

博士論文

自閉スペクトラム症者の発話意図理解における文脈的情報処理のメカニズム：

話者と聞き手の関係性が発言の解釈に与える影響に関する認知神経科学的検討

東北大学大学院 医学系研究科 医科学専攻

加齢医学研究所 脳科学部門 応用脳科学研究分野

小林 亜紀子

# 目次

1. 要約 .....	1
2. 研究背景 .....	4
2.1. 自閉スペクトラム症(ASD).....	4
2.2. ASD 児者における会話中の発言の意図を理解することの困難 .....	8
2.2.1. 発話意図理解における文脈的情報の役割 .....	9
2.2.2. 発話意図理解において重要な文脈的情報：話者と聞き手の関係性 .....	12
2.2.3. ASD 者の発話意図理解における社会的手掛かり (Social cue)の効果 .....	18
3. 研究目的 .....	21
4. 研究方法 .....	23
4.1. 被験者 .....	23
4.2. 心理実験課題 .....	25
4.3. 実験手続き .....	27
4.4. 脳画像収集 .....	28
4.6. 脳画像解析 .....	30
4.6.1. 一般線形モデルによる認知科学的差分法 .....	30
4.6.2. 一般化心理生理相互作用解析による課題時の機能的結合解析 .....	31
4.7. 統計検定 .....	33
4.7.1. 課題成績 .....	33
4.7.2. 脳画像解析 .....	34
4.7.2.1. 認知科学的差分法 .....	34
4.7.2.2. 課題時の機能的結合 .....	34
5. 結果 .....	36
5.1. 課題成績の解析結果 .....	36
5.1.1. 反応時間 .....	36
5.1.2. 正答率 .....	36
5.2. 脳画像解析結果 .....	37
5.2.1. 認知科学的差分法による解析結果 .....	37
5.2.1.1. 話者と聞き手の関係性から発言の意図を理解するときの脳活動 .....	37
5.2.1.2. 脳活動の群間比較 .....	38
5.2.2. 課題時の機能的結合に関する解析結果 .....	39
6. 考察 .....	40
6.1. 課題成績について .....	40
6.2. 脳画像解析結果について .....	43
6.2.1. 認知的差分法による脳画像解析結果 .....	43
6.2.1.1. ASD・健常群に共通の文脈的情報処理に関連する神経基盤 .....	43
6.2.1.2. 文脈的情報処理に関わる脳活動の群間差：後部帯状回 .....	44

6.3.	限界点 .....	53
6.4.	本研究の意義 .....	54
7.	結論 .....	57
8.	参考文献 .....	61
9.	図 .....	76
9.1.	図 1 .....	76
9.2.	図 2 .....	77
9.3.	図 3 .....	78
9.4.	図 4 .....	79
9.5.	図 5 .....	80
9.6.	図 6 .....	81
9.7.	図 7 .....	82
9.8.	図 8 .....	83
10.	表 .....	84
10.1.	表 1 .....	84
10.2.	表 2 .....	85
10.3.	表 3 .....	86

## 1. 要約

自閉スペクトラム症(Autism Spectrum Disorder; ASD)は、社会的コミュニケーションの障害と限局的な興味や強いこだわりを特徴とする神経発達障害であり、他者の意図を理解することにおける困難は ASD の主な特徴の一つである。

対人場面において、相手の意図が直接的に、明示的な言葉で伝えられない場面は多々存在する。発言者の真の意図を読み取るためには、言語的情報の処理に加え、関連する文脈的情報の処理が求められる。発言の意図を理解することのメカニズムに関する認知神経科学研究のほとんどは言語的情報の処理に重点を置き、文脈的情報を最小化することによって実験系を統制してきた。しかし、文脈的情報が極端に最小化された生態学的妥当性の低い実験課題では、ASD 者が直面する困難が再現されず、実際的なメカニズムを捉えることができない可能性が指摘されている。

本研究では、現実の対人場面において、発言の意図を理解するための重要な文脈的情報である『話者と聞き手の関係性』の効果に着目した。話者と聞き手の関係性といった社会的情報は、早い段階で言語的情報の処理に統合され、話者の態度を明らかにするなど、発言の意図理解を助ける重要な文脈的情報の一つである。本研究の目的は、機能的磁気共鳴画像法(functional Magnetic Resonance Imaging; fMRI)により、『話者と聞き手の関係性』という文脈的情報を用いて話者の意図を

推測し、理解しようとするときの神経基盤を明らかにし、この文脈的情報処理における ASD 者の特性を明らかにすることであった。

本研究は、東北大学と福井大学の共同研究として実施した。本研究では、先行研究をもとに独自に作成した心理実験課題を用いた。被験者は、福井大学病院で専門医による診断を受けた ASD 者 21 名(男性 17 名、女性 4 名：18-41 才)と、年齢、性別、言語性知能を統制した健常者 20 名(男性 16 名、女性 4 名：18-44 才)の合計 41 名を対象とした。福井大学高エネルギー医学研究センターが所有する PET/MR を用いて課題時の脳活動を計測し、健常・ASD 者間で脳活動を比較するとともに、課題時の機能的結合について検討した。

課題成績を解析した結果、ASD 者は、チャンスレベルよりも高い精度で話者と聞き手の関係性に基づいて発言の意図を理解できることが明らかになったが、反応時間の解析結果、ASD 者は、健常者とは異なる処理を行っていることが示唆された。脳画像を解析した結果、内側前頭前皮質や下前頭回など、文章による物語理解課題を遂行するための基本的な言語処理に関わる脳領域が、両群に共通して用いられていることが明らかになった。さらに、後部帯状回の活動に有意な群間差が認められ、健常者は後部帯状回を不活性化させていた一方で、ASD 者は、同領域を活性化していることが明らかになった。この結果は、発言の意図を理解するための基盤となる言語プロセスは両群に共通するが、健常者は話者と聞き手の関係性という文脈的情報を記憶として保持し、参照しながら課題を遂行していた

のに対し、ASD 者は課題中に文脈的情報として与えられた話者と聞き手に関する社会的情報と自身の知識や経験を組み合わせて各シナリオの状況を理解するためのモデルを構築し、この状況モデルに基づいて発言の意図を理解しようとしていたことを示唆する。有意な群間差が認められた後部帯状回をシードとして実施した課題時の機能的結合解析の結果、有意な群間差は認められなかった。

本研究は、『話者と聞き手の関係性』という文脈的情報に基づいて発言の意図を理解しようとする際、ASD 者と健常者が異なる脳システムを用いていることを世界で初めて明らかにした。また、文脈的情報処理という観点から、現実の対人場面で ASD 者が直面する困難のメカニズムを理解するための新たな神経科学的知見を提供するものとして意義を有する。

## 2. 研究背景

### 2.1. 自閉スペクトラム症(ASD)

自閉スペクトラム症(ASD)は、2013年に改訂されたアメリカ精神医学会(American Psychiatric Association; APA)が作成する精神障害の診断・統計マニュアル第5版(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5<sup>th</sup> edition; DSM-5)において、社会的相互作用・社会的コミュニケーションの障害と、行動・関心・活動における固定的・反復的パターンによって定義される神経発達障害の一つである<sup>1</sup>。ASDは、通常とは異なる脳の発達に起因すると考えられているが、その原因は解明されておらず、検査法や治療法は確立されていない。DSMにおけるASDの診断基準は今もなお行動の水準に依拠しており、各項目を満たしているかどうかの判断基準が曖昧なため、DSM-5の基準だけでASDを診断するには不十分であると考えられている<sup>2</sup>。桑原(2013)は、他者との相互反応における異質さ、言語・コミュニケーションの障害、限局的な興味や常同的・反復的行動の3つの特徴がそろった典型的なASDの診断は比較的容易であるが、このような典型例に当てはまらない非典型例の何をもつてASDと診断するかは、専門家の間でも意見が一致しないケースが少なくないことを指摘している<sup>3</sup>。

アメリカ疾病管理予防センター(Centers for Control Disease and Prevention; CDC)の疫学統計によると、2000年時点で150人に1人と推定されていたASD

の罹患率は2014年時点で59人に1人と推定されており、増加の一途をたどっている。この罹患者数の増加の原因が、ASD罹患者が実際に増加したことを反映しているのか、ASDと認識される数が増えたことによるものなのかについては結論が出ていない。さらに最近では、小児期に診断されなかったものの、成人期を迎え、社会人として生活を営む中で生じる他者との関わりづらさをきっかけに発覚する『大人の発達障害』が増加しており、関心を集めている<sup>4</sup>。ASD罹患者数の増加とASDに対する関心の高まりから、以前にも増して専門家の対応が求められるようになったが、ASDの診断には上述のような複数の問題点が存在し、十分な診療が行われているとは言い難いのが現状である。

ASDは、DSM-5以前の診断基準において、カナー型自閉症やアスペルガー症候群、小児期崩壊性障害、特定不能の広汎性発達障害(Pervasive Developmental Disorder–Not Otherwise Specified; PDD-NOS)などと区別されてきたものの総称である。複数回に及ぶ診断基準の改定に見られるように、ASDの疾患概念は時代とともに変遷を続けてきた<sup>5</sup>。ASDに関する最初の記述は、1943年にアメリカの精神科医であるKannerが著した『Autistic disturbances of affective contact』にある<sup>6</sup>。Kannerは、11名の児童の行動について詳細に観察・分析し、彼らが優れた機械的記憶や外的刺激に対する過敏性、限局的な興味や行動、遅延性エコラリア(反響言語)といった様々な特徴を示すことを指



摘し、中でも、『極端な孤立』と『同一性への強迫的固執』の二つの特性が ASD の本質的な障害であると述べた<sup>7</sup>。Kanner(1943)は、ASD 児の詳細な観察とその分析に基づく記述が大部分を占める。Kanner の観察は ASD 児だけでなく、その養育者にも及び、Kanner (1943)には、ASD 児の親はあたたかい心を持っていないなどと記述された。ASD 児の養育者に関する Kanner の報告は、ASD は不適切な養育環境に起因するという心因説<sup>8</sup>へとつながり、ASD 心因説は、その後の疫学調査で否定されるまで ASD の有力な原因論として支持され続けた。ASD の原因に関する議論は、イギリスの児童精神科医である Rutter が 1967 年に脳器質障害による先天的な言語障害とする説を提唱したことによって大きく変化した<sup>9</sup>。ASD の心因説が、ASD は、養育環境などの要因によって後天的に発症すると述べたのに対し、Rutter(1967)は、先天的な脳器質障害に起因する言語や認知に関わる脳機能障害が ASD の一次的な障害であり、Kanner(1943)に記述された ASD の行動的な異常は二次的なものであると論じた<sup>10</sup>。Rutter(1967)の言語・認知障害説は、その後の大規模な疫学調査において ASD の特徴を有しない言語障害児の存在が指摘されたことによって否定された<sup>11</sup>。しかしながら、ASD が先天的な脳の器質障害に起因するという Rutter の仮説はその後も否定されることはなく、Hobson (1989)の感情認知障害説<sup>12</sup>や、Baron-Cohen et al. (1985)の心の理論障害説<sup>13</sup>などの説に展開されることとなる。Hobson の感情認知障害説は、ASD の一次的障害を、生物学的に

賦与された、他者との情動的な結びつきを形成する能力が障害されていることにあると論じた。一方 Baron-Cohen らの心の理論障害説は、ASD は『心の理論』が欠損した状態にあり、『心の理論』の欠如が ASD の行動の異常に寄与すると論じた。『心の理論』とは、他者の感情や意図といった心の状態を類推し、理解する能力を指す<sup>14</sup>。私たちは、ある特定のものについて、単なる『物』とは異なる、心をもつ存在として理解している。この“心をもつ存在者”の行動を、心の状態に基づいて理解し、予測することができるとき、『心の理論をもつ』と表現される<sup>15</sup>。心の理論障害仮説は、ある出来事を見た人と見ていない人の思考の差を検出する誤信念課題や、無意識、あるいは無自覚に他者にネガティブな感情を抱かせるような発言について、『気まずさ』を検出する社会的失言(Faux Pas)検出課題などの課題を用いて検討され、高い知能を有する ASD 児者であっても誤信念や失言の検出に失敗することが報告されている<sup>16,17</sup>。Frith et al. (1999)は、他者の心の状態を類推するという認知プロセスについて、簡潔に **Mentalizing** と記述した<sup>18</sup>。しかしながら、感情認知障害説や心の理論障害説についても、後の疫学調査において、これらの理論では説明することができない ASD 児者の存在が指摘され、原因論としては不十分と考えられている<sup>19</sup>。その後も ASD の原因を実行機能の障害<sup>20</sup>や、他者と関わろうとする動機の欠如<sup>21</sup>等によって説明しようとする複数の脳機能局在論的な仮説が提唱されているが、現在に至るまで一致した見解には至ってい

ない。

上述の ASD の原因を理論的に説明しようとする検討に加え、ASD の脳器質障害仮説に基づき、ASD 者が示す特異的な行動一つ一つの基盤となる神経メカニズムを明らかにしようとする検討が現在に至るまで数多く行われてきた。ASD 者の優れた機械的記憶<sup>22</sup>や高い視空間認知能力<sup>23</sup>、表情の認知における障害<sup>24</sup>や人の顔や視線の動きといった社会的刺激に対する注意の障害<sup>25</sup>などがその代表的な例として挙げられる。神経イメージング技術の発達とともに認知神経科学研究は急激な発展を遂げたが、これに付随して ASD の非定型的な行動を理解するための神経科学的知見が積み重ねられつつある。

## 2.2. ASD 児者における会話中の発言の意図を理解することの困難

会話は、社会生活を営むうえで不可欠なコミュニケーション手段である。ASD 者の言語コミュニケーションにおける異常は Kanner(1943)でも指摘されており、1980 年頃からは ASD を言語の社会的使用の異常の障害として特徴づけようとする試みがなされてきた<sup>26</sup>。イギリスの発達認知神経科学者である Baron-Cohen は、語用論的言語障害は、すべての ASD 児者に認められるコミュニケーションの障害であると述べた<sup>27</sup>。語用論とは、具体的なコミュニケーション場面においてどのように言葉が用いられるか、言語の社会的使用について検討する研究領域である<sup>28</sup>。知的発達や言語の発達に遅れが見られ

ず、むしろ高い知的能力や言語能力を持つ ASD 者においても、この語用における異質さは、養育者等から数多く報告されてきた<sup>29</sup>。ASD 児者は、暗黙的に伝えられる意図よりも、発言の字義的な意味をそのまま話者の意図としてとらえてしまう傾向が多く認められ、相手の発言の意図を適切に理解することに困難を示すことが指摘されている<sup>30</sup>。これまでも神経イメージングを用いた検討が複数行われてきたが、具体的に脳のどの領域のどのような異常が ASD 者の発話意図理解の困難に寄与しているのか、一致した見解は得られていない<sup>31</sup>。

### 2.2.1. 発話意図理解における文脈的情報の役割

日常のコミュニケーションにおいて、意図を伝えるために明示的な言葉が用いられない場面は多々存在する。皮肉や冗談、比喩、間接依頼などが会話の中でよく用いられる表現の例として挙げられるが、これらの表現は、発言者が発する言葉の字義的な意味と、発言者が伝えようとする意図が一致しない。それゆえ、言葉の字義的な意味を理解しただけでは、発言者の意図を適切に読み取ることは難しい。これらの表現に話者が込めた真の意図を読み取るためには、表情や視線、声のトーンといった、話者が発する言外の情報を用い、総合的に推測する必要がある<sup>32</sup>。Sperber and Wilson (1986)は語用論における『関連性理論 (the relevance theory)』を提唱

