTSで処理されたこれらの一次的情報は、高次の社会的認知として、ミラーニューロンや共感性といった機能に重要な役割を果たしていると考えられる^{74, 147, 148)}。

図1は、これらの3つの社会的情報の統合モデルについて、pSTSを中心として描写したものである。pSTSは、相互的にFFGや扁桃体、OFCとネットワークを形成している⁶⁾。行動

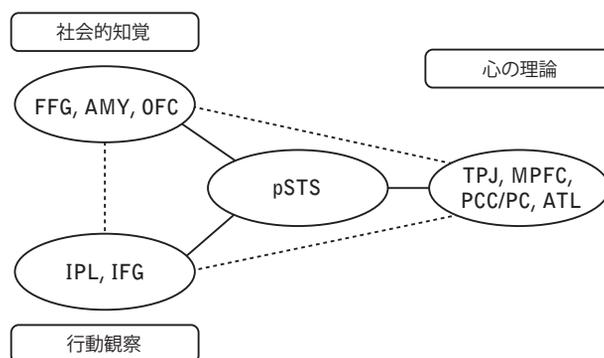


図1 社会的知覚、行動観察、心の理論をターゲットとした神経システムの統合モデル

AMY (扁桃体)、FFG (紡錘状回)、OFC (前頭眼窩皮質)、pSTS (後部上側頭溝)、IFG (下前頭回)、IPL (下頭頂小葉)、MPFC (内側前頭前皮質)、TPJ (側頭頭頂結合部)、PCC/PC (後帯状皮質/楔前部)、ATL (前部側頭葉)。

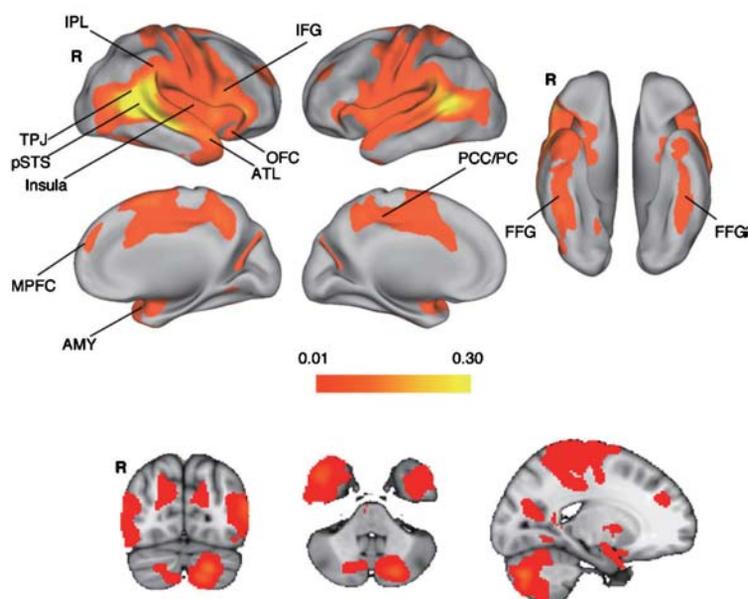


図3 pSTS (52、-46、9) を中心座標とした、安静時機能的結合解析結果

ものが、図2のEである。これらの結果から、pSTSは様々な社会的モデルの中心的役割を果たしていることが示唆される。

また、pSTSが3つのシステムの中核を担っているかどうかを評価するために、筆者はNeurosynthのウェブサイト (<http://neurosynth.org/locations/>) を利用して、大規模な安静時の機能的結合解析を行った。上で述べた、図2のDで得られた、pSTSのボクセル座標 (52、-46、9) を中心とした機能的結合の計測を試みた。図3のAにみられるように、pSTSは筆者が図1のモデルに示した、すべての社会的情報処理に関連する領域と機能的に結合していることが明らかとなった。さらに、今回の解析結果からは、社会的情報処理に関連しているとの知見が得られている島皮質³⁰⁾ や小脳¹⁵⁰⁾ とも機能的に結合していることが明らかとなった(図3)。以上の結果は、pSTSが社会的な情報処理において重要な領域であることを示唆している。