し、発言の意図を理解するためには、発言の字義的な意味の理解に加え、関連する文脈的情報を用いた総合的な推測、すなわち、言語的情報と文脈的情報の適切な処理が必要であると論じた<sup>33</sup>。文脈的情報とは、物事を認知する際の背景となりうる情報を指し、情報を取り入れる段階からそれら进行处理し、意味を理解し、行動するまでの様々なレベルで我々のあらゆる認知プロセスに影響を与える。文脈的情報は、無関係な情報を無視したり、関係性の高い情報に注意を向けたり、あいまいな情報の理解を助けるなどの効果により、効率的なコミュニケーションの実現に寄与する<sup>34,35</sup>。健常者は、発達に伴い、文脈的情報を用いた総合的な推測に重点を置くようになる<sup>36-38</sup>。一方 ASD 者は、文脈的情報を用いて総合的に推測し、全体的な意味を捉えることに失敗し<sup>39-42</sup>、皮肉や冗談といった、発言の字義的な意味以外の情報を用いて総合的に推測を求めるような、非字義的表現の理解に困難を示す<sup>41</sup>。ASD 者の文脈的情報処理における困難に関しては、いくつかの仮説が提唱されている。Palmer et al. (2006)や Vermeulen (2015)は、ASD 児者にみられる他者の意図を理解することの障害は、“文脈感受性”が低い、あるいは欠如した状態にあることがその原因の一つであると述べた<sup>43,44</sup>。文脈感受性とは、文脈的情報と発言の違和感を検出する能力を指す。例えば皮肉は、テストで悪い点を取ったというのネガティブな出来事に対し、『よくがんばって勉強したね』などのポジティブな言

葉を用いることにより、間接的に批判的な意図を伝える表現である。テストで悪い点をとったという“ネガティブな出来事”という文脈において“ポジティブな言葉”が用いられることの違和感を検出し、その違和感を解消するために全体的な意味を捉えようとすることによって、その発言に込められた真の意図を推測することが可能になる。Palmer et al. (2006)や Vermeulen (2015)は、ASD 児者は、この違和感を検出する能力が低い、あるいは欠損している状態にあると述べたのである。Happé and Frith (2006)は、『弱い全体統合仮説(Weak Central Coherence)』を提唱した<sup>42</sup>。全体統合とは、入ってくる情報を、細部を犠牲にしても、より高次の意味に向けて統合し、全体的な意味をとらえようとする処理機構を指す。Happé らの仮説によれば、ASD 者は全体統合が弱く、細部に注目しようとする特異的な認知傾向を持つ。弱い全体統合仮説に基づき、Happé らは、ASD 児者に見られる他者の意図を理解することの困難は、文脈処理機能が障害されているというよりもむしろ、細部に注目しようとする特異的な認知傾向に起因すると述べた<sup>42</sup>。弱い全体統合仮説によれば、例えば皮肉などの例では、ASD 者は、発言の字義的意味だけに注意が向いてしまうために、全体的な意味を捉えることに失敗してしまう。Palmer et al. (2014)や Vermeulen (2015)、Happé and Frith (2006)が提唱した仮説に基づく発話意図理解に関する認知神経科学研究は見当たらず、発話意図理解の文脈的情

報処理に関する ASD の特異性の基盤となる脳システムについては明らかにされていない部分が多い。

### 2.2.2. 発話意図理解において重要な文脈的情報：話者と聞き手の関係性

Pexman (2005)は、発言の意図を理解するために重要な文脈的情報として、非言語的手掛かり(Non-verbal cue)と、社会的手掛かり(Social cue)を挙げた<sup>45</sup>。非言語的手掛かりとは、話者が発する言葉の意味以外の情報、すなわち、発言者の表情や視線、ジェスチャー、声のトーンなどの社会的シグナルを指す。一方、社会的手掛かりとは、話者と聞き手の関係性、話者の性別や職業、性格といった、話者と聞き手の社会的背景を指す。これらの二種類の手掛かりは、発言の意図を理解するための重要な文脈的情報であるが、これまでに行われてきた発話意図理解に関する先行研究の多くは、非言語的情報が発話意図理解に与える影響について検討したものであった。

例えば Wang et al. (2006)は、皮肉検出課題を題材に、声のトーンと、話者と聞き手に起きた出来事を文脈的情報として与えた場合の発話意図理解のメカニズムについて、7-17 才の ASD 児と健常児を対象に検討した<sup>46</sup>。Wang らは、声のトーンのみ、文脈的情報のみ、声のトーンと文脈的情報の両方が手掛かりとして与えられる場合の 3 つのタイプのシナリオを用

意し、fMRI を用いて ASD 児と健常児の脳活動を比較した。Wang et al. (2006)における文脈的情報とは、シナリオ中の登場人物たちに起きた出来事に関する詳細な情報を指す。シナリオはすべて音声刺激によって提示された。例えば、テストを返却されたキャラクター(聞き手)に対し、その点数を見たもう一方のキャラクター(話者)が『よくやった!』と言った、というシナリオが用いられた。声のトーンが手掛かりとして与えられるタイプのシナリオでは、テストの結果が具体的によかったのか(悪かったのか)については言及されず、皮肉的な意図があったかどうか、声のトーンを手掛かりに推測することが求められる。このタイプのシナリオでは、提示される情報だけでは皮肉かどうか判断することができないため、声のトーンから話者の意図を推測する必要がある。文脈的情報が手掛かりとして与えられるタイプのシナリオでは、具体的にテストの結果が良かったかどうかという情報が手掛かりとして与えられた。例えば、テストで最低点を取ったキャラクター(聞き手)に対し、もう一方のキャラクター(発言者)が『よくやった!』と言った、というシナリオが用いられた。このタイプのシナリオは皮肉的に聞こえるようなトーンの音声は用いられないが、シナリオ中の出来事を考慮すれば皮肉を検出することが可能である。

Wang らの課題の中では、課題中のキャラクターが親しい友人同士であ



ったのか、教師と生徒だったのかななどの社会的背景は含まれていない。結果、Wang らは、全条件を通して両群ともに高い正答率を示したものの、文脈的情報のみが手掛かりとして与えられるタイプと、声のトーンと文脈的情報の両方が手掛かりとして与えられるタイプの 2 つのタイプのシナリオにおいて、ASD 児の正答率は、健常児よりも有意に低かったことを報告した。この結果について、Wang らは、先行研究のなかで、ASD 者が発言の意図を理解するために複数の情報を統合することに困難を示すことが指摘されていることに言及し、Wang らの課題においても同様に、ASD 児の情報統合における困難が課題成績に影響したと考察した。また、文脈的情報のみが手掛かりとして与えられるタイプのシナリオでは下前頭回や上側頭溝の活動が、声のトーンのみが手掛かりとして与えられるタイプのシナリオでは上側頭溝や側頭極の活動が、文脈的情報と声のトーンが手掛かりとして与えられるタイプのシナリオでは下前頭回の活動が、健常児よりも ASD 児の方が有意に大きかったことを報告した。これらの結果について Wang らは、課題成績を解析した結果、文脈的情報を用いる 2 つのタイプのシナリオにおいて、ASD 児の成績が健常児よりも有意に低かったことから、課題の難しさによって関連する脳領域の活動が増大したことを報告した先行研究の知見に言及し、ASD 児は、発言者の意図を読み取るために文脈的情報を統合することが困難であり、ASD 児

におけるこれらの領域の賦活の増大は、文脈的情報を考慮して推測することの困難を反映していると考察した。

上述の通り、Wangらは、課題中の登場人物の社会的背景を実験課題の中から消去することによって単純化した場面設定を用いた。多くの心理学的、認知神経科学的検討では、実験系を統制するため、Wang et al. (2006)のように課題中の登場人物の社会的背景を捨象して場面を単純化してきた。しかしながら、現実場面と比較して極端に単純化された実験系では、ASD児者が現実直面する、他者とのコミュニケーションにおける困難を再現できない可能性が指摘されている<sup>47</sup>。つまり、先行研究で明らかにされてきた心理実験課題中のASD者の特異的な脳活動は、対人場面で実際にASD者が直面する困難に寄与する脳活動ではなく、ASD者が心理実験課題を解くためだけに用いた課題特異的な認知ストラテジーを反映している可能性がある。

発話意図理解において重要な文脈的情報である社会的手掛かりの中でも、話者と聞き手の関係性は、会話の中で用いられる表現の選択において重要な役割を果たしている。Brown and Levinson (1987)が提唱した『ポライトネス理論』によれば、コミュニケーションで用いられる表現は、話者と聞き手の関係性によって調節される<sup>48</sup>。ポライトネス理論における『ポライトネス』とは、本来の『丁寧さ』や『礼儀正しさ』などの意味とは異

なり、『相手が自分に対して抱く印象を良好)に保つための言語的配慮』を意味する。例えば上司など、自分よりも立場が上の人物と会話をする場合には敬語を使うなど、丁寧な言葉を用いる方が適切といえる。しかしながら、常に敬語などの丁寧な言葉を用いることが適切な配慮とは限らない。親しい友人とプライベートな話をするときに敬語を使つては、相手に居心地の悪さを感じさせてしまう。このような言語表現の調節は言語的配慮と呼ばれ、他者との良好な関係性を維持するためのコミュニケーション戦略の1つと考えられている<sup>49</sup>。この理論の鍵となるのが、『フェイス』という概念である。ポライトネス理論における『フェイス』も、本来の『顔』という意味とは異なり、『公の中の望ましい自己イメージ』を意味する。この『フェイス』を守ることは人間の基本的欲求とされ、この欲求には、『ポジティブ・フェイス』と『ネガティブ・フェイス』の二種類が存在する。前者は他者に受け入れてもらいたい、理解してもらいたい、好かれたい、称賛されたいなど、望ましい自己像を維持する欲求を指し、後者は他者に立ち入らないで欲しい、距離を保ちたいなど、個人の領域を維持する欲求を指す<sup>49</sup>。Brownらは、他者とのコミュニケーションには、常に相手の『フェイス』を侵害する行為(Face Threatening Act; FTA)が含まれ、これを緩和・軽減するために、何らかの方策が必要であると述べた。Brownらによれば、FTAは下記の式(\*)で算出される。Brownらが提唱した式(\*)

に見られるように、『フェイス』が侵害される程度は話者と聞き手の親密性やパワーバランスなど、関係性に依存する。

$$W_x = D(S, H) + P(S, H) + R_x \quad \dots *$$

$W_x$  : ある行為(x)が相手の『フェイス』を脅かす度合い

$D(S, H)$  : 話者(Speaker; S)と聞き手(Hearer; H)の社会的距離(親密さ)

$P(S, H)$  : 話者(S)と聞き手(H)の相対的権力(パワーバランス)

$R_x$  : 特定の文化における行為(x)のリスク

宇佐美(2002)は、『ポライトネス理論』が斬新である理由は、『ポジティブ・フェイス』を規定した点にあると指摘した<sup>49</sup>。多少攻撃的な表現であったとしても、親しい間柄であれば、冗談やからかいとして親密さを伝え、場を和ませるなど、相手に居心地の良さを感じさせることがある。仲間うちの言葉の使用することで、相手との仲間意識を表現し、互いに共有することができる。言語として丁寧な表現でなかったとしても、相手との良好な関係性を保つための言語ストラテジーとして機能するのである。逆に、敬語仕様の原則を守ることは、互いの領域を侵害しないことを意味し、『ネガティブ・フェイス』を守るためのストラテジーとして機能する。

話者と聞き手の関係性が発言の解釈に影響を与える現象は、語用論に関する先行研究でも繰り返し報告されてきた<sup>50-53</sup>。秋元と宮沢(2011)は、

皮肉検出課題を用い、話者と聞き手の関係性によって発話、特に、皮肉の受け取り方が異なることを明らかにした<sup>54</sup>。親しい友人から皮肉を言われた場合には、その発言を冗談のように受け取り、聞き手が発言から感じるネガティブさが弱い一方で、親しくない知人から同じ皮肉を言われた場合、強い批判として受け取り、発言から感じるネガティブさが強いことを明らかにした。話者と聞き手に関する情報は、言語的情報処理のごく初期に統合され、話者が聞き手に示そうとしている態度を明らかにするなど効果により、意図理解を促進する<sup>55</sup>。これらの知見からも、話者と聞き手の関係性は、発言に込められた話者の意図を理解するための重要な文脈的情報であり、効率的なコミュニケーションを実現するために重要な役割を果たしていると考えられる。

### 2.2.3. ASD 者の発話意図理解における社会的手掛かり (Social cue) の効果

話者と聞き手の関係性という文脈的情報が ASD 者の発話意図理解に及ぼす影響について直接的に検討した研究は見当たらず、その効果については明らかにされていない部分が多い。話者と聞き手の関係性と同様に、発言の意図理解を促進する社会的手掛かりの一つである、話者の職業に関する検討がなされている。話者の職業は、話者の性別や民族と同様に Social Stereotype (社会的固定観念) と呼ばれ、重要な社会的手掛かりの一つ

であり<sup>45</sup>、発話意図理解を促進することが明らかにされてきた<sup>55,56</sup>。Katz and Pexman (1997)は、“Children are precious gems (子どもは宝である)” という発言が、発言したのが司祭であれば、“Children are to be valued (子どもは大切にすべきである)” という意味の発言であったと解釈できるのに対し、発言したのがコメディアンであったとしたら “Children misbehave and need vigorous correction (子どもは無作法であり、積極的に正すべきである)” という皮肉(嫌味)のような発言であったと解釈できるという例を挙げ、発言の解釈に影響を与える話者の特徴として『職業』に着目し、健常大学生を対象に検討した結果、複数の職業が発言の解釈に影響を与えることを明らかにした<sup>57</sup>。Zalla et al. (2014)は、ASD 者と健常者を対象に、皮肉検出課題を用い、Katz and Pexman (1997)の結果から皮肉的な発言をする可能性が高いと考えられる職業(芸人、トークショーの司会、女優、芸術家、整備工、配管工、保険の営業)と、その可能性が低いと考えられる職業(会計士、牧師、科学者、司書、ウェイター、銀行員、獣医)が発話意図を検出するための社会的な手掛かりとして利用可能な場合、正確に皮肉を検出できるかどうか検討した<sup>58</sup>。また、課題中の発言が各場面でどのように受け取られたか、皮肉(ironic)/嘲り(mocking)/礼儀正しさ(polite)の3つスケールについて7段階で評価させた。結果、Zalla らは、ASD・健常群ともに高い正答率を示したものの、健常群においてのみ、話者の職業が

皮肉検出のための社会的な手掛かりとして与えられた場合の方が皮肉検出精度が高くなった一方で、ASD 者にはそのような効果が認められなかったことを報告した。さらに、ASD 者には皮肉的な発言の受け取り方が話者の職業によって変化するという傾向は認められず、Zalla らは、話者と聞き手に関する社会的な情報は、ASD 者の発話意図理解にほとんど影響を与えていないと考察した。しかしながら、社会的な手掛かりが発話意図理解に与える影響について検討した神経イメージングを用いた検討は見当たらず、ASD 者が社会的な手掛かりを用いて発言の意図を理解しようとする際、実際に ASD 者が脳内でどのような処理をしているのかはほとんど未解明のままである。

### 3. 研究目的

以上を踏まえ、本研究は、現実の対人場面で発話意図理解を促進し、効率的なコミュニケーションの実現に寄与する文脈的情報である『話者と聞き手の関係性』の効果に着目した。本研究の目的は、話者と聞き手の関係性に基づいて発言の意図を理解しようとする際の脳活動を fMRI によって計測し、健常者との比較により、ASD 者の特性について神経科学的な知見を得ることであった。

発話意図理解に関する先行研究のほとんどは皮肉を題材として用いてきた。しかしながら Pexman (2005) は、話者と聞き手に関する社会的な情報は、皮肉に限らず、あらゆる種類の発言の意図の理解を促すことを指摘している<sup>45</sup>。ゆえに、本研究では、皮肉に限定せず、冗談や称賛、非難といった複数の表現を含め、話者と聞き手の関係性という文脈的情報が発話意図理解に与える影響について検討した。

Zalla et al. (2014) の知見から、話者と聞き手の関係性という文脈的情報も ASD 者における発話意図理解にはほとんど影響を与えないと予想した。これまでに、状況的手掛かりなどの文脈的情報が語用論的な推測に与える影響について、fMRI を用い、健常者を対象に検討した先行研究が存在し、側頭頭頂連合野や上側頭溝など、心の理論に関連する脳領域が賦活することが報告されている<sup>59,60</sup>。これらの知見を踏まえ、話者と聞き手の関係性を用いて発言の意図を理解しようとするときの脳活動について検討する本研究においても、心の理論に関連する上記の領



域の賦活が認められることを期待した。また、心の理論に関連するこれらの脳領域は、ASD における障害が示唆されている領域である<sup>61</sup>。ゆえに、本研究の課題時に、側頭頭頂連合野や上側頭溝など、心の理論に関連する領域に賦活が認められると同時に、健常・ASD 者間の脳活動の有意な差が認められると予想した。

## 4. 研究方法

本研究は、東北大学と福井大学の共同研究として実施した。ヘルシンキ宣言に基づき、すべての被験者とその保護者に対して事前に研究の目的と方法を説明し、インフォームドコンセントを取得した。本研究の実施にあたり、東北大学大学院医学系研究科倫理委員会と福井大学大学院医学系研究科倫理委員会の承認を得た。

### 4.1. 被験者

本研究の被験者(ASD・健常者)は、福井大学子どものこころの発達研究センターを通じて一般公募した。福井大学病院で DSM-5 に基づく専門医による診断を受け、さらに、ASD の代表的な診断ツールの一つである、Diagnostic Interview for Social and Communication Disorders (DISCO)<sup>62</sup>によって診断を確認した ASD 者 21 名と、年齢、性別を統制した健常者 27 名を対象にデータ採取を行った。全被験者について日本語版成人用ウェクスラー知能検査第 3 版 (The Wechsler Adult Intelligence Scale third edition; WAIS-III)を実施し、知的能力や言語能力の指標となる言語性 IQ に ASD・健常者間の差がないことを確認した(全検査 IQ,  $t(39)=-1.534, p=0.133$ ; 言語性 IQ,  $t(39)=-0.514, p=0.610$ ; 動作性 IQ,  $t(39)=-1.529, p=0.134$ )。知的障害(全検査 IQ 70 未満)やその他の精神疾患を併存している者、悪性腫瘍、5 分以上の意識消失を伴う頭部外傷の既往のある者、閉所・暗所恐怖症の者は募集対象から除外した。被験者確保の都合上、左

利きの者を除外せずに募集を行った。また、自閉症傾向を測定するための質問紙である自閉スペクトラム指数(Autism-Spectrum Quotient; AQ)<sup>63</sup>の日本語版<sup>64</sup>を被験者本人に回答してもらった。AQは、ASDのスクリーニング検査として用いられる自己回答式の質問紙であり、50の設問から構成される。各質問について『よくあてはまる』、『あてはまる』、『あてはまらない』、『全くあてはまらない』の4段階で回答を求めるものである。健常者として募集した者のAQの得点は、日本語版AQのカットオフとされる33点未満であることを確認した。全被験者に実施した知能検査等の結果を表1に示す。

本研究の被験者として募集した健常者27名のうち、技術的な問題により課題中の反応が記録されなかった者4名と、一般的なfMRI実験で許容される体動(3mm、3°のどちらか一方か、両方)より大きい体動が認められた者3名は解析から除外した。最終的には、ASD者21名、健常者20名の合計41名のデータを解析に用いた。脳画像の前処理時に得られる各被験者の体動データ(realign parameter)を集計し、x軸、y軸、z軸、x軸回転、y軸回転、z軸回転の各パラメータについて、ASD者と健常者の体動に有意な群間差がないことを確認した(x軸,  $t(39)=1.143, p=0.260$ ; y軸,  $t(39)=0.302, p=0.764$ ; z軸,  $t(39)=0.713, p=0.480$ ; x軸回転,  $t(39)=-0.102, p=0.919$ ; y軸回転,  $t(39)=0.904, p=0.372$ ; z軸回転,  $t(39)=0.689, p=0.495$ )。

## 4.2. 心理実験課題

課題の流れを図 1 に示す。被験者には、会話場面を描写した文章を読み、のちに続く問いについて、適当だと思う選択肢のボタンを押して解答してもらった。各シナリオには二人の登場人物が含まれ、一方の登場人物(話者)が他方(聞き手)にある発言をする場面が描写されている。被験者に提示された視覚刺激には、各場面を描写した文章と、登場人物を模したピクトグラムを用いた。ターゲットとなる発言は、異なる関係性のキャラクターのペアでも用いたため、全試行中二度使用した。各条件の視覚刺激の例を図 2 に示す。

登場人物の関係性については、語用論について人物の関係性がコミュニケーション上の表現選択において重要であることを指摘したポライトネス理論に基づいて設定した<sup>48</sup>。登場人物の関係性を規定する要因には、社会的立場(パワーバランス)、登場人物の性格、互いの印象、互いに関する知識が含まれている。社会的立場には、チームメイト、クラスメイト、教師と生徒、上司と部下、親子、親戚など、複数の設定を含めた。登場人物には、神経質、几帳面、楽観的などの性格的特徴や、仲の良い友人同士、仲の悪いチームメイト、指導係などの近い関係にある上司と部下、仲の良い家族や親せき同士、出会ったばかりで互いをよく知らないクラスメイトなど、関係性の深さや、関係性の深さの程度に付随する互いに関する知識と、仲が良い(悪い)、好いている(嫌っている)、憧れているなどの相手の印象を含めた複数の関係性を含めてシナ

リオを作成した。被験者には、それぞれのシナリオを読み、各シナリオ中で発言を受けた人(聞き手)が発言を受けて、どのように受け取ったと思うかについて、2つの選択肢の中からボタンを押して解答してもらった。本研究で使ったシナリオは、先行研究<sup>54,65,66</sup>をもとに独自に作成したものである。本実験を実施する前に、健常大学生を対象とした複数回の予備実験を通して、正答率が極端に低いものなど、わかりづらい表現や課題として不適切と考えられるものは除外した。課題を選定するための予備実験は、すべて健常者を対象に実施し、予備実験の際に測定した被験者のAQと課題成績の関連について解析を行い、傾向を確認することによって、妥当性の確認を行った。課題中に使用したシナリオの一部を図3に示す。

シナリオは、登場人物の関係性に関する説明部分(Context)と、発言場面(Statement)の2つに分けられている。ASD者は、健常者とは異なる注意パターンを示すことが指摘されており<sup>67</sup>、特定の情報だけに注意を向け、本課題を実施する際、登場人物の関係性を理解する段階で健常者との差が生じる可能性があった。この可能性を排除し、被験者全員が登場人物の関係性を構成する情報すべてに注意を向けさせるため、各シナリオ中の登場人物の関係性を理解する際、Context部分で提示される文章を4つに分け、順番に提示した。Statement部分では2人の登場人物のうち、一方(発言者)が他方(聞き手)にセリフを言う場面を描写した文章を提示し、発言を受けた聞き手がどのように受

け取ったと思うか、2つの選択肢の中から適切だと思う方を選び、ボタンを押して解答してもらった。実験条件として、文脈要因(登場人物の関係性によって発言の解釈が変わる(Communicative context (C)条件, 登場人物の関係性によって発言の解釈は変わらない(Non-communicative context (N)条件)の2条件を設定した。

Context 部分については、4つに分割した関係性に関する情報を、それぞれ5秒程度、合計20秒間提示した。次に、会話場面として、発言を4秒間提示し、その後、選択肢を4秒間提示した。被験者には、選択肢は4秒間提示されるが、できるだけ速くボタンを押して解答するよう教示した。視覚刺激の提示と反応の記録には実験制御ソフトウェア Presentation (Neurobehavioral Systems, Albany, CA)を用いた。

#### 4.3. 実験手続き

実験開始前には、被験者に実験内容の詳細について説明し、MRI装置に入る前に、ノートパソコンを用い、fMRI実験で用いるものと同様の課題(ただし、fMRI実験本番では用いないシナリオ)で練習をしてもらった。練習問題の中で、誤った解答をしたものについてはその理由などについて確認を行い、被験者が課題の内容を理解していることを確認した。MRI撮像時の刺激提示には、MRI対応の液晶モニターを被験者の頭側に設置し、ヘッドコイルに装

着された反射鏡を通して被験者に提示した。実験刺激はすべて日本語で作成し、黒の背景に白い文字で提示した。被験者から、MRI 検査室内の照明の光が刺激提示モニターに反射して文字が読みづらいとの指摘があったため、撮像中は MRI 検査室内を消灯した。各条件 40 トライアルずつ用意し、全 80 トライアルの問題を全 4 セッションに分けて実施した。問題はすべて準ランダム化され、4 つに分けたセッションのうち、どのセッションから実施するかは被験者間でカウンターバランスをとった。

#### 4.4. 脳画像収集

すべての脳画像は、福井大学高エネルギー医学研究センターが所有する GE 社製 3.0T PET/MR スキャナー(Signa PET/MR; GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA)にて取得した。被験者には、MRI スキャナー内でヘッドコイルに装着された鏡を通して刺激提示画面を提示し、課題を実施してもらった。課題の解答には 4 ボタンタイプのレスポンスパッドを使用し、反応を記録した。課題時の脳活動の撮像には、Gradient echo-planer imaging (GRE-EPI)を用い、T2\*強調画像を収集した。前交連と後交連をつなぐ断面を基準とし、スライス厚 3mm、38 枚の連続するスライスで全脳を撮像した(繰り返し時間(TR) 2500 msec; エコー時間(TE) 30 msec; フリップ角 75°; 撮像範囲 192 mm; 撮像マトリクス 64 × 64; ボクセルサイズ 3.0 × 3.0 × 3.0 mm)。全 4 セッションのうち、1 セッ

セッション目は 258 ボリューム(10 分 45 秒)、2 セッション目は 259 ボリューム(10 分 47.5 秒)、3 セッション目は 260 ボリューム(10 分 50 秒)、4 セッション目は 261 ボリューム(10 分 52.5 秒)撮像した。MRI の撮像動作を安定させるため、すべてのセッションで課題開始前 5 ボリューム分の空スキャンを行った。空スキャンで得た画像は解析から除外した。

また、各被験者について、前処理に用いる 3 次元高解像度 T1 強調画像を Magnetization Prepared Rapid Gradient-Echo (MP-RAGE)法によって収集した(TR 6.38 ms; TE = 1.996 ms; フリップ角 11°; ボクセルサイズ 1 × 1 × 1 mm, 反転回復時間(TI) 600 ms)。

#### 4.5. 脳画像データの前処理

画像データの前処理には Statistical Parametric Mapping 12 (SPM12; Welcome Department of Cognitive Neurology, London, UK)と Matlab2015a を用いた。被験者それぞれの脳画像データを統計処理にかけるための前処理として、体動補正 (realignment)、撮像タイミング補正 (slice timing correction)、分画化 (segmentation)、T1 強調画像との重ね合わせ (co-registration)、および MNI (Montreal Neurological Institute)空間への標準化 (Normalization)、半値幅 8 mm のガウスフィルタを用いて平滑化 (smoothing)を行った。



#### 4.6. 脳画像解析

実験課題は事象関連デザインを採用した。脳画像データの解析は SPM の標準的な二段階解析を行った。第一段階(個人内解析)では、各被験者の前処理後の画像について、ボクセル毎検定を適用した。SPM に標準搭載されている血行動態反応函数(hemodynamic response function; HRF)による畳み込みをかけて信号変化モデルを作成し、各被験者においてボクセル毎に脳活動の指標となる偏回帰係数を算出した。第二段階(グループ解析)では、第一段階の解析で得たコントラスト画像を用いて統計検定を行った。

##### 4.6.1. 一般線形モデルによる認知科学的差分法

まず、被験者群と文脈の交互作用に関する脳活動について検討するため、一般線形モデル(General Linear Model; GLM)による認知科学的差分法<sup>68,69</sup>を用いた。認知科学的差分法は、従来の fMRI 研究で最も広く用いられてきた解析方法の一つである。これは、実験条件と統制条件における脳活動を計測し、実験条件から統制条件を差分することにより、目的とする認知プロセスに関わる脳活動を抽出しようとするものである。この方法は、引き算によって、目的とする認知プロセスに関連する脳活動部位を特定することが可能である。比較的簡便な方法であり、ヒトの複雑な認知プロセスに対応する脳活動について検討するために広く用いられてきた。

認知科学的差分法によって解析することを前提とし、ある実験において実験条件と統制条件の二つのみを設定した場合、この二つの条件は、実験操作を行った要因以外は同じである必要がある<sup>70</sup>。小川(2017)は、統制条件の設定の難しさを認知的差分法のデメリットとして挙げている<sup>71</sup>。

第一段階の解析では、各被験者の前処理された画像について、各条件の脳活動を抽出するため、登場人物の関係性を読み、理解しているときの脳活動(Context)と、発言が提示され、被験者がボタンを押して解答するまでの脳活動(Statement)に分けてモデル化を行った。脳活動(Statement)については、各条件(C条件またはN条件)で正答したトライアルと、誤った解答をしたトライアルをそれぞれ別のリグレッサーとして設定した。すなわち、各被験者について、Context、Statement (C条件)、Statement (N条件)、Statement (誤答)の4つのリグレッサーを設定して脳活動のモデル化を行い、各条件の脳活動(Statement(C条件)・Statement(N条件))と、C条件からN条件の脳活動を差分し(Statement(C-N))、話者と聞き手の関係性に基づいて発言の意図を理解するときの脳活動(C-N)を抽出した。本研究における認知科学的差分法による解析イメージを図4に示す。

#### 4.6.2. 一般化心理生理相互作用解析による課題時の機能的結合解析

次に、話者と聞き手の関係性に基づいて発言の意図を理解するときの

脳活動(C-N)について、認知科学的差分法による解析の結果、有意な群間差が認められた領域をシード領域に設定し、シード領域における賦活の経時的変化によって他の領域の活動変化を予測することのできる領域、すなわち、文脈的情報の処理に依存した機能的結合を示す領域について検討した。課題時の機能的結合解析には、一般化心理生理相互作用 (generalized Psychophysiological interaction; gPPI)を用いた。PPIは、1997年に Friston らによって開発された、2つの領域間の機能的結合に実験操作が及ぼす影響を明らかにするための解析方法である<sup>72</sup>。PPIは、刺激条件によるものか、被験者自身の行動によるものかによらず、ある心的過程により、1つの脳領域が他の脳領域に与える影響が修飾されるという概念が基盤となっている<sup>70</sup>。従来のPPIには設定できる実験条件の数や実験デザインに制限があった<sup>73,74</sup>。McLaren et al. (2012)は、従来の解析法の限界点を克服し、多様な実験条件・デザインに適用可能なPPIとして、generalized PPI (gPPI)を開発した<sup>73</sup>。gPPIを施行するにあたり、SPM8のツールボックスであるPPPIを用いた(<http://www.nitrc.org/projects/gppi>)を用いた。シード領域は、認知科学的差分法による解析結果に基づいて設定した。具体的には、話者と聞き手の関係性に基づいて発言の意図を理解するときの脳活動(C-N)について、2標本t検定によって群間比較を行った結果、有意な群間差が認められたクラスターをシード領域として設定した。有意な

群間差が認められた領域をシード領域として設定するため、MarsBar (<http://marsbar.sourceforge.net/>)を用い、有意な群間差が認められたクラスターの画像データを得た。全被験者の gPPI 解析において、MarsBar で作成した同一の画像データを用いてシード領域の設定を行った。SPM8 を用い、各被験者について Context、Statement (C)、Statement (N)の合計 3 つのリグレッサーを設定して脳活動のモデル化を行った後、Statement (C)と Statement (N)のそれぞれのコントラスト画像を用い、gPPI によって機能的結合を示す領域をマッピングしたコントラスト画像を得た。

#### 4.7. 統計検定

##### 4.7.1. 課題成績

課題成績の解析には Statistical Packages for Social Science (SPSS; IBM 社製)を用いた。まず、各被験者について、各条件の正答率と、正答したトリアルの平均反応時間を算出した。各被験者の正答率と反応時間について被験者群(ASD 群, 健常群)を被験者間要因、実験条件(C 条件, N 条件)を被験者内要因とする 2 要因分散分析を行った。統計的閾値は  $p < 0.05$  とした。以下では、便宜的に、実験条件要因(C 条件, N 条件)を文脈要因(C 条件, N 条件)として記述する。

#### 4.7.2. 脳画像解析

以下では、第二段階(集団レベル)の解析について述べる。第二段階の解析には、第一段階の解析で作成した各被験者、各条件のコントラスト画像を用いた。脳画像解析の統計検定には、SPM12を用いた。

##### 4.7.2.1. 認知科学的差分法

まず、各被験者について C 条件の脳活動から N 条件の脳活動の差分画像(C-N コントラスト画像)を作成し、人物の関係性を用いて発言の意図を推測するときの脳活動を抽出した。両群に共通する脳活動を明らかにするため、全被験者について作成した C-N コントラスト画像を用いて 1 標本 t 検定を行った。次に、群間差について検討するため、2 標本 t 検定を行った。この際、多重比較補正なし危険率 ( $p$  値) 0.1%で全脳のボクセル毎検定を行い、クラスターサイズ(ボクセル毎検定で有意な活動を示したボクセルの集まりの大きさ)について危険率 ( $p$  値) 5%で Family Wise Error (FWE)によって多重比較補正を行った。