筆者が提唱したモデルは、社会的認知の入出力といった双方向システム¹⁵¹⁾ の統合を目指しており、社会的知覚や行動観察のシステムがこれに該当すると考えられる。最近の研究では、行動観察のシステムは、社会的認知の入力システムとして無意識に効率化されていることが報告されている¹⁵²⁾。もう一つは、心の理論におけるシステムであり、これは社会的情報を出力するシステムとして柔軟でありながらも、見極めるための認知機能である。図1に示した3つのシステムは、柔軟性と効率化を備え、情報を処理していると考えられる。

pSTSは、ASDのような神経精神病理学的疾患においても、社会的な情報処理における重要な示唆を与えるものと考えられる。pSTSは、人の行動における時間的推測に関連するといわれており、この推測が困難なASD患者におけるpSTSの賦活は、通常とは異なっていること

が報告されている^{153, 154)}。pSTSの賦活が特異的であるASD患者は、自身の過去経験から他者の行動を予測することが難しく、時間的推測に障害を抱えているという概念が提唱されている¹⁵⁵⁾。この仮説は、PIA (Predictive Impairment in Autism) として知られており、様々な時間的推測課題によって評価されつつある。PIA仮説は、感覚異常や物体の観測、心の理論に関する課題は困難であるが、数学や音楽、コンピュータといった、法則性があるものに対しては、良好な成績を収めることができるというASD患者の特徴に対して重要な示唆を与えている。このことから、pSTSを中心とした機能的結合における何らかのシステムが、ASDの推測過誤に関わっていることが考えられる。しかしながら、時間的統合と時間的知覚とは異なることを念頭に議論する必要があることに留意すべきである。時間的知覚は、時間を正しく認識できた経験を重ねることで客観的に理解できるが、時間的統合感覚は、これまでの時間的経過やこれから起こりうる状況を推測した上で、イベントが発生する時間を推測するものである(例えば、誰かが自分のところへ来るために、どのくらいの時間がかかるのかを理解することである^{154, 156-158)})。時間的知覚もまた、行動予測時間などの課題において、ASD患者でやや逸脱した傾向がみられることがあるが¹⁵⁹⁾、関連している脳領域はpSTSではなく、前運動皮質や頭頂間溝である¹⁶⁰⁾。ここでは、これらの仮説を立証するのに十分な議論には至っていないが、今後の研究報告を積み重ねていくことで、PIA仮説の妥当性やpSTS領域における時間的統合の役割について明らかになっていくであろう。

6. 結論

筆者は、社会的情報処理における重要な3つの統合的ネットワーク(社会的知覚、行動観察、及び心の理論)について述べてきた。これら3つのシステムを比較・統合し、それぞれの神経システムではなく、統合神経モデルとしての全体図を示した。また、ASD患者における社会的情報処理の特異性は、このモデルにおけるいくつかの領域が関連していることが示唆された。pSTSは、3つのシステム全てにおいて、他の領域と機能的に結合しながら中心的役割を担っていることが、解析結果より得られた。この統合モデルは、ASDのような社会的認知に特徴をもつ精神的疾患に重要な示唆を与えると考えられる。中でも、時間的推測に関連する領域の核となっているpSTSの賦活が特異的であることから¹⁶¹⁾、ASD患者がこの機能に困難を抱えているとの仮説が、さらなる研究によって報告されることが期待される。これらの研究に積み重ねが、社会性発達障害を症状とする疾患の解明へ寄与することとなるであろう。

引用文献

- 1) Kennedy, D.P., Adolphs, R. The social brain in psychiatric and neurological disorders. *Trends Cogn. Sci.* 16 (11), 2012, 559-572.
- 2) Johnson, M.H., et al. Newborns preferential tracking of face-like stimuli and its subsequent decline. *Cognition* 40 (1/2), 1991, 1-19.
- 3) Kovacs, A.M., et al. The social sense: susceptibility to others' beliefs in human infants and adults. *Science* 330 (6012), 2010, 1830-1834.