##### 4.7.2.2. 課題時の機能的結合

次に、各被験者について gPPI の結果得た課題時の機能的結合をマ

ッピングした画像を用い、2 標本 t 検定を施行して群間差について検討した。統計的閾値は、認知科学的差分法と同様に設定した。

## 5. 結果

### 5.1. 課題成績の解析結果

正答率と反応時間それぞれを従属変数、被験者群(ASD 群, 健常群)を被験者間要因、文脈(C 条件, N 条件)を被験者内要因とする 2 要因分散分析を行った。各群における各条件の反応時間と正答率の平均値と標準偏差を表 2 に示す。

#### 5.1.1. 反応時間

各群の各条件における平均反応時間を図 5a に示す。反応時間を従属変数とする 2 要因分散分析の結果、文脈要因にのみ有意な主効果が認められた( $F(1,39)=29.729, p<0.001, \eta_p^2=0.433$ )。被験者群の有意な主効果は認められなかった( $F(1,39)=2.736, p=0.106, \eta_p^2=0.066$ )。また、閾値には達しなかったものの、被験者群要因と文脈要因の弱い交互作用が認められた( $F(1,39)=3.941, p=0.054, \eta_p^2=0.092$ )。

#### 5.1.2. 正答率

各群の各条件における正答率を図 5b に示す。正答率を従属変数とする 2 要因分散分析の結果、被験者群要因と文脈要因それぞれの有意な主効果が認められた(被験者群,  $F(1,39)=9.378, p=0.004, \eta_p^2=0.194$ ; 文脈,  $F(1,39)=19.454, p<0.001, \eta_p^2=0.333$ )。正答率に関しては被験者群要因と文脈

要因には有意な交互作用は認められず( $F(1,39)=0.397, p=0.532, \eta_p^2=0.194$ )、ASD 群特異的に、話者と聞き手の関係性を考慮して発言の意図を解釈することに困難を示すという結果は認められなかった。

## 5.2. 脳画像解析結果

### 5.2.1. 認知的科学的差分法による解析結果

#### 5.2.1.1. 話者と聞き手の関係性から発言の意図を理解するときの脳活動

まず、話者と聞き手の関係性に基づいて発言の意図を理解しようとするときの脳活動(C-N)について解析を行った。各被験者について作成した C 条件から N 条件の脳活動を差分したコントラスト画像を用い、1 標本 t 検定によって、話者と聞き手の関係性に基づいて発言の意図を理解するために、両群に共通して活動していた脳領域について解析した。結果、内側前頭前皮質、楔前部、下前頭回、上側頭回、角回、紡錘状回、上後頭回、後頭極を含む 8 つのクラスターに有意な脳活動が認められた( $p<0.05$  FWE at cluster level with uncorrected  $p<0.001$  at voxel level; 図 6, 表 3)。この結果は、話者と聞き手の関係性から発言の意図を理解しようとする際、ASD・健常群に共通して、これらの脳領域を用いていたことを示唆する。これらの領域について、脳活動の大きさを表す  $\beta$  値を算出し、2 標本 t 検定によって群間比較を行っ



たが、いずれの領域の  $\beta$  値にも有意な群間差は認められなかった(内側前頭前皮質,  $t(39)=0.102$ ,  $p=0.920$ ,  $d=0.030$ ; 楔前部,  $t(39)=-0.384$ ,  $p=0.703$ ,  $d=0.120$ ; 下前頭回,  $t(39)=1.158$ ,  $p=0.254$ ,  $d=0.360$ ; 上側頭回,  $t(39)=0.385$ ,  $p=0.702$ ,  $d=0.120$ ; 角回,  $t(39)=-1.345$ ,  $p=0.186$ ,  $d=0.420$ ; 紡錘状回,  $t(39)=-0.494$ ,  $p=0.624$ ,  $d=0.150$ ; 上後頭回,  $t(39)=0.798$ ,  $p=0.429$ ,  $d=0.250$ ; 後頭極,  $t(39)=0.638$ ,  $p=0.527$ ,  $d=0.200$ ; 図 4b)。

#### 5.2.1.2. 脳活動の群間比較

次に、話者と聞き手の関係性に基づいて発言の意図を理解しようとするときの脳活動(C-N)のコントラスト画像を用い、2 標本 t 検定によって群間比較を行った。結果、両側後部帯状回(以下、後部帯状回)を含むクラスターに有意な群間差が認められた ( $p=0.030$  FWE corrected at cluster level with uncorrected  $p<0.001$  at voxel, peak voxel [4,-22,44]; 図 7)。

各群、各条件の後部帯状回の活動の大きさ ( $\beta$  値) の平均値を算出したところ、いずれも負の値を示した(図 8a)。この結果は、ASD・健常群に共通して、各条件の後部帯状回の活動が抑制されていたことを意味する。話者と聞き手の関係性を用いて発話の意図を理解するとき、後部帯状回が真に抑制されていたか確認するため、統制条件として設

定した N 条件の  $\beta$  値を C 条件の  $\beta$  値から差分して補正した(図 8b)。各群の補正後の  $\beta$  値(C-N)について 1 標本 t 検定を行ったところ、ASD 群の  $\beta$  値は 0 より有意に大きく( $t(20)=3.978, p=0.001, d=0.868$ )、健常者の  $\beta$  値は 0 より有意に小さいことが明らかになった( $t(19)=-2.648, p=0.016, d=-0.592$ )。この結果は、話者と聞き手の関係性から発言の意図を推測するとき、ASD 群では後部帯状回を活性化していた一方で、健常群は同領域を不活性化していたことを示している。

#### 5.2.2. 課題時の機能的結合に関する解析結果

次に、話者と聞き手の関係性から発言の意図を推測するときの脳活動有意な群間差が認められた領域：後部帯状回をシード領域として設定し、gPPI を行った。課題時、後部帯状回と機能的に結合を有する領域をマッピングした画像を用い、2 標本 t 検定によって群間比較を行ったが、後部帯状回との機能的結合について有意な群間差を示す領域は認められなかった。

## 6. 考察

本研究は、話者と聞き手の関係性という文脈的情報に基づいて発言の意図を理解するときの神経基盤について、ASD 者と健常者を対象に、fMRI による脳画像を用いて検討することを目的としたものである。本研究の結果、ASD 者は比較的高い課題正答率を示した。話者と聞き手の関係性に基づいて発言の意図を解釈する際、ASD 者は、基盤となる言語処理については健常者と同じプロセスを用いているが、健常者は後部帯状回の活動を抑制していた一方で、ASD 者は後部帯状回を活性化させていることが明らかになった。

本研究は、話者と聞き手の関係性が発話意図理解に与える影響について、その脳内メカニズムと ASD 者の特異性を初めて神経科学的に明らかにした研究である。

### 6.1. 課題成績について

正答率を集計した結果、両群、全条件に共通してチャンスレベルよりも高い正答率を示した。被験者群(ASD 群, 健常群)と文脈(C 条件, N 条件)の2つの要因を独立変数、課題成績(反応時間, 正答率)を従属変数とした2要因分散分析を行った結果、閾値には達しなかったものの、反応時間においてのみ、被験者群と文脈の弱い交互作用が認められた。

反応時間を従属変数とする2要因分散分析の結果、有意な文脈の主効果が

認められた。具体的には、ASD 群と健常群に共通して、C 条件の反応時間が N 条件よりも短かったことが示された。この有意な主効果には、発言の意図を理解するために利用可能な文脈的情報の有無により、認知的負荷の大きさに差が生じたことが影響した可能性がある。話者と聞き手の関係性などの社会的手掛かりは、話者の態度を明らかにし、話者が聞き手に対して伝えようとしている意図の理解を助ける<sup>45,75</sup>。C 条件において解釈のターゲットとして設定した発言は、話者と聞き手の関係性が発言の解釈に影響を与えるものである。つまり、話者と聞き手の関係性が発言の意図を理解するための手掛かりとなるものが含まれる。一方で、N 条件において解釈のターゲットとして設定した発言は、比喩や慣用句が含まれる。比喩や慣用句などの表現は、社会的な手掛かりによる影響をほとんど受けず、また、解釈するために利用可能な文脈的情報が限定されるため、その意図を理解するために大きな認知的負荷がかかることが指摘されている<sup>76</sup>。ゆえに、C 条件では話者と聞き手の関係性という文脈的情報によって発言の意図理解が促された一方で、N 条件には発言の意図の理解を促すような手掛かりが含まれず、認知的負荷が大きくなったと考えられ、反応時間を解析した結果認められた文脈の有意な主効果に寄与したと考えられる。この結果は、健常者だけでなく、ASD 者においても、文脈的情報が意図理解のための手掛かりとして利用可能である場合には、意図理解を促す効果があったことを示唆する。

正答率を従属変数とする 2 要因分散分析の結果、被験者群要因と文脈要因それぞれに有意な主効果が認められ、全体的に ASD 群の正答率は健常群よりも低く、両群に共通して C 条件の正答率は N 条件よりも低いことが明らかになった。ASD 群の正答率は、健常群よりも全体的に低いことが示されたが、各群で全条件の正答率を平均すると、ASD 群 88.5%、健常群 93.6%と、両群ともに高い正答率を示した。特に健常群では、N 条件の正答率がほぼ 100%と、特に高い正答率を示したことから、被験者群の有意な主効果は、本課題が健常者にとって特に簡単な問題であったことを反映していると考えられる。また、被験者群と文脈の有意な交互作用は認められず、本研究で用いた課題では、ASD 群特異的に、話者と聞き手の関係性を考慮して発言の意図を解釈することに困難を示すという傾向は認められなかった。この結果は、ASD 者が、話者と聞き手の関係性を文脈的情報として用いることが特に困難であること示唆するものではなく、Palmer et al. (2014)や Vermeulen (2015)が提唱した ASD の文脈感受性欠損仮説や、Happé and Frith (2006)が提唱した ASD の弱い全体統合仮説で説明される ASD の特徴とは一致しなかった。

正答率の解析では、ASD 者に特異的な、発言の意図を理解するために社会的な手掛かりを用いることの困難を示唆する結果は認められなかったが、上述の通り、反応時間の解析では、閾値には達しなかったものの、被験者群要因と文脈要因の弱い交互作用が認められた。これらの結果は、ASD 者は高い正

答率を示しながらも、話者と聞き手の関係性を考慮して発言を解釈しようとする際、健常者とは異なる処理を行っていることを示唆し、部分的に Zalla et al. (2014)の結果を支持する。

## 6.2. 脳画像解析結果について

### 6.2.1. 認知的差分法による脳画像解析結果

#### 6.2.1.1. ASD・健常群に共通の文脈的情報処理に関連する神経基盤

文脈要因の主効果に関連する脳領域、すなわち、両群に共通して文脈的情報の処理に関わっていた脳領域(N 条件よりも C 条件の方が大きい脳活動を示す領域; C-N)について解析したところ、内側前頭前皮質、楔前部、下前頭回、上側頭回、角回、紡錘状回、上後頭回、後頭極をそれぞれ含む 8 つのクラスターに有意な活動が認められた。さらに、これらの領域の  $\beta$  値を算出して群間比較を行ったところ、文脈の主効果に関与するいずれの領域の  $\beta$  値においても有意な群間差は認められなかった。ゆえに、これらの領域は、話者と聞き手の関係性から発言の意図を推測するための、ASD・健常者に共通する神経基盤であるといえる。

文脈要因の主効果に関連する脳領域として検出された領域は、文章を用いた物語理解課題を用いた神経イメージング研究で有意な活動

が報告された領域と一致する<sup>77,78</sup>。この結果は、本課題を遂行するために、物語理解に含まれる認知プロセスを用いていたことを示唆する。特に、統語や意味処理等の、本課題を遂行するための基盤となる言語プロセスに関しては、ASD 者は、特異的な障害を受けておらず、健常者と同じようにこれらの領域を用いていたと考えられる。中でも内側前頭前皮質は、ASD・健常者を対象とした、発話意図理解について検討した複数の神経イメージング研究において複数回報告されてきた領域である<sup>46,59,79-81</sup>。Wang et al. (2006)は、他者の心的状態に注意を向けるよう、被験者に明示的に求めるような心理実験課題において、ASD 者は、健常者と同様に内側前頭前皮質領域を用いることが可能であることを指摘している<sup>46</sup>。本研究においても、被験者に対し、聞き手が発言についてどう思ったか、聞き手の心的状態について推測するよう明示的に教示を行ったことから、本研究で得られた結果は、Wang et al. (2006)の知見を支持するといえる。

#### 6.2.1.2. 文脈的情報処理に関わる脳活動の群間差：後部帯状回

話者と聞き手の関係性から発言の意図を理解しようとする脳活動(C-N)について群間比較を行った結果、後部帯状回に有意な群間差が認められた。さらに、各群における後部帯状回の $\beta$ 値について1標本

t検定を行った結果、健常群の $\beta$ 値は0より有意に小さく、ASD群の $\beta$ 値は0より有意に大きいことが明らかになった。この結果は、これは、話者と聞き手の関係性に基づいて発言の意図を理解しようとする際、健常者は後部帯状回を不活性化していたのに対し、ASD群は同領域を活性化していたことを示している。また、補正後の $\beta$ 値(C-N)について2標本t検定を行ったところ、ASD群における後部帯状回の $\beta$ 値(C-N)は、健常群よりも有意に大きいことが確認された。

研究目的の項で述べた通り、文脈的情報を用いた語用論的な推測に関わる脳活動について検討した先行研究において、側頭頭頂連合野や上側頭溝などの脳領域が関与することが報告されており<sup>59,60</sup>、ASD者においてもこれらの領域の障害が報告されていることから<sup>61</sup>、本研究においてもこれらの領域に有意な群間差が認められると予想したが、この仮説は支持されなかった。これらの先行研究との結果の不一致には、実験手続きの違いや、課題時の認知的負荷の大きさの違いが影響した可能性がある。しかしながら、本研究で有意な群間差を示すことが明らかになった後部帯状回は、側頭頭頂連合野や上側頭溝などと同様に、心の理論と関連することが示唆されており、他者の心の状態を推測するプロセスにおいて重要な役割を果たしている<sup>82</sup>。語用論的な推測に関わるとされる側頭頭頂連合野や上側頭溝といった領域に有



意な群間差は認められなかったが、心の理論に関連する領域において有意な群間差が認められたという点においては、部分的に仮説を支持する結果であったといえる。

課題時の脳活動を比較した結果、話者と聞き手の関係性に基づいて発言の意図を解釈する際、健常者は後部帯状回を不活性化していることが明らかになった。後部帯状回は、複数の領域と物理的に連結しており、内省処理や自伝的記憶、将来の計画づくり、注意機能の制御など、様々な認知プロセスに関わると考えられている<sup>83</sup>。健常者における課題時の後部帯状回の不活性化については、同領域がデフォルトモードネットワーク(Default Mode Network; DMN)と呼ばれる脳ネットワークの一部であることを考慮する必要がある。DMNは、特定の課題時と比較して、安静時に強く活性化する領域が複数認められたことから注目されるようになった脳のネットワークである。安静時に活性化する領域は、内側前頭前皮質や帯状回、楔前部など、広範囲に及ぶ。これらの領域は比較的共通した活動パターンを示すことから『ネットワーク』を形成すると考えられており、何もしていないときに機能するネットワークという意味で、“デフォルト脳活動”と呼ばれている<sup>84,85</sup>。DMNに含まれる領域の中でも後部帯状回は、各領域と機能的・構造的に連結し、ハブのような役割を果たすと考えられている<sup>86</sup>。安

静時における DMN 領域の活性化がどのような役割を果たしているかについては様々な見解が存在する。

心理実験課題を遂行するため、実験者から提示される刺激に注意を向けた状態で適用される認知プロセスは目的指向性プロセスと呼ばれる。DMN に含まれる領域は特定の課題を遂行していないときや安静時に活性化するが、このとき、目的指向性プロセスとは逆に、自分の思考や言動を振り返るなど、自己指向的に考えを巡らせる、自己内省処理が行われており、DMN 領域は、このような自己指向的な認知プロセスに関わっていると考えられている<sup>87</sup>。DMN 領域は、安静時に活性化することに加え、特定の課題時には不活性化することが知られているが、課題時の不活性化が何を意味するかについては一致した見解は得られていない<sup>85,88-90</sup>。

本研究で用いた課題は、話者と聞き手の関係性という文脈的情報を用い、発言の意図を推測することを要求するものであった。Nilsen et al. (2011)は、発言の意図を理解するために、本研究で用いた課題のように話者や聞き手に関する社会的な情報が付加されると、ワーキングメモリーの負荷が増大することを指摘し、これらの情報を記憶として保持する能力が発話意図理解課題の成績と関連することを報告した<sup>91</sup>。記憶の保持に関与する神経基盤について検討した神経イメージング

研究において、後部帯状回の不活性化が報告されている。Daselaar et al. (2004)は、Subsequent memory パラダイムを用い、忘却に関連する神経メカニズムについて検討した<sup>92</sup>。Daselaarらは、記憶の想起に成功した試行と、失敗した試行の脳活動を比較し、想起に成功したときの試行よりも、失敗したときの試行において活動が増加した脳領域を求めることにより、忘却の神経基盤を明らかにした。この検討の中で、Daselaarらは、想起に成功した試行中に後部帯状回が不活性化していたことを報告し、同領域の不活性化が記憶のコード化に重要な役割を果たしていると考えた。Lustig et al. (2003)は、健常成人、高齢者、初期アルツハイマー型認知症高齢者を対象に、単語分類課題を用い、情報のコード化に関わる脳活動の群間差について検討した<sup>93</sup>。Lustigらはまず、被験者に複数の単語を視覚的に提示し、提示された単語が生き物か否か判断する単語分類課題を実施した。この間、実験者は、被験者に対し単語を覚えるような指示は特に与えていない。最初の単語分類課題を実施した後、ただちに脳画像の撮像を開始し、ここでも同様の単語分類課題を実施したが、スキャン中は、最初の単語分類課題で提示された単語か否かを被験者に判断させた。Lustigらは、後部帯状回の活性化の度合いが三群で有意に異なり、健常成人の後部帯状回の不活性化の度合いが最も大きく、次いで高齢者、認知症患者が最

も小さいことを報告した。課題成績についても同様の傾向が認められ、健常成人の課題成績が最も高く、次いで高齢者、認知症患者が最も低かったことから、同領域の不活性化が記憶のコード化や保持に重要な役割を果たしているとともに、高齢化や認知症の重症度に関連していると考察した。これらの先行研究の結果から、本研究の結果明らかになった健常者における後部帯状回の不活性化は、話者と聞き手の関係性という文脈的情報を記憶としてコード化し、保持するために重要な役割を果たしていたと考えられる。

本研究の結果、話者と聞き手の関係性を考慮して発言の意図を解釈する際、健常者は後部帯状回を不活性化していた一方で、ASD 者は同領域を活性化していたことが明らかになった。後部帯状回は、ASD 児における構造・機能的異常や代謝機能の異常が指摘されてきた領域である<sup>94</sup>。さらに ASD 者は、DMN に含まれる領域を不活性化する機能が障害されていることや<sup>95</sup>、社会的情報をコード化して記憶として保持するなど、社会的情報の記憶に関連するスキルの障害が指摘されている<sup>96</sup>。ASD における後部帯状回の機能異常や、DMN に含まれる領域の不活性化することの障害、社会的情報の記憶に関するスキルの障害が報告されていることを考慮すると、ASD 者に認められた後部帯状回における賦活の増大は、話者と聞き手の関係性を記憶としてコー

ド化し、保持することに障害を受け、健常者が用いた方略を用いることの失敗を反映している可能性がある。しかしながら、本研究において ASD 群は比較的高い課題成績を示したことから、後部帯状回の活動パターンにおける健常群との違いは、ASD 者における後部帯状回の機能不全というよりも、健常者とは異なる方略を用いていたことを反映していると考えられる。後部帯状回の活性化は、物語理解課題を用いた複数の神経イメージング研究で報告されている<sup>66,97-99</sup>。Maguire et al. (1994)は、物語理解課題時の後部帯状回の活性化は、課題中に提示された新たな情報と、被験者が有する現実世界の知識や過去の経験を組み合わせ、物語の状況を理解するための新たな状況モデルを構築することに関与すると考察した<sup>97</sup>。Jang et al. (2013)は、発話意図理解課題を用い、曖昧性の高い発言、つまり、発言の意味として解釈可能な候補が複数存在し、真の意図を適切に読み取るために、複数の情報を組み合わせる必要のある発言の意図を理解しようとする際、後部帯状回が活性化したことを報告し、この領域の活性化は、状況モデルを構築するための認知的負荷を反映していると考えた<sup>100</sup>。これらの知見から、話者と聞き手の関係性から発言の意図を理解しようとする際、ASD 者に認められた後部帯状回における賦活の増大は、文脈的情報として与えられた話者と聞き手の関係性に関する情報と、被験者自

身の現実世界に関する知識や経験とを組み合わせ、発言の意図を理解するための各シナリオの状況モデルを構築するという特異的な認知プロセスを反映していると考えられる。

Palmer et al. (2014)や Vermeulen (2015)が提唱した ASD の文脈感受性欠損仮説<sup>43,44</sup>や、Happé and Frith (2006)の弱い全体統合仮説<sup>42</sup>に基づく発話意図理解における文脈的情報処理に関する神経科学的知見はほとんど報告されておらず、本研究で明らかになった神経科学的知見がこれらの仮説を支持するかどうか、直接比較できる研究は見当たらない。Happé and Frith (2006)の弱い全体統合仮説に関しては、Ring et al. (1999)が ASD 者と健常者を対象に Embedded Figures Test (EFT)<sup>101</sup>を用い、視空間処理における全体統合に関わる脳システムについて検討している。EFT は、複雑な図形の中からその一部として組み込まれた単純な図形を見つけ出すというものであり、ASD 児者が全体的なイメージを捉えることよりも細部に注目しようとする傾向について検討するために用いられてきた。Ring らは、EFT 中の脳活動を ASD・健常者間で比較し、右背側前頭前皮質や両側頭頂葉、両側後頭葉領域に有意な群間差が認められ、ASD の弱い全体統合には、これらの領域の異常が関与していると考えた<sup>102</sup>。本研究は文章による物語理解課題の形式を用いて発話意図理解における文脈的情報処理について

検討したのに対し、Ring et al. (1999)が用いた EFT は図形を用いた視空間処理について検討したものであり、本研究の脳画像解析の結果が弱い全体統合仮説を支持するかどうか、対象とした認知プロセスが異なるため、Ring et al. (1999)の知見と直接比較することは難しい。しかしながら、課題成績の結果を含め、少なくとも本研究で得られた結果は、弱い全体統合仮説を支持するとはいえない。これらの仮説との関連について検討するためには、EFT 課題時の脳活動と直接比較したり、『弱い全体統合』の傾向を計測するための質問紙検査を行い、これらの指標との相関解析等を行う必要がある。

以上をまとめると、本研究の結果、本課題を遂行するための基盤となる言語プロセスは ASD・健常者に共通していたが、話者と聞き手の関係性を考慮して発言の意図を解釈する際、後部帯状回の活動パターンが ASD・健常者間で異なることが示された。課題成績の結果、ASD 者が比較的高い正答率を示したことから、この後部帯状回における活動パターンの違いは、ASD 者における同領域の機能不全というよりも、健常者とは異なる方略を用いていることを反映している可能性がある。先行研究の知見から、健常者は、後部帯状回を不活性化することにより、話者と聞き手の関係性を記憶として保持しながら課題を遂行していたのに対し、ASD 者は、同領域を活性化することにより、自

身の経験と課題中のシナリオを組み合わせ、発言の意図を解釈していたことが示唆される。本研究で明らかになった、文脈的情報処理における ASD・健常者間の方略の違いは、両者のコミュニケーションにずれを生み、結果として、ASD 者における社会的相互作用の困難に寄与していると考えられる。

### 6.3. 限界点

本研究には、いくつか限界点が存在する。最も重要な限界点は、ASD 者と健常者の社会的シグナルに対する注意の差が考慮されていないことである。これまでも ASD 者は、人の顔や視線、声といった社会的シグナルに対する注意が顕著に減少していることが指摘されてきた<sup>103</sup>。我々の認知に影響を与えるような文脈的情報は、社会的シグナルから読み取れる情報を統合することによって構成される。ASD 者と健常者の社会的シグナルに向けられる注意の量の差は、文脈的情報の理解そのものに影響を与える可能性がある。

もう一つの限界点は、発言の字義性の影響について十分に検討できなかった点にある。ASD 児者が、非字義的な表現を字義通りに受け取ってしまう傾向があることが以前から指摘され、多くの検討がなされてきた<sup>30</sup>。Sperber and Wilson (1986)の『関連性理論』においても、言語処理は発言の意図理解における重要な側面の一つであることが指摘されている<sup>33</sup>。しかしながら、ASD 児



者における発言の字義性、すなわち、字義的表現と非字義的表現の理解に関しては、健常者と同等の成績を示したとする逆説的な知見が複数存在する<sup>104,105</sup>。大井(2015)は、これらの知見の不一致について、それぞれの研究における『字義性』の定義が、研究目的や文化的背景、ターゲットとなる発言の文脈依存性によって異なることをその原因として指摘した<sup>106</sup>。本研究では、文脈的情報に基づく発言の意図理解のメカニズムに焦点を当てたため、字義性の影響が最小限になるよう課題を設定した。しかしながら、発言の字義性は依然として ASD の言語コミュニケーションの異質さを理解するために重要な要素であり、将来の研究において、文脈的情報の効果に加え、字義性の影響について慎重に検討されることを期待する。

#### 6.4. 本研究の意義

本研究の意義は、実際のコミュニケーション場面で他者の意図を理解するために重要な役割を果たす文脈的情報である、話者と聞き手の関係性の処理に関わる神経メカニズムに着目し、検討した点にある。Baron-Cohen (1988)がすべての ASD 児者に共通するコミュニケーションの障害は語用論的言語障害であることを指摘してから、ASD の語用論における障害について様々な検討が行われてきた。コミュニケーション上やり取りされる言葉からその意図を読み解くためには、文脈的情報と言語的情報の処理が求められる。これま

で行われてきた ASD の語用に関する認知神経科学研究では、特に、非字義的言語の理解における ASD 者の特異性に関する検討が行われ、健常者とは異なる脳システムを用いていることを示す知見が報告されてきた。文脈的情報処理に関しては、実際のコミュニケーションにおいて、相手の意図を理解するための重要なプロセスであるにも関わらず、実験系を統制するために捨象されてきた部分であり、文脈的情報処理における ASD 者の特異性についてはほとんど未解明のままであった。本研究の結果、先行研究で用いられてきた課題中から捨象されてきた文脈的情報処理においても、ASD 者は後部帯状回における特異的な活動パターンを示し、健常者とは異なる方略を用いていることが示唆された。Baron-Cohen (1988) が指摘した ASD の語用に関する障害について、本研究は、話者と聞き手の関係性という文脈的情報を処理する際、ASD 者と健常者は異なる方略を用いていることを神経科学的に初めて明らかにした研究である。本研究は、実際に発言の意図を理解するために重要な役割を果たす話者と聞き手の関係性という文脈的情報の神経基盤を明らかにし、ASD 者が直面する対人場面における困難を、神経科学的知見に基づいて理解するための重要な知見を提供する。

本研究で用いた課題は、比喩や慣用句の理解など、高い言語能力を要するものであり、知的発達や言語発達に遅れのある者や小児に適用することは困難である。ASD は、知的発達や言語発達の程度において個人差の大きい障害

であり、知的障害を抱える者から健常者と同等以上の知的能力を有する者、言葉によるコミュニケーションが全く困難な者から高い言語能力を有する者まで、実に多様である。それゆえ、本研究で得られた結果を ASD の診断に用いるには、今後、さらに慎重な検討を重ねていく必要である。

他者との関わりという目には見えない困難を抱える ASD 者が、現実場面でのどのような方略を用いているか神経科学的に明らかにし、関わり手となる健常者とのコミュニケーションのずれがどのような神経基盤のもとに生じるのか客観的に理解するための指標を開発することができれば、互いに理解し合い、よりストレスの少ない方法で関わることのできる環境づくりに貢献できると考えられる。こうした神経科学的知見の積み重ねによって、治療法の開発に貢献したり、障害につながる脳のはたらきを予測するなど、早期発見・介入に貢献できる可能性がある。発達障害の早期発見・介入の実現は、障害をもつ当事者と、その家族の生活の質の向上につながる。本研究は、他者との関わりを支える脳システムを明らかにするための重要な知見を提供するものであり、将来、発達障害を取り巻く諸問題の解決に貢献しうる重要な知見の一つとして意義を有する。

## 7. 結論

本研究は、現実のコミュニケーション場面で発言の意図を理解するために重要な役割を果たす文脈的情報である、話者と聞き手の関係性が発話意図理解に及ぼす影響とその神経基盤について、ASD 者と健常者を対象に fMRI を用いて検討したものである。

本研究の結果、ASD 者は、チャンスレベルよりも高い精度で話者と聞き手の関係性に基づいて発言の意図を理解できるが、異なる方略を用いている可能性が示された。脳画像解析の結果、本課題を遂行するための基盤となる言語プロセスに関与する脳領域は両群に共通するものの、後部帯状回において、群間で有意に異なる活動パターンが示され、健常者は後部帯状回を不活性化していた一方で、ASD 者は同領域を活性化させていることが明らかになった。この結果は、発言の意図を理解するための基盤となる言語プロセスは両群に共通するが、健常者は、話者と聞き手の関係性という文脈的情報を記憶としてコード化・保持し、これを参照しながら課題を遂行していたのに対し、ASD 者は、課題中に文脈的情報として与えられた話者と聞き手に関する社会的情報と自身の過去の記憶や経験を組み合わせることによって各シナリオの状況を理解するためのモデルを構築し、この状況モデルに基づいて発言の意図を理解しようとしていたことを示唆する。本研究の結果、ASD 者は、話者と聞き手の関係性に基づいて発言の意図を解釈しようとする際、健常者とは異なる方略を用いていることが明らかになった。文脈的情報処

理におけるこれらの方略の違いは、より複雑で速い情報処理が求められる現実場面において、ASD・健常者間のコミュニケーションにずれを生じさせ、ASD者における社会的相互作用の困難に寄与していると考えられる。

本研究は、ASD者が抱える他者の関わりにおける困難という目には見えない障害を神経イメージングという客観的指標を用いて理解するための重要な知見を提供するものである。

## 謝辞

本研究は、筆者が福井大学と共同で行った fMRI 研究を学位論文としてまとめたものです。稿を結ぶにあたり、本研究遂行のためにご指導、ご支援くださった先生方に心より御礼申し上げます。応用脳科学研究分野 教授 川島隆太 先生には、博士課程在学中に手厚いご支援と丁寧なご指導を賜りました。機能画像医学研究分野 教授 瀧 靖之 先生には、本研究の立案、結果に関する考察について貴重なご意見をいただくとともに、実験遂行のための多大なご支援を賜りました。九州大学基幹教育院 准教授 (元東北大学加齢医学研究所認知機能発達寄附研究部門 助教) 横田晋務 先生には、本研究の立案・実験計画、実験遂行のためのご支援、解析に関するご指導、結果考察に関する貴重なご意見をいただくとともに、基礎論文の作成にあたり、丁寧に推敲していただきました。福井大学医学部精神医学講座 教授 小坂浩隆 先生、福井大学高エネルギー医学研究センター センター長 岡沢英彦 先生、早稲田大学高等研究院 講師 岡本悠子 先生、福井大学子どものこころの発達研究センター 助教 牧田快先生をはじめ、福井大学子どものこころの発達研究センターと、高エネルギー医学研究センターの諸先生方には、大変お忙しいところ、快く共同研究の提案をお引き受けくださり、本研究のデータ収集のために、様々な側面から多大なご支援・ご協力をいただくとともに、解析に関するご指導、結果の解釈に関する貴重なご意見を賜りました。国立精神神経センター 神経情報工学研究室 室長 (元東北大学東北メディカルメガバンク機構地域医療支援部門 講師) 阿部十也 先生には、脳画像解析について、懇

切丁寧にご指導いただきました。また、高エネルギー医学研究センター 診療放射線技師の及川さまと小野さまには、長時間に及ぶ実験にもかかわらず、貴重なお休みの時間を割き、MRI のオペレーション等、本研究のデータ採取のためにご協力いただきました。

本研究の主旨をご理解くださり、長時間の実験にも関わらず快くご協力くださった被験者様とそこご家族の皆様、心より感謝申し上げます。

本研究を遂行するにあたり、貴重なご意見をいただくとともに、この研究の遂行を支えてくださった東北大学加齢医学研究所応用脳科学研究分野、機能画像医学研究分野、認知機能発達寄附研究部門の諸先生方、秘書の皆様、先輩方、福井大学子どものこころの発達研究センターのスタッフの皆様、心より感謝申し上げます。

最後に、大学院生活を支えてくれた両親に心から感謝します。ありがとう。

本研究は、科学研究費(16H06526)の支援を受けて実施されました。

## 8. 参考文献

1. APA. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5®)*. American Psychiatric Pub; 2013.
2. 傳田健三. 自閉スペクトラム症 (ASD) の特性理解. 心身医学 日本心身医学会. 2017;57(1):19-26.
3. 桑原斉. 子どもの自閉症スペクトラム障害 (ASD). 児童青年精神医学とその近接領域: 日本児童青年精神医学会機関誌. 2013;54(2):99-118.
4. 宮岡等, 小川陽子. 大人の発達障害と精神疾患の鑑別と合併:—その意義—. 心身医学. 2019;59(5):416-421. <http://ci.nii.ac.jp/naid/130007672241/ja/>
5. 東島仁. 指摘された差異と、その波紋——自閉症スペクトラム障害概念の変遷を辿る. 人文學報. 2011;100:129-144.
6. Kanner L. Autistic disturbances of affective contact. *Nerv Child*. 1943;2(3):217-250.
7. 鶴田一郎. カナー型自閉症児の「診断基準」と「一般的状態像」について. 広島国際大学 教職教室 教育論. Published online 2017.
8. Deslauriers N. The Empty Fortress: Infantile Autism and the Birth of the Self. *Arch Gen Psychiatry*. 1967;17(4):510-512.
9. 中根晃. 自閉症研究. 金剛出版, 東京. Published online 1978:p146--152.
10. Rutter M. Concepts of autism: A review of research. *J Child Psychol Psychiatry*. 1968;9(1):1-25.