- 4) Kurzweil, S.R. Recognition of mother from multisensory interactions in early infancy. *Infant Behav. Dev.* 11 (2), 1988, 235-243.
- 5) Valenza, E., et al. Face preference at birth. *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.* 22 (4), 1996, 892-903.
- 6) Allison, T., et al. Social perception from visual cues: role of the STS region. *Trends Cogn. Sci.* 4 (7), 2000, 267-278.
- 7) Beauchamp, M.S., et al. Touch, sound and vision in human superior temporal sulcus. *Neuroimage* 41 (3), 2008, 1011-1020.
- 8) Mcarthur, L.Z., Baron, R.M. Toward an ecological theory of social-perception. *Psychol. Rev.* 90 (3), 1983, 215-238.
- 9) Carpenter, M., et al. Social cognition, joint attention, and communicative competence from 9 to 15 months of age. *Monogr. Soc. Res. Child Dev.* 63 (4), i-vi, 1998, 1-143.
- 10) Low, J., Perner, J. Implicit and explicit theory of mind: state of the art. *Br. J. Dev. Psychol.* 30 (Pt 1), 2012, 1-13.
- 11) Brothers, L. Brain mechanisms of social cognition. *J. Psychopharmacol.* 10 (1), 1996, 2-8.
- 12) Call, J., Tomasello, M. Does the chimpanzee have a theory of mind? 30 years later. *Trends Cogn. Sci.* 12 (5), 2008, 187-192.
- 13) Emery, N.J., Clayton, N.S. Tool use and physical cognition in birds and mammals. *Curr. Opin. Neurobiol.* 19 (1), 2009, 27-33.
- 14) Premack, D., Woodruff, G. Chimpanzee problem-solving: a test for comprehension. *Science* 202 (4367), 1978, 532-535.
- 15) Melis, A.P., et al. Chimpanzees help conspecifics obtain food and non-food items. *Proc. Biol. Sci.* 278 (1710), 2011, 1405-1413.
- 16) Flombaum, J.I., Santos, L.R. Rhesus monkeys attribute perceptions to others. *Curr. Biol.* 15 (5), 2005, 447-452.
- 17) Santos, L.R., et al. Rhesus monkeys, *Macaca mulatta*, know what others can and cannot hear. *Anim. Behav.* 71, 2006, 1175-1181.
- 18) Brothers, L. A biological perspective on empathy. *Am. J. Psychiatry* 146 (1), 1989, 10-19.
- 19) Brothers, L., Ring, B. Mesial temporal neurons in the macaque monkey with responses selective for aspects of social stimuli. *Behav. Brain Res.* 57 (1), 1993, 53-61.
- 20) Ku, S.P., et al. fMRI of the face-processing network in the ventral temporal lobe of awake and anesthetized macaques. *Neuron* 70 (2), 2011, 352-362.
- 21) Belin, P., et al. Voice-selective areas in human auditory cortex. *Nature* 403 (6767), 2000, 309-312.
- 22) Hoffman, E.A., Haxby, J.V. Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception. *Nat. Neurosci.* 3 (1), 2000, 80-84.
- 23) Jastorff, J., et al. Integration of shape and motion cues in biological motion processing in the monkey STS. *Neuroimage* 60 (2), 2012, 911-921.
- 24) Kreifelts, B., et al. Cerebral representation of non-verbal emotional perception: fMRI reveals audiovisual integration area between voice- and face-sensitive regions in the superior temporal sulcus. *Neuropsychologia* 47 (14), 2009, 3059-3066.