11. 片桐正善. 自閉症の定義における「社会」概念の変遷について—スペクトラム概念の可能性に照準して. 応用社会学研究. Published online 2011:171-186.
12. Hobson RP. Beyond Cognition: A Theory of Autism/in. Autism, Nature, Diagnosis & Treatment/Ed. by G. Dawson. Published online 1989.
13. Baron-Cohen S, Leslie AM, Frith U. Does the autistic child have a “theory of mind”? *Cognition*. 1985;21(1):37-46.
14. Premack D, Woodruff G. Premack and Woodruff: Chimpanzee theory of mind. *Behav Brain Sci*. 1978;4(1978):515-526.
15. 鈴木貴之. 「心の理論」 とは何か. 科学哲学. 2002;35(2):83-94.
16. Happé FGE. An advanced test of theory of mind: Understanding of story characters' thoughts and feelings by able autistic, mentally handicapped, and normal children and adults. *J Autism Dev Disord*. 1994;24(2):129-154.
17. Baron-Cohen S, O’Riordan M, Stone V, Jones R, Plaisted K. Recognition of faux pas by normally developing children and children with asperger syndrome or high-functioning autism. *J Autism Dev Disord*. 1999;29(5):407-418.  
doi:10.1023/A:1023035012436
18. Frith U, Morton J, Leslie AM. The cognitive basis of a biological disorder: autism. *Trends Neurosci*. 1991;14(10):433-438. doi:10.1016/0166-2236(91)90041-R
19. 横田晋務, 田中真理. 自閉症スペクトラム障害児の他者意図理解および操作に

- ついでの研究動向. 東北大学大学院教育学研究科研究年報. 2012;60:323-348.
20. Hill EL. Executive dysfunction in autism. *Trends Cogn Sci*. 2004;8(1):26-32.  
doi:10.1016/j.tics.2003.11.003
  21. Chevallier C, Kohls G, Troiani V, Brodtkin ES, Schultz RT. The social motivation theory of autism. *Trends Cogn Sci*. 2012;16(4):231-239.
  22. Shalom D Ben. Memory in autism: Review and synthesis. *Cortex*. 2003;39(4-5):1129-1138. doi:10.1016/S0010-9452(08)70881-5
  23. Muth A, Hönekopp J, Falter CM. Visuo-Spatial Performance in Autism: A Meta-analysis. *J Autism Dev Disord*. 2014;44(12):3245-3263. doi:10.1007/s10803-014-2188-5
  24. Nomi JS, Uddin LQ. Face processing in autism spectrum disorders: From brain regions to brain networks. *Neuropsychologia*. 2015;71:201-216.  
doi:10.1016/j.neuropsychologia.2015.03.029
  25. Itier RJ, Batty M. Neural bases of eye and gaze processing: The core of social cognition. *Neurosci Biobehav Rev*. 2009;33(6):843-863.  
doi:10.1016/j.neubiorev.2009.02.004
  26. 大井学. 高機能広汎性発達障害にともなう語用障害: 特徴, 背景, 支援. *コミュニケーション障害学 = Japanese J Commun Disord*. 2006;23(2):87-104.  
doi:10.11219/jjcomdis2003.23.87

27. Baron-Cohen S. Social and pragmatic deficits in autism: Cognitive or affective? *J Autism Dev Disord.* 1988;18(3):379-402. doi:10.1007/BF02212194
28. Leech G. Principles of Pragmatics. *London: Longman.* Published online 1983.
29. 杉山登志郎. Communication Disorders and Related Fields: Communication Disorders in Children with High-functioning Pervasive Developmental Disorders. *Japanese J Commun Disord.* 2002;19(1):35-40. doi:10.11219/jjcomdis1983.19.35
30. Happé F. Understanding minds and metaphors: Insights from the study of figurative language in autism. *Metaphor Symb.* 1995;10(4):275-295.
31. Happé F. Communicative competence and theory of mind in autism: A test of relevance theory. *Cognition.* 1993;48(2):101-119.
32. Tager-Flusberg H, Paul R, Lord C. Language and Communication in Autism. *Handb Autism Pervasive Dev Disord.* Published online 2005:335-364.  
doi:10.1002/9780470939345.ch12
33. Sperber D, Wilson D. *Relevance: Communication and Cognition.* Vol 142. Harvard University Press Cambridge, MA; 1986.
34. Ibanez A, Manes F. Contextual social cognition and the behavioral variant of frontotemporal dementia. *Neurology.* 2012;78(17):1354-1362.  
doi:10.1212/WNL.0b013e3182518375
35. Baez S, Ibanez A. The effects of context processing on social cognition impairments in

- adults with Asperger's syndrome. *Front Neurosci.* 2014;8(SEP):1-9.  
doi:10.3389/fnins.2014.00270
36. Ackerman BP. Contextual integration and utterance interpretation: The ability of children and adults to interpret sarcastic utterances. *Child Dev.* Published online 1982:1075-1083.
37. Ackerman BP. Children's sensitivity to comprehension failure in interpreting a nonliteral use of an utterance. *Child Dev.* Published online 1986:485-497.
38. 笹屋里絵. 表情および状況手掛りからの他者感情推測. 教育心理学研究. 1997;45(3):312-319.
39. Ozonoff S, Miller JN. An exploration of right-hemisphere contributions to the pragmatic impairments of autism. *Brain Lang.* 1996;52(3):411-434.  
doi:10.1006/brln.1996.0022
40. Jolliffe T, Baron-Cohen S. Linguistic processing in high-functioning adults with autism or Asperger's syndrome. Is global coherence impaired? *Psychol Med.* 2000;30(5):1169-1187. doi:10.1017/S003329179900241X
41. Dennis M, Lazenby AL, Lockyer L. Inferential Language in High-Function Children with Autism. *J Autism Dev Disord.* 2001;31(1):47-54. doi:10.1023/A:1005661613288
42. Happé F, Frith U. The weak coherence account: Detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord.* 2006;36(1):5-25.

doi:10.1007/s10803-005-0039-0

43. Palmer CJ, Paton B, Kirkovski M, Enticott PG, Hohwy J. Context sensitivity in action decreases along the autism spectrum: A predictive processing perspective. *Proc R Soc B Biol Sci.* 2015;282(1802):1-9. doi:10.1098/rspb.2014.1557
44. Vermeulen P. Context Blindness in Autism Spectrum Disorder: Not Using the Forest to See the Trees as Trees. *Focus Autism Other Dev Disabl.* 2015;30(3):182-192.  
  
doi:10.1177/1088357614528799
45. Pexman PM. Social factors in the interpretation of verbal irony: The roles of speaker and listener characteristics. *Fig Lang Compr Soc Cult Infl.* Published online 2005:209-232.
46. Wang AT, Lee SS, Sigman M, Dapretto M. Neural basis of irony comprehension in children with autism: The role of prosody and context. *Brain.* 2006;129(4):932-943.  
  
doi:10.1093/brain/awl032
47. Schilbach L, Timmermans B, Reddy V, et al. Toward a second-person neuroscience. *Behav Brain Sci.* 2013;36(4):393-414. doi:10.1017/S0140525X12000660
48. Brown P, Levinson SC. *Politeness: Some Universals in Language Usage.* Vol 4. Cambridge university press; 1987.
49. 宇佐美まゆみ. ポライトネス理論と対人コミュニケーション研究. *日本語教育通信 (42).* Published online 2002:6-7.

50. Slugoski BR, Turnbull W. Cruel to be kind and kind to be cruel: Sarcasm, banter and social relations. *J Lang Soc Psychol.* 1988;7(2):101-121.  
doi:10.1177/0261927X8800700202
51. Kreuz RJ, Link KE. Asymmetries in the use of verbal irony. *J Lang Soc Psychol.* 2002;21(2):127-143+191. doi:10.1177/02627X02021002002
52. Pexman PM, Zvaigzne MT. Does irony go better with friends? *Metaphor Symb.* 2004;19(2):143-163.
53. Pexman PM, Whalen JM, Green JJ. Understanding verbal irony: Clues from interpretation of direct and indirect ironic remarks. *Discourse Process.* 2010;47(3):237-261. doi:10.1080/01638530902959901
54. 秋元頼孝, 宮澤志保. アイロニーの受け取り方を規定する要因の検討. *心理学研究.* 2011;82(4):370-378.
55. Pexman PM, Olineck KM. Does Sarcasm Always Sting? Investigating the Impact of Ironic Insults and Ironic Compliments. *Discourse Process.* 2002;33(3):199-217.  
doi:10.1207/s15326950dp3303\_1
56. Heredia RR, Blumentritt TL. On-line processing of social stereotypes during spoken language comprehension. *Exp Psychol.* 2002;49(3):208-221. doi:10.1026//1618-3169.49.3.208
57. Katz AN, Pexman PM. Interpreting figurative statements: Speaker occupation can

- change metaphor to irony. *Metaphor Symb.* 1997;12(1):19-41.
58. Zalla T, Amsellem F, Chaste P, Ervas F, Leboyer M, Champagne-Lavau M. Individuals with autism spectrum disorders do not use social stereotypes in irony comprehension. *PLoS One.* 2014;9(4). doi:10.1371/journal.pone.0095568
59. Wakusawa K, Sugiura M, Sassa Y, et al. Comprehension of implicit meanings in social situations involving irony: A functional MRI study. *Neuroimage.* 2007;37(4):1417-1426. doi:10.1016/j.neuroimage.2007.06.013
60. Feng W, Wu Y, Jan C, Yu H, Jiang X, Zhou X. Effects of contextual relevance on pragmatic inference during conversation: An fMRI study. *Brain Lang.* 2017;171:52-61. doi:10.1016/j.bandl.2017.04.005
61. Baron-Cohen S. *Mindblindness: An Essay on Autism and Theory of Mind.* MIT press; 1997.
62. Wing L, Leekam SR, Libby SJ, Gould J, Larcombe M. The Diagnostic Interview for Social and Communication Disorders: Background, inter-rater reliability and clinical use. *J Child Psychol Psychiatry Allied Discip.* 2002;43(3):307-325. doi:10.1111/1469-7610.00023
63. Baron-Cohen S, Wheelwright S, Skinner R, Martin J, Clubley E. The autism-spectrum quotient (AQ): evidence from Asperger syndrome/high-functioning autism, males and females, scientists and mathematicians.[erratum appears in J Autism Dev Disord 2001

Dec;31(6):603]. *J Autism Dev Disord*. 2001;31(1):5-17.

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1023/A:1005653411471.pdf>

64. 若林明雄, 東條吉邦. 自閉症スペクトラム指数 (AQ) 日本語版の標準化. *心理学研究*. 2004;75(1):78-84.
65. Uchiyama HT, Saito DN, Tanabe HC, et al. Distinction between the literal and intended meanings of sentences: A functional magnetic resonance imaging study of metaphor and sarcasm. *Cortex*. 2012;48(5):563-583. doi:10.1016/j.cortex.2011.01.004
66. Mano Y, Harada T, Sugiura M, Saito DN, Sadato N. Perspective-taking as part of narrative comprehension: A functional MRI study. *Neuropsychologia*. 2009;47(3):813-824. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2008.12.011
67. Guillon Q, Hadjikhani N, Baduel S, Rogé B. Visual social attention in autism spectrum disorder: Insights from eye tracking studies. *Neurosci Biobehav Rev*. 2014;42:279-297. doi:10.1016/j.neubiorev.2014.03.013
68. Friston KJ, Holmes AP, Poline JB, et al. Analysis of fMRI time-series revisited. *Neuroimage*. 1995;2(1):45-53. doi:10.1006/nimg.1995.1007
69. Friston KJ, Worsley KJ. Analysis of fMRI Tim-Series Revisited - Again. *Neuroimage*. 1995;2:173-181.
70. Huettel SA, Song AW, McCarthy G, 福山秀直, 石井徹. *FMRI: 原理と実践*. メディカル・サイエンス・インターナショナル; 2016.



<https://ci.nii.ac.jp/ncid/BB2137141X>

71. 小川健二. 心理学研究のツールとしての脳イメージングの最前線 1. イメージ心理学研究. 2017;15:13-17.
72. Friston KJ, Buechel C, Fink GR, Morris J, Rolls E, Dolan RJ. Psychophysiological and modulatory interactions in neuroimaging. *Neuroimage*. 1997;6(3):218-229.
73. McLaren DG, Ries ML, Xu G, Johnson SC. A generalized form of context-dependent psychophysiological interactions (gPPI): A comparison to standard approaches. *Neuroimage*. 2012;61(4):1277-1286. doi:10.1016/j.neuroimage.2012.03.068
74. Gitelman DR, Penny WD, Ashburner J, Friston KJ. Modeling regional and psychophysiological interactions in fMRI: The importance of hemodynamic deconvolution. *Neuroimage*. 2003;19(1):200-207. doi:10.1016/S1053-8119(03)00058-2
75. Akimoto Y, Miyazawa S. What factors play a role in a listener's feelings evoked by irony?: the effect of listeners' personality traits and relationship with the speaker. *Shinrigaku kenkyu Japanese J Psychol*. 2011;82(4):370-378.
76. Carston R. Relevance Theory and the Saying/Implicating Distinction. *Handb Pragmat*. Published online 2008:633-656. doi:10.1002/9780470756959.ch28
77. Schmithorst VJ, Holland SK, Plante E. Cognitive modules utilized for narrative comprehension in children: A functional magnetic resonance imaging study.