- 25) Gobbini, M.I., Haxby, J.V. Neural systems for recognition of familiar faces. *Neuropsychologia* 45 (1), 2007, 32-41.
- 26) Watson, R., et al. People-selectivity, audiovisual integration and heteromodality in the superior temporal sulcus. *Cortex* 50, 2014, 125-136.
- 27) Bahnemann, M., et al. Sociotopy in the temporoparietal cortex: common versus distinct processes. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 5 (1), 2010, 48-58.
- 28) Wildgruber, D., et al. Cerebral processing of linguistic and emotional prosody: fMRI studies. *Underst. Emot.* 156, 2006, 249-268.
- 29) Bjornsdotter, M., et al. Development of brain mechanisms for processing affective touch. *Front. Behav. Neurosci.* 8, 2014.
- 30) Gordon, I., et al. Brain mechanisms for processing affective touch. *Hum. Brain Mapp.* 34 (4), 2013, 914-922.
- 31) Gazzola, V., et al. Primary somatosensory cortex discriminates affective significance in social touch. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 109 (25), 2012, E1657-E1666.
- 32) Schwarzlose, R.F., et al. Separate face and body selectivity on the fusiform gyrus. *J. Neurosci.* 25 (47), 2005, 11055-11059.
- 33) Morris, J.P., et al. Controlled scan path variation alters fusiform face activation. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 2 (1), 2007a, 31-38.
- 34) Morris, J.P., et al. Face processing without awareness in the right fusiform gyrus. *Neuropsychologia* 45 (13), 2007b, 3087-3091.
- 35) Pitcher, D., et al. Differential selectivity for dynamic versus static information in face-selective cortical regions. *Neuroimage* 56 (4), 2011, 2356-2363.
- 36) Gobbini, M.I., et al. Distinct neural systems involved in agency and animacy detection. *J. Cogn. Neurosci.* 23 (8), 2011, 1911-1920.
- 37) Schultz, R.T., et al. The role of the fusiform face area in social cognition: implications for the pathobiology of autism. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B: Biol. Sci.* 358 (1430), 2003, 415-427.
- 38) Shultz, S., McCarthy, G. Goal-directed actions activate the face sensitive posterior superior temporal sulcus and fusiform gyrus in the absence of human-like perceptual cues. *Cereb. Cortex* 22 (5), 2012, 1098-1106.
- 39) Costafreda, S.G., et al. Predictors of amygdala activation during the processing of emotional stimuli: a meta-analysis of 385 PET and fMRI studies. *Brain Res. Rev.* 58 (1), 2008, 57-70.
- 40) Adolphs, R. The social brain: neural basis of social knowledge. *Annu. Rev. Psychol.* 60, 2009, 693-716.
- 41) Adolphs, R. Fear, faces, and the human amygdala. *Curr. Opin. Neurobiol.* 18 (2), 2008, 166-172.
- 42) Watson, K.K., Platt, M.L. Social signals in primate orbitofrontal cortex. *Curr. Biol.* 22 (23), 2012, 2268-2273.
- 43) Ethofer, T., et al. Functional responses and structural connections of cortical areas for processing faces and voices in the superior temporal sulcus. *Neuroimage* 76 (1), 2013, 45-56.
- 44) Kahnt, T. The neural code of reward anticipation in human orbitofrontal cortex. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 107 (13), 2010, 6010-6015.

- 45) Wallis, J.D. Cross-species studies of orbitofrontal cortex and value-based decision-making. *Nat. Neurosci.* 15 (1), 2012, 13-19.
- 46) Chawarska, K., et al. Limited attentional bias for faces in toddlers with autism spectrum disorders. *Arch. Gen. Psychiatry* 67 (2), 2010, 178-185.
- 47) Chawarska, K., et al. Context modulates attention to social scenes in toddlers with autism. *J. Child Psychol. Psychiatry* 53 (8), 2012, 903-913.
- 48) Chawarska, K., et al. Decreased spontaneous attention to social scenes in 6-month-old infants later diagnosed with autism spectrum disorders. *Biol. Psychiatry* 74 (3), 2013, 195-203.
- 49) Klin, A., et al. Two-year-olds with autism orient to non-social contingencies rather than biological motion. *Nature* 459 (7244), 2009, 257-261.
- 50) Rutherford, M.D., et al. Reading the mind in the voice: a study with normal adults and adults with Asperger syndrome and high functioning autism. *J. Autism Dev. Disord.* 32 (3), 2002, 189-194.
- 51) Baron-Cohen, S., et al. The "Reading the Mind in the Eyes" Test revised version: a study with normal adults, and adults with Asperger syndrome or high-functioning autism. *J. Child Psychol. Psychiatry* 42 (2), 2001, 241-251.
- 52) Kaiser, M.D., et al. Neural signatures of autism. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 107 (49), 2010, 21223-21228.
- 53) Pelphrey, K.A., et al. Neural basis of eye gaze processing deficits in autism. *Brain* 128, 2005, 1038-1048.
- 54) Vander Wyk, B., et al. Action understanding in the superior temporal sulcus region. *Psychol. Sci.* 20 (6), 2009, 771-777.
- 55) Dziobek, I., et al. The role of the fusiform-amygdala system in the pathophysiology of autism. *Arch. Gen. Psychiatry* 67 (4), 2010, 397-405.
- 56) Kleinhans, N.M., et al. Abnormal functional connectivity in autism spectrum disorders during face processing. *Brain* 131 (Pt 4), 2008, 1000-1012.
- 57) Weisberg, J., et al. Social perception in autism spectrum disorders: impaired category selectivity for dynamic but not static images in ventral temporal cortex. *Cereb. Cortex* 24 (1), 2014, 37-48.
- 58) Schultz, R.T. Developmental deficits in social perception in autism: the role of the amygdala and fusiform face area. *Int. J. Dev. Neurosci.* 23 (2-3), 2005, 125-141.
- 59) Swartz, J.R., et al. Amygdala habituation and prefrontal functional connectivity in youth with autism spectrum disorders. *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry* 52 (1), 2013, 84-93.
- 60) Tottenham, N., et al. Elevated amygdala response to faces and gaze aversion in autism spectrum disorder. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 9 (1), 2014, 106-117.
- 61) Bachevalier, J., Loveland, K.A. The orbitofrontal-amygdala circuit and self-regulation of social-emotional behavior in autism. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 30 (1), 2006, 97-117.
- 62) Sabbagh, M.A. Understanding orbitofrontal contributions to theory of mind reasoning: implications for autism. *Brain Cogn.* 55 (1), 2004, 209-219.

- 63) Sawa, T., et al. Dysfunction of orbitofrontal and dorsolateral prefrontal cortices in children and adolescents with high functioning pervasive developmental disorders. *Ann. Gen. Psychiatry* 12 (1), 2013, 31.
- 64) Gervais, H., et al. Abnormal cortical voice processing in autism. *Nat Neurosci* 7 (8), 2004, 801-802.
- 65) Voos, A.C., et al. Autistic traits are associated with diminished neural response to affective touch. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 8 (4), 2013, 378-386.
- 66) Williams, J.H.G., et al. Imitation, mirror neurons and autism. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 25 (4), 2001, 287-295.
- 67) Williams, J.H.G., et al. A systematic review of action imitation in autistic spectrum disorder. *J. Autism Dev. Disord.* 34 (3), 2004, 285-299.
- 68) Dijksterhuis, A., Bargh, J.A. The perception-behavior expressway: automatic effects of social perception on social behavior. *Adv. Exp. Soc. Psychol.* 33 (33), 2001, 1-40.
- 69) Monfardini, E., et al. Vicarious neural processing of outcomes during observational learning. *PLoS One* 8 (9), 2013.
- 70) Matelli, M., et al. Patterns of cytochrome-oxidase activity in the frontal agranular cortex of the macaque monkey. *Behav. Brain Res.* 18 (2), 1985, 125-136.
- 71) Keysers, C., Gazzola, V. Social neuroscience: mirror neurons recorded in humans. *Curr. Biol.* 20 (8), 2010, R353-R354.
- 72) Rizzolatti, G., et al. Mirror neurons and their clinical relevance. *Nat. Clin. Pract. Neurol.* 5 (1), 2009, 24-34.
- 73) Iacoboni, M., Dapretto, M. The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. *Nat. Rev. Neurosci.* 7 (12), 2006, 942-951.
- 74) Iacoboni, M., et al. Reafferent copies of imitated actions in the right superior temporal cortex. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 98 (24), 2001, 13995-13999.
- 75) Rizzolatti, G., et al. Cortical mechanisms underlying the organization of goal-directed actions and mirror neuronbased action understanding. *Physiol. Rev.* 94 (2), 2014, 655-706.
- 76) Ornitz, E.M., Ritvo, E.R. Perceptual inconstancy in early infantile autism. The syndrome of early infant autism and its variants including certain cases of childhood schizophrenia. *Arch. Gen. Psychiatry* 18 (1), 1968, 76-98.
- 77) Sevliver, M., Gillis, J.M. An examination of the state of imitation research in children with autism: issues of definition and methodology. *Res. Dev. Disabil.* 31 (5), 2010, 976-984.
- 78) Ingersoll, B. The social role of imitation in autism - implications for the treatment of imitation deficits. *Infants Young Child.* 21 (2), 2008, 107-119.
- 79) Rogers, S.J., et al. Imitation and pantomime in high-functioning adolescents with autism spectrum disorders. *Child Dev.* 67 (5), 1996, 2060-2073.
- 80) Stewart, H.J., et al. A specific deficit of imitation in autism spectrum disorder. *Autism Res.* 6 (6), 2013, 522-530.
- 81) Vanvuchelen, M., et al. Nature of motor imitation problems in school-aged boys with autism: a motor or a cognitive problem? *Autism* 11 (3), 2007, 225-240.