- Neuroimage*. 2006;29(1):254-266. doi:10.1016/j.neuroimage.2005.07.020
78. Horowitz-Kraus T, Vannest JJ, Holland SK. Overlapping neural circuitry for narrative comprehension and proficient reading in children and adolescents. *Neuropsychologia*. 2013;51(13):2651-2662. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2013.09.002
79. Wang AT, Lee SS, Sigman M, Dapretto M. Developmental changes in the neural basis of interpreting communicative intent. *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2006;1(2):107-121. doi:10.1093/scan/nsl018
80. Wang AT, Lee SS, Sigman M, Dapretto M. Reading Affect in the Face and Voice. *Arch Gen Psychiatry*. 2007;64(6):698. doi:10.1001/archpsyc.64.6.698
81. Williams DL, Cherkassky VL, Mason RA, Keller TA, Minshew NJ, Just MA. Brain function differences in language processing in children and adults with autism. *Autism Res*. 2013;6(4):288-302. doi:10.1002/aur.1291
82. Kennedy DP, Adolphs R. The social brain in psychiatric and neurological disorders. *Trends Cogn Sci*. 2012;16(11):559-572.
83. Leech R, Braga R, Sharp DJ. Echoes of the brain within the posterior cingulate cortex. *J Neurosci*. 2012;32(1):215-222. doi:10.1523/JNEUROSCI.3689-11.2012
84. 荳阪満里子. デフォルトモードネットワーク (DMN) から脳をみる. 生理心理学と精神生理学. Published online 2013:1301si.
85. Anticevic A, Cole MW, Murray JD, Corlett PR, Wang XJ, Krystal JH. The role of

- default network deactivation in cognition and disease. *Trends Cogn Sci.* 2012;16(12):584-592. doi:10.1016/j.tics.2012.10.008
86. Fransson P, Marrelec G. The precuneus/posterior cingulate cortex plays a pivotal role in the default mode network: Evidence from a partial correlation network analysis. *Neuroimage.* 2008;42(3):1178-1184. doi:10.1016/j.neuroimage.2008.05.059
87. Buckner RL, Andrews-Hanna JR, Schacter DL. The brain's default network: Anatomy, function, and relevance to disease. *Ann N Y Acad Sci.* 2008;1124:1-38. doi:10.1196/annals.1440.011
88. McKiernan KA, Kaufman JN, Kucera-Thompson J, Binder JR. A parametric manipulation of factors affecting task-induced deactivation in functional neuroimaging. *J Cogn Neurosci.* 2003;15(3):394-408. doi:10.1162/089892903321593117
89. Schilbach L, Eickhoff SB, Rotarska-Jagiela A, Fink GR, Vogeley K. Minds at rest? Social cognition as the default mode of cognizing and its putative relationship to the “default system” of the brain. *Conscious Cogn.* 2008;17(2):457-467. doi:10.1016/j.concog.2008.03.013
90. Binder JR. Task-induced deactivation and the “resting” state. *Neuroimage.* 2012;62(2):1086-1091. doi:10.1016/j.neuroimage.2011.09.026
91. Nilsen ES, Glenwright M, Huyder V. Children and adults understand that verbal irony interpretation depends on listener knowledge. *J Cogn Dev.* 2011;12(3):374-409.

doi:10.1080/15248372.2010.544693

92. Daselaar SM, Prince SE, Cabeza R. When less means more: Deactivations during encoding that predict subsequent memory. *Neuroimage*. 2004;23(3):921-927.  
doi:10.1016/j.neuroimage.2004.07.031
93. Lustig C, Snyder AZ, Bhakta M, et al. Functional deactivations: Change with age and dementia of the Alzheimer type. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2003;100(SUPPL. 2):14504-14509. doi:10.1073/pnas.2235925100
94. Leech R, Sharp DJ. The role of the posterior cingulate cortex in cognition and disease. *Brain*. 2014;137(1):12-32. doi:10.1093/brain/awt162
95. Kennedy DP, Redcay E, Courchesne E. Failing to deactivate: Resting functional abnormalities in autism. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2006;103(21):8275-8280.  
doi:10.1073/pnas.0600674103
96. Brezis RS, Galili T, Wong T, Piggot JI. Impaired social processing in autism and its reflections in memory: A deeper view of encoding and retrieval processes. *J Autism Dev Disord*. 2014;44(5):1183-1192. doi:10.1007/s10803-013-1980-y
97. Maguire EA, Frith CD, Morris RGM. The functional neuroanatomy of comprehension and memory: The importance of prior knowledge. *Brain*. 1999;122(10):1839-1850.  
doi:10.1093/brain/122.10.1839
98. Ferstl EC, Von Cramon DY. The role of coherence and cohesion in text

- comprehension: An event-related fMRI study. *Cogn Brain Res*. 2001;11(3):325-340.  
doi:10.1016/S0926-6410(01)00007-6
99. Whitney C, Huber W, Klann J, Weis S, Krach S, Kircher T. Neural correlates of narrative shifts during auditory story comprehension. *Neuroimage*. 2009;47(1):360-366. doi:10.1016/j.neuroimage.2009.04.037
100. Jang G, Yoon SA, Lee SE, et al. Everyday conversation requires cognitive inference: Neural bases of comprehending implicated meanings in conversations. *Neuroimage*. 2013;81:61-72. doi:10.1016/j.neuroimage.2013.05.027
101. Witkin HA. *A Manual for the Embedded Figures Tests*. Consulting Psychologists Press; 1971.
102. Ring HA, Baron-Cohen S, Wheelwright S, et al. Cerebral correlates of preserved cognitive skills in autism. A functional MRI study of Embedded Figures Task performance. *Brain*. 1999;122(7):1305-1315. doi:10.1093/brain/122.7.1305
103. Chita-Tegmark M. Social attention in ASD: A review and meta-analysis of eye-tracking studies. *Res Dev Disabil*. 2016;48:79-93. doi:10.1016/j.ridd.2015.10.011
104. Oi M, Tanaka S. When do Japanese children with autism spectrum disorder comprehend ambiguous language overliterally or overnonliterally? *Asia Pacific J Speech, Lang Hear*. 2011;14(1):1-12.
105. Oi M, Tanaka S, Ohoka H. The Relationship between Comprehension of Figurative

Language by Japanese Children with High Functioning Autism Spectrum Disorders

and College Freshmen's Assessment of Its Conventionality of Usage. *Autism Res*

*Treat.* 2013;2013:1-7. doi:10.1155/2013/480635

106. 大井学. 隠喩, 皮肉, 間接依頼: 自閉症における言語の字義性について. コミュニケーション障害学. 2015;32(1):1-10.

## 9. 図

### 9.1. 図 1

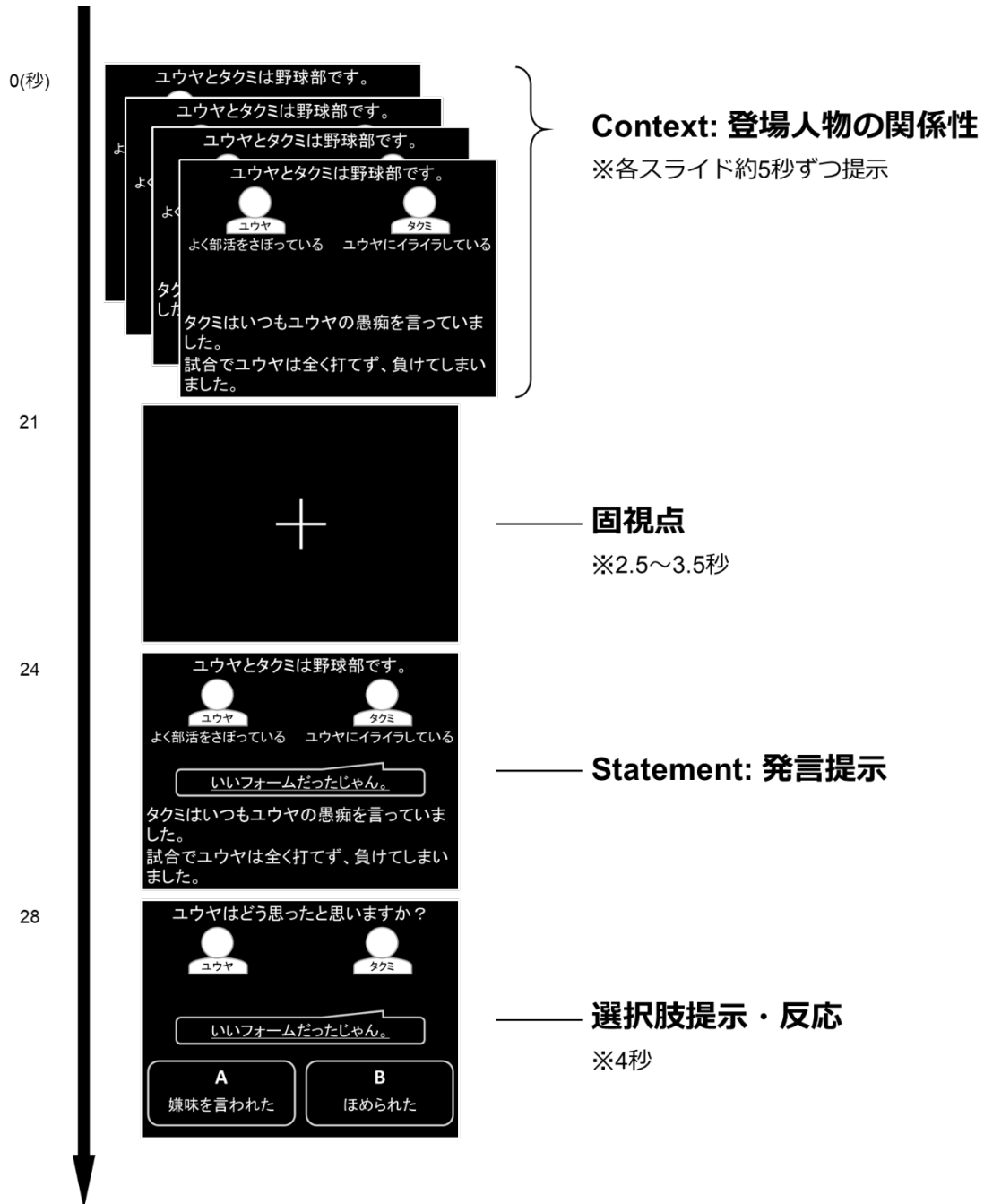


図 1. 課題の流れ 1 トライアル分の課題の流れ。各シナリオは大きく Context 部分(登場人物の関係性に関する説明)と Statement 部分(発言)に分けられる。

9.2. 図 2

(a) Communicative Context条件

ユウヤとタクミは野球部です。

ユウヤ                      タクミ

よく部活をさぼっている      ユウヤにイライラしている

いいフォームだったじゃん。

タクミはいつもユウヤの愚痴を言っていました。  
試合でユウヤは全く打てず、負けてしまいました。

ユウキとソウタは野球部です。

ユウキ                      ソウタ

部活後も                      ユウキの練習に  
自主練をしている              付き合っている

いいフォームだったじゃん。

ユウキは練習に付き合ってくれるソウタに感謝していました。  
試合でユウキは全く打てず、負けてしまいました。

(b) Non-Communicative Context条件

ユウヤとタクミは野球部です。

ユウヤ                      タクミ

よく部活をさぼっている      ユウヤにイライラしている

あ、足が出ちゃってるよ。

タクミはいつもユウヤの愚痴を言っていました。  
タクミは備品の購入にかかる費用を計算していました。

ユウキとソウタは野球部です。

ユウキ                      ソウタ

部活後も                      ユウキの練習に  
自主練をしている              付き合っている

あ、足が出ちゃってるよ。

ユウキは練習に付き合ってくれるソウタに感謝していました。  
2人は体育の授業でドッジボールをすることになりました。

図 2 視覚刺激の例 (a) Communicative Context 条件の視覚刺激の例。シナリオ内の登場人物の関係性によって吹き出し内の発言の解釈が変化する。(b) Non-Communicative Context 条件の視覚刺激の例。シナリオ内の登場人物の関係性によって吹き出し内の発言の解釈は変化しない。



9.3. 図 3

シナリオサンプル①		
登場人物	ユウヤとタクミは野球部です。 ユウヤはよく部活をさぼっていました。 タクミは練習しないユウヤにイライラしていました。 タクミはいつもユウヤの愚痴を言っていました。	ユウキとソウタは野球部です。 ユウキは部活後も自主練をしていました。 ソウタはユウキの練習に付き合っていました。 ユウキは練習に付き合ってくれるソウタに感謝していました。
C条件	試合でユウヤは全く打てず、負けてしまいました。 タクミはユウヤに、「いいフォームだったじゃん。」と言いました。	試合でユウキは全く打てず、負けてしまいました。 ソウタはユウキに、「いいフォームだったじゃん。」と言いました。
答	嫌味を言われた	励まされた
N条件	2人は備品の購入にかかる費用を計算していました。 タクミはユウヤに、「ほら、足が出ちゃってるよ。」と言いました。	2人は体育の授業でドッジボールをしていました。 ソウタはユウキに、「ほら、足が出ちゃってるよ。」と言いました。
答	予算を超える	足がはみ出る
シナリオサンプル②		
登場人物	アキラとツトムは陸上部です。 アキラは練習中にケガをしてしまいました。 ツトムはアキラとリレーに出場することになりました。 ツトムは無理を続けるアキラを心配していました。	ハジメとカズアキは同級生です。 ハジメはお調子者でいつもふざけていました。 カズアキはとてもまじめな性格です。 カズアキは体育祭の練習中にふざけるハジメに怒っていました。
C条件	陸上大会の練習中に、アキラは転んでしまいました。 ツトムはアキラに、「もうその辺にしておけよ。」と言いました。	体育祭の練習中に、ハジメは転んでしまいました。 カズアキはハジメに、「もうその辺にしておけよ。」と言いました。
答	心配された	止められた
N条件	ツトムは新しく入ってきた後輩の指導に苦労していました。 ツトムはアキラに、「本当に骨が折れたよ…。」と言いました。	練習中にカズアキが激しく転倒し、大けがをしました。 カズアキはハジメに、「本当に骨が折れたよ…。」と言いました。
答	注意する	修理する
シナリオサンプル③		
登場人物	リカとミユキは会社の同僚です。 リカは具合が悪いと言いながら仕事をしていました。 ミユキはリカの隣のデスクです。 ミユキはリカの体調を心配して、仕事を手伝っていました。	ナオコとモエは会社の同僚です。 ナオコはお酒が大好きです。 モエはあまりお酒が好きではありませんでした。 2人は共通の趣味で意気投合し、よく一緒に出掛けています。
C条件	その日の飲み会で、リカは次々お酒を飲んでいました。 ミユキはリカに、「本当にいい飲みっぷりだね!」と言いました。	上司との飲み会で、ナオコは次々お酒を飲んでいました。 モエはナオコに、「本当にいい飲みっぷりだね!」と言いました。
答	嫌味を言われた	ほめられた
N条件	ミユキは上司からあるプロジェクトの責任者を任せられました。 ミユキはリカに、「私には手が届かないよ。」と言いました。	2人は棚の一番上に探していた資料があるのを見つけました。 モエはナオコに、「私には手が届かないよ。」と言いました。
答	手に負えない	高い位置にある
シナリオサンプル④		
登場人物	リツコはヨウコの書道部の後輩です。 リツコはきれいな字に憧れて、毎日練習しています。 ヨウコは字がきれいでした。 リツコはアドバイスをくれるヨウコを慕っていました。	カヨコとシオリは同級生です。 カヨコは書道部の部長で、きれいな字に自信がありました。 シオリはとても几帳面な性格です。 シオリは数か月前に転校してきたばかりです。
C条件	ヨウコは、文化祭に展示されたリツコの作品を見ました。 ヨウコはリツコに、「なんかバランス悪いね。」と言いました。	シオリは、文化祭に展示されたカヨコの作品を見ました。 シオリはカヨコに、「なんかバランス悪いね。」と言いました。
答	アドバイスされた	けなされた
N条件	学校の文化祭が終わり、会場は静まり返っていました。 ヨウコはリツコに、「火が消えたみたいだね。」と言いました。	学校の近くで火事があり、消火活動が行われていました。 シオリはカヨコに、「火が消えたみたいだね。」と言いました。
答	活気がなくなる	鎮火する