- 82) Young, G.S., et al. Imitation from 12 to 24 months in autism and typical development: a longitudinal Rasch analysis. *Dev. Psychol.* 47 (6), 2011, 1565–1578.
- 83) Bird, G., et al. Intact automatic imitation of human and robot actions in autism spectrum disorders. *Proc. R. Soc. B: Biol. Sci.* 274 (1628), 2007, 3027–3031.
- 84) Press, C., et al. Intact imitation of emotional facial actions in autism spectrum conditions. *Neuropsychologia* 48 (11), 2010, 3291–3297.
- 85) Vivanti, G., et al. Intact and impaired mechanisms of action understanding in autism. *Dev. Psychol.* 47 (3), 2011, 841–856.
- 86) Vivanti, G., et al. Mechanisms of imitation impairment in autism spectrum disorder. *J. Abnorm. Child Psychol.* 2014.
- 87) Prizant, B.M., Duchan, J.F. The functions of immediate echolalia in autistic children. *J. Speech Hear. Disord.* 46 (3), 1981, 241–249.
- 88) Dapretto, M., et al. Understanding emotions in others: mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders. *Nat. Neurosci.* 9 (1), 2006, 28–30.
- 89) Martineau, J., et al. Atypical activation of the mirror neuron system during perception of hand motion in autism. *Brain Res.* 1320, 2010, 168–175.
- 90) Oberman, L.M., Ramachandran, V.S. The simulating social mind: the role of the mirror neuron system and simulation in the social and communicative deficits of autism spectrum disorders. *Psychol. Bull.* 133 (2), 2007, 310–327.
- 91) Williams, J.H.G., et al. Neural mechanisms of imitation and ‘mirror neuron’ functioning in autistic spectrum disorder. *Neuropsychologia* 44 (4), 2006, 610–621.
- 92) Bernier, R., et al. EEG mu rhythm and imitation impairments in individuals with autism spectrum disorder. *Brain Cogn.* 64 (3), 2007, 228–237.
- 93) Oberman, L.M., et al. Developmental changes in mu suppression to observed and executed actions in autism spectrum disorders. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 8 (3), 2013, 300–304.
- 94) Bernier, R., et al. The role of imitation in the observed heterogeneity in EEG mu rhythm in autism and typical development. *Brain Cogn.* 82 (1), 2013, 69–75.
- 95) Dinstein, I., et al. Normal movement selectivity in autism. *Neuron* 66 (3), 2010, 461–469.
- 96) Fan, Y.T., et al. Unbroken mirror neurons in autism spectrum disorders. *J. Child Psychol. Psychiatry* 51 (9), 2010, 981–988.
- 97) Hamilton, A.F.D., et al. Imitation and action understanding in autistic spectrum disorders: how valid is the hypothesis of a deficit in the mirror neuron system? *Neuropsychologia* 45 (8), 2007, 1859–1868.
- 98) Hamilton, A.F.D. Reflecting on the mirror neuron system in autism: a systematic review of current theories. *Dev. Cogn. Neurosci.* 3, 2013, 91–105.
- 99) Frith, U. *Autism: Explaining the Enigma.* Basil Blackwell, Cambridge, MA, 1989.
- 100) Baillargeon, R., et al. False-belief understanding in infants. *Trends Cogn. Sci.* 14 (3), 2010, 110–118.
- 101) Blakemore, S.J., et al. Adolescent development of the neural circuitry for thinking about intentions. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 2 (2), 2007, 130–139.
- 102) Frith, C.D., Frith, U. The neural basis of mentalizing. *Neuron* 50 (4), 2006, 531–534.

- 103) Nichols, S., Stich, S.P. A cognitive theory of pretense. *Cognition* 74 (2), 2000, 115-147.
- 104) Nichols, S., Stich, S.P. *Mindreading: An Integrated Account of Pretence, Selfawareness, and Understanding Other Minds*. OUP, Oxford, 2003.
- 105) Lin, S.H., et al. Reflexively mindblind: using theory of mind to interpret behavior requires effortful attention. *J. Exp. Soc. Psychol.* 46 (3), 2010, 551-556.
- 106) Saxe, R. Uniquely human social cognition. *Curr. Opin. Neurobiol.* 16 (2), 2006, 235-239.
- 107) Hampton, A.N., et al. Neural correlates of mentalizingrelated computations during strategic interactions in humans. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 105 (18), 2008, 6741-6746.
- 108) Wan, C. Shared knowledge matters: culture as intersubjective representations. *Soc. Personal. Psychol. Compass* 6 (2), 2012, 109-125.
- 109) Castelli, F., et al. Autism, Asperger syndrome and brain mechanisms for the attribution of mental states to animated shapes. *Brain* 125 (Pt 8), 2002, 1839-1849.
- 110) Saxe, R., Kanwisher, N. People thinking about thinking people. The role of the temporo-parietal junction in "theory of mind". *Neuroimage* 19 (4), 2003, 1835-1842.
- 111) Vogeley, K., et al. Mind reading: neural mechanisms of theory of mind and self-perspective. *Neuroimage* 14 (1 Pt 1), 2001, 170-181.
- 112) Walter, H., et al. Understanding intentions in social interaction: the role of the anterior paracingulate cortex. *J. Cogn. Neurosci.* 16 (10), 2004, 1854-1863.
- 113) Wolf, I., et al. Neural correlates of social cognition in naturalistic settings: a model-free analysis approach. *Neuroimage* 49 (1), 2010, 894-904.
- 114) Amodio, D.M., Frith, C.D. Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition. *Nat. Rev. Neurosci.* 7 (4), 2006, 268-277.
- 115) Mar, R.A. The neural bases of social cognition and story comprehension. *Annu. Rev. Psychol.* 62, 2011, 103-134.
- 116) Behrens, T.E., et al. Associative learning of social value. *Nature* 456 (7219), 2008, 245-249.
- 117) Coricelli, G., Nagel, R. Neural correlates of depth of strategic reasoning in medial prefrontal cortex. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 106 (23), 2009, 9163-9168.
- 118) Lombardo, M.V., Baron-Cohen, S. Unraveling the paradox of the autistic self. *Wiley Interdiscip. Rev.: Cogn. Sci.* 1 (3), 2010, 393-403.
- 119) Mitchell, J.P., et al. Dissociable medial prefrontal contributions to judgments of similar and dissimilar others. *Neuron* 50 (4), 2006, 655-663.
- 120) Tamir, D.I., Mitchell, J.P. Neural correlates of anchoring-and-adjustment during mentalizing. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 107 (24), 2010, 10827-10832.
- 121) Ochsner, K.N., et al. Reflecting upon feelings: an fMRI study of neural systems supporting the attribution of emotion to self and other. *J. Cogn. Neurosci.* 16 (10), 2004, 1746-1772.
- 122) Silani, G., et al. Levels of emotional awareness and autism: an fMRI study. *Soc. Neurosci.* 3 (2), 2008, 97-112.
- 123) Nicolle, A., et al. An agent independent axis for executed and modeled choice in medial prefrontal cortex. *Neuron* 75 (6), 2013, 1114-1121.
- 124) Carter, R.M., et al. A distinct role of the temporal-parietal junction in predicting socially guided decisions. *Science* 337 (6090), 2012, 109-111.

- 125) Takahashi, H., et al. Different impressions of other agents obtained through social interaction uniquely modulate dorsal and ventral pathway activities in the social human brain. *Cortex* 58, 2014, 289–300.
- 126) Bonner, M.F., Price, A.R. Where is the anterior temporal lobe and what does it do? *J. Neurosci.* 33 (10), 2013, 4213–4215.
- 127) den Ouden, H.E.M., et al. Thinking about intentions. *Neuroimage* 28 (4), 2005, 787–796.
- 128) Dufour, N., et al. Similar brain activation during false belief tasks in a large sample of adults with and without autism. *PLoS One* 8 (9), 2013, e75468.
- 129) Walter, H., et al. Effects of a genome-wide supported psychosis risk variant on neural activation during a theory-of-mind task. *Mol. Psychiatry* 16 (4), 2011, 462–470.
- 130) Adolphs, R., et al. A mechanism for impaired fear recognition after amygdala damage. *Nature* 433 (7021), 2005, 68–72.
- 131) Barch, D.M., et al. Function in the human connectome: task-fMRI and individual differences in behavior. *Neuroimage* 80, 2013, 169–189.
- 132) Gobbini, M.I., et al. Two takes on the social brain: a comparison of theory of mind tasks. *J. Cogn. Neurosci.* 19 (11), 2007, 1803–1814.
- 133) Vanderwal, T., et al. Self, mother and abstract other: an fMRI study of reflective social processing. *Neuroimage* 41 (4), 2008, 1437–1446.
- 134) Saxe, R., et al. Brain regions for perceiving and reasoning about other people in school-aged children. *Child Dev.* 80 (4), 2009, 1197–1209.
- 135) Mars, R.B., et al. Connectivity-based subdivisions of the human right “temporoparietal junction area”: evidence for different areas participating in different cortical networks. *Cereb. Cortex* 22 (8), 2012, 1894–1903.
- 136) Happé, F., et al. ‘Theory of mind’ in the brain. Evidence from a PET scan study of Asperger syndrome. *Neuroreport* 8 (1), 1996, 197–201.
- 137) Lombardo, M.V., et al. Specialization of right temporo-parietal junction for mentalizing and its relation to social impairments in autism. *Neuroimage* 56 (3), 2011, 1832–1838.
- 138) Koster-Hale, J., et al. Decoding moral judgments from neural representations of intentions. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 110 (14), 2013, 5648–5653.
- 139) Baron-Cohen, S., et al. Social intelligence in the normal and autistic brain: an fMRI study. *Eur. J. Neurosci.* 11 (6), 1999, 1891–1898.
- 140) Kliemann, D., et al. The role of the amygdala in atypical gaze on emotional faces in autism spectrum disorders. *J. Neurosci.* 32 (28), 2012, 9469–9476.
- 141) Pelphrey, K.A., et al. Research review: constraining heterogeneity: the social brain and its development in autism spectrum disorder. *J. Child Psychol. Psychiatry* 52 (6), 2011, 631–644.
- 142) Perlman, S.B., et al. Experimental manipulation of face-evoked activity in the fusiform gyrus of individuals with autism. *Soc. Neurosci.* 6 (1), 2011, 22–30.
- 143) Hagan, C.C., et al. MEG demonstrates a supra-additive response to facial and vocal emotion in the right superior temporal sulcus. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 106 (47), 2009, 20010–20015.
- 144) Hagan, C.C., et al. Involvement of right STS in audio-visual integration for affective speech demonstrated using MEG. *PLoS One* 8 (8), 2013, 1–12.

- 145) Hocking, J., Price, C.J. The role of the posterior superior temporal sulcus in audiovisual processing. *Cereb. Cortex* 18 (10), 2008, 2439-2449.
- 146) Ethofer, T., et al. Cerebral pathways in processing of affective prosody: a dynamic causal modeling study. *Neuroimage* 30 (2), 2006, 580-587.
- 147) Corbetta, M., et al. The reorienting system of the human brain: from environment to theory of mind. *Neuron* 58 (3), 2008, 306-324.
- 148) Schurz, M., et al. Fractionating theory of mind: a meta-analysis of functional brain imaging studies. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 42, 2014, 9-34.
- 149) Yarkoni, T., et al. Large-scale automated synthesis of human functional neuroimaging data. *Nat. Methods* 8 (8), 2011, 665-670.
- 150) Jack, A., Pelphrey, K.A. Neural correlates of animacy attribution include neocerebellum in healthy adults. *Cereb. Cortex*, 2014.
- 151) Apperly, I.A., Butterfill, S.A. Do humans have two systems to track beliefs and belief-like states? *Psychol. Rev.* 116 (4), 2009, 953-970.
- 152) Spunt, R.P., Lieberman, M.D. The busy social brain: evidence for automaticity and control in the neural systems supporting social cognition and action understanding. *Psychol. Sci.* 24 (1), 2013, 80-86.
- 153) Hillebrandt, H., et al. Effective connectivity during animacy perception - dynamic causal modelling of Human Connectome Project data. *Sci. Rep.* 4, 2014, 6240.
- 154) Koster-Hale, J., Saxe, R. Theory of mind: a neural prediction problem. *Neuron* 79 (5), 2013, 836-848.
- 155) Sinha, P., et al. Autism as a disorder of prediction. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 111 (42), 2014, 15220-15225.
- 156) Kilner, J.M., et al. Predictive coding: an account of the mirror neuron system. *Cogn. Process.* 8 (3), 2007, 159-166.
- 157) Nakano, T., et al. Deficit in visual temporal integration in autism spectrum disorders. *Proc. Biol. Sci.* 277 (1684), 2010, 1027-1030.
- 158) Stevenson, R.A., et al. Multisensory temporal integration in autism spectrum disorders. *J. Neurosci.* 34 (3), 2014, 691-697.
- 159) Allman, M.J., et al. Developmental neuroscience of time and number: implications for autism and other neurodevelopmental disabilities. *Front. Integr. Neurosci.* 6, 2011, 7.
- 160) Schubotz, R.I., et al. Time perception and motor timing: a common cortical and subcortical basis revealed by fMRI. *Neuroimage* 11 (1), 2000, 1-12.
- 161) Ventola, P., et al. Heterogeneity of neural mechanisms of response to Pivotal Response Treatment. *Brain Imaging Behav.*, 9 (1), 2015, 74-88.