図 3 本研究で用いた課題のシナリオサンプル

9.4. 図 4

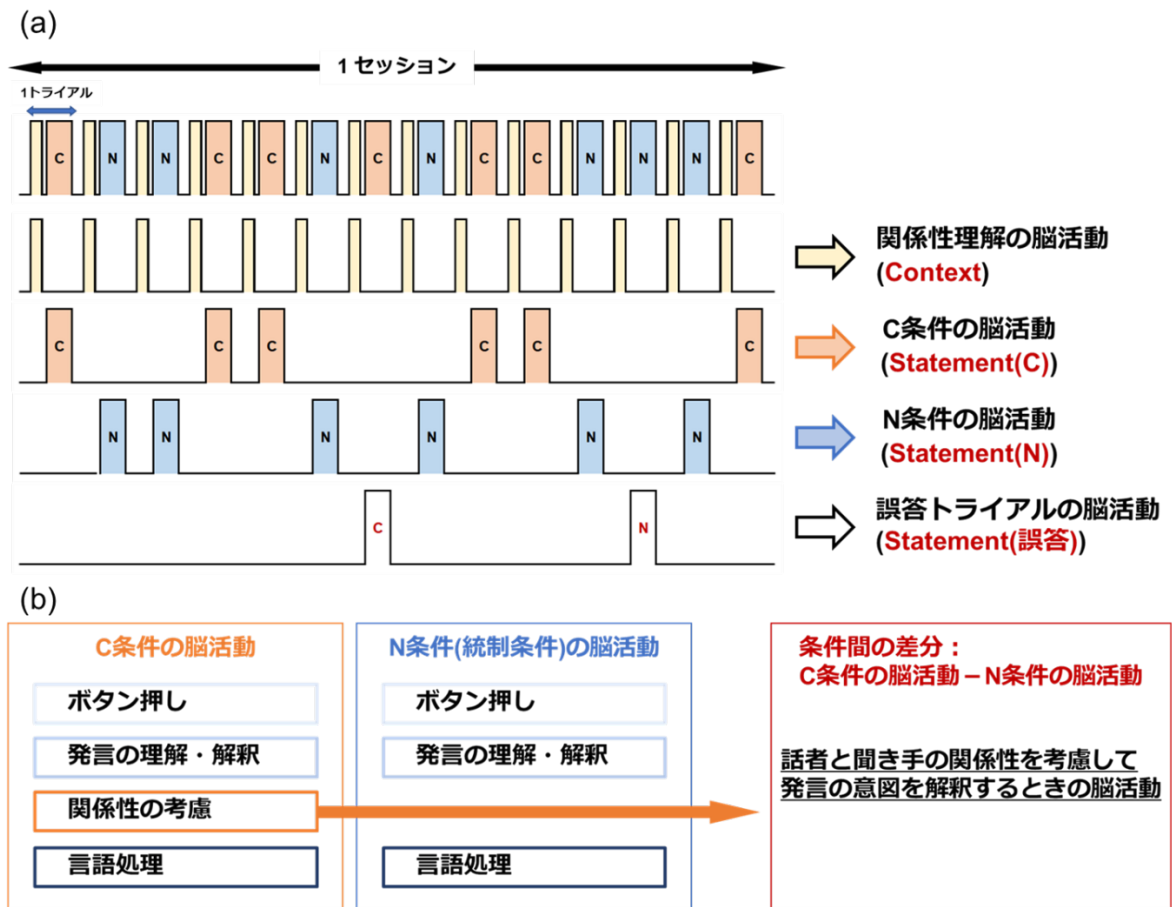


図 4

本研究における認知科学的差分法による解析イメージ (a)リグレッサー設定イメージ。Communicative Context 条件 (C 条件)と Non-Communicative Context 条件条件 (N 条件)のトライアルを準ランダム化して実験を実施した。各被験者について関係性の説明場面(Context)、C 条件(Statement(C))、N 条件(Statement(N))、誤った解答をしたトライアル(Statement(誤答))をそれぞれ別のリグレッサーとして設定してモデル化を行い、各条件の脳活動(Statement(C), Statement(N))と条件間の差分(C-N)のコントラスト画像を作成した。(b)条件間の差分による脳活動の抽出イメージ。統制条件として設定した N 条件の脳活動を C 条件の脳活動から差分することにより、話者と聞き手の関係性を考慮して発言を解釈するときの脳活動を抽出した。

9.5. 図 5

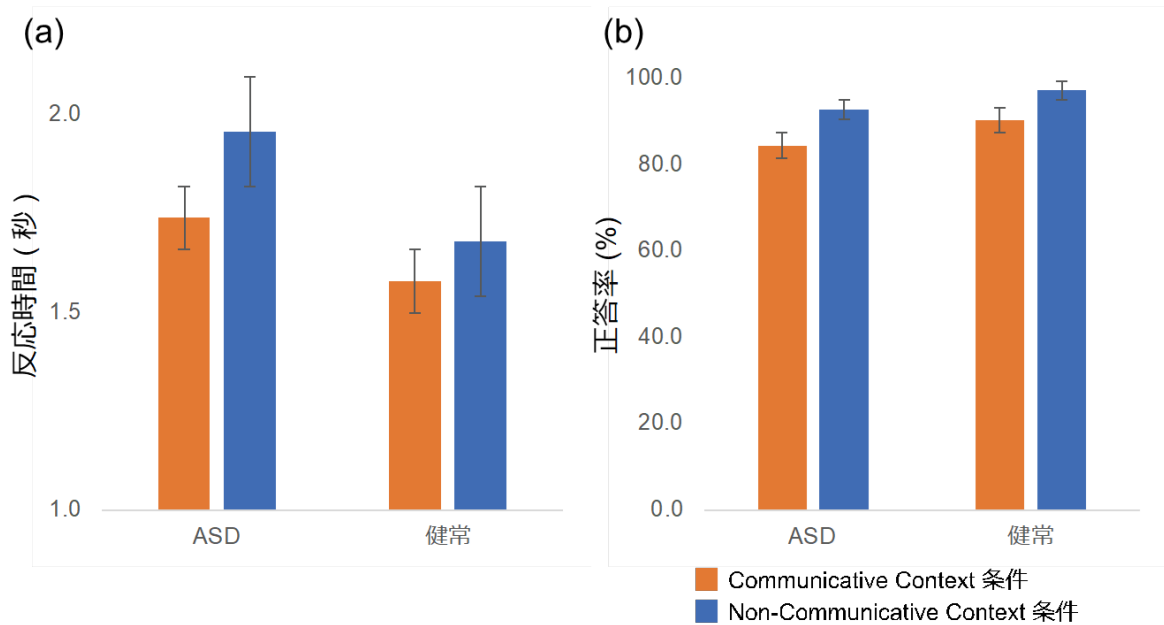


図 5 課題成績の解析結果 (a)各群における各条件の平均反応時間を表したグラフ。被験者群(ASD 群, 健常群)と文脈(C 条件, N 条件)の弱い交互作用( $F(1,39)=3.941$ ,  $p=0.059$ ,  $\eta_p^2=0.092$ )と有意な文脈の主効果が認められた( $F(1,39)=29.729$ ,  $p=0.000$ ,  $\eta_p^2=0.433$ )。 (b)各群における各条件の平均正答率を表したグラフ。被験者群と文脈それぞれの有意な主効果が認められた(被験者群,  $F(1,39)=9.378$ ,  $p=0.0040$ ,  $\eta_p^2=0.194$ ; 文脈,  $F(1,39)=19.454$ ,  $p=0.001$ ,  $\eta_p^2=0.333$ )。

9.6. 図 6

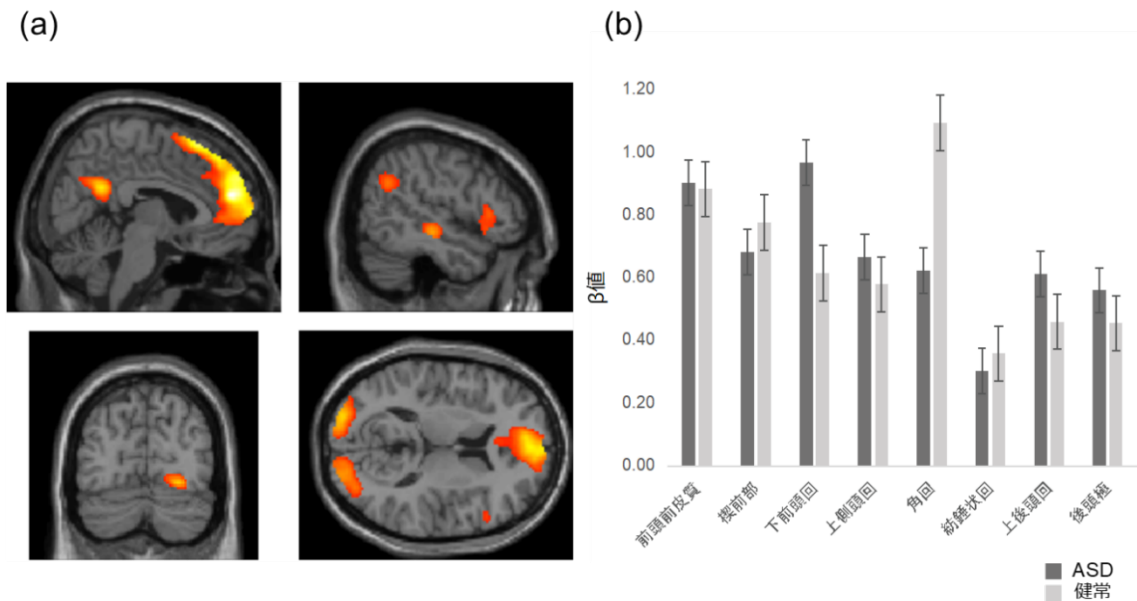


図 6 文脈の主効果に関連する脳領域 (a) N 条件よりも C 条件の活動が大きい領域 (C 条件から N 条件の脳活動を差分した結果 : C-N)。前頭前皮質、楔前部、下前頭回、上側頭回、角回、紡錘状回、上後頭回、後頭極をそれぞれ含む 8 つのクラスターが確認された。統計的閾値はボクセルレベルで  $p < 0.001$  (多重比較補正なし)、クラスターレベルで  $p < 0.05$  (多重比較補正(FWE)あり)とした。(b)N 条件よりも C 条件の活動が大きい領域について、各群の  $\beta$  値を表したグラフ。各領域の  $\beta$  値を比較したところ、いずれの領域にも有意な群間差は認められなかった(内側前頭前皮質,  $t(39)=0.102$ ,  $p=0.920$ ,  $d=0.030$ ; 楔前部,  $t(39)=-0.384$ ,  $p=0.703$ ,  $d=0.120$ ; 下前頭回,  $t(39)=1.158$ ,  $p=0.254$ ,  $d=0.360$ ; 上側頭回,  $t(39)=0.385$ ,  $p=0.702$ ,  $d=0.120$ ; 角回,  $t(39)=-1.345$ ,  $p=0.186$ ,  $d=0.420$ ; 紡錘状回,  $t(39)=-0.494$ ,  $p=0.624$ ,  $d=0.150$ ; 上後頭回,  $t(39)=0.798$ ,  $p=0.429$ ,  $d=0.250$ ; 後頭極,  $t(39)=0.638$ ,  $p=0.527$ ,  $d=0.200$ )。

9.7. 図 7

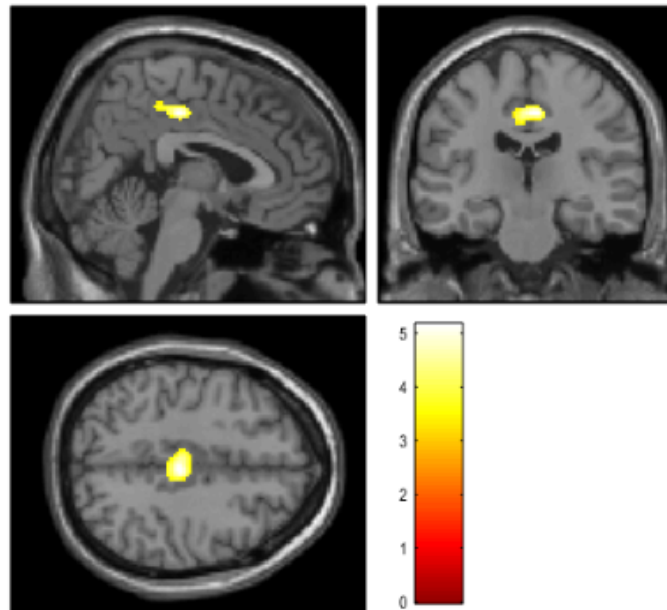


図 7 被験者群と文脈の交互作用に関連する脳領域 話者と聞き手の関係性から発言の意図を推測しているときの脳活動(C-N)について、有意な群間差が認められた領域 (後部帯状回)。統計的閾値はボクセルレベルで  $p < 0.001$  (多重比較補正なし)、クラスターレベルで  $p < 0.05$  (多重比較補正(FWE)あり)とした。

9.8. 図 8

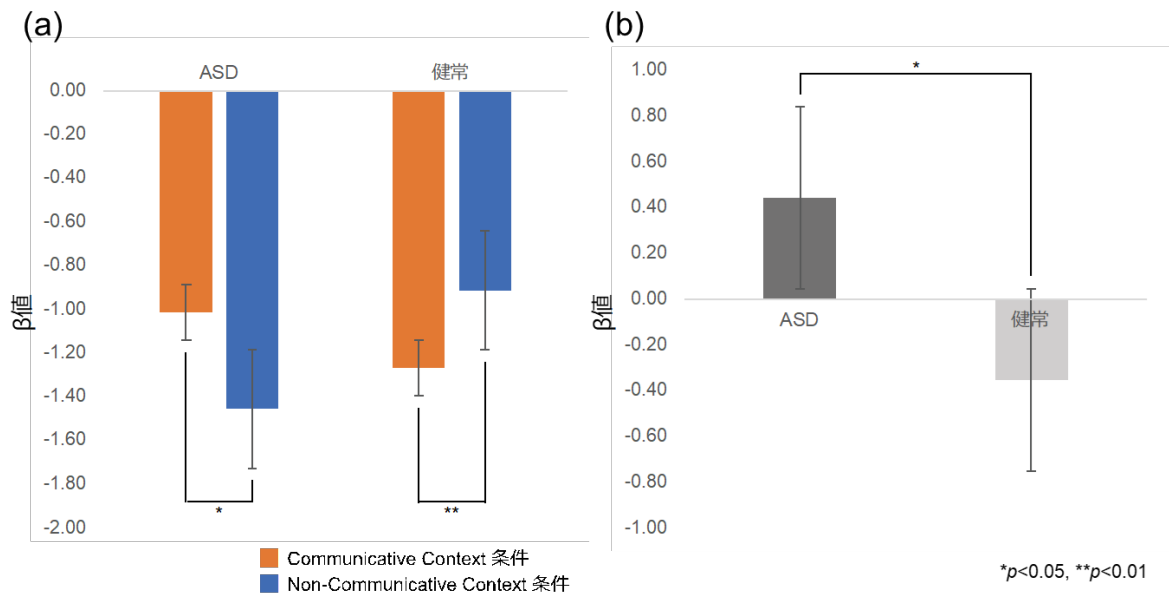


図 8 被験者群と文脈の交互作用が認められた領域(後部帯状回)の  $\beta$  値 (a)各群について各条件の後部帯状回の  $\beta$  値を示したグラフ。後部帯状回における両群、両条件の  $\beta$  値はいずれも負の値を示した。(b) 各群における後部帯状回の  $\beta$  値について、C 条件から N 条件の値を差分した値を示したグラフ。ASD 群は 0 より有意に大きく( $t(20)=3.978, p=0.001, d=0.868$ )、健常群は 0 より有意に小さい( $t(19)=-2.648, p=0.016, d=-0.592$ )ことが示された。

## 10.表

### 10.1. 表 1

表 1 本研究の被験者の年齢・知能指数・自閉症スペクトラム指数(AQ)

	ASD (n=21, 男性17名, 女性4名)		健常 (n=20, 男性16名, 女性4名)		<i>T</i>	<i>P</i>
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
年齢	30.5	7.3	27.9	6.4	1.222	0.229
全検査IQ	109.4	10.4	114.3	9.9	-1.534	0.133
言語性IQ	112.6	13.0	114.5	10.8	-0.514	0.610
動作性IQ	104.2	13.2	111.0	15.1	-1.529	0.134
自閉症スペクトラム指数(AQ)	34.1	5.0	14.7	6.5	10.818	<0.001

10.2. 表 2

表 2 各被験者群の課題成績(反応時間・正答率)

	反応時間(秒)				正答率(%)			
	ASD		健常		ASD		健常	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
C 条件	1.74	0.47	1.58	0.38	84.40	10.49	92.75	5.55
N 条件	1.95	0.49	1.68	0.32	90.24	11.90	97.13	2.72



10.3. 表 3

表 3 文脈の主効果と関連する脳領域

脳領域	MNI coordinate (mm)			<i>T</i>	<i>k</i>
	x	y	z		
内側前頭前野	6	52	20	12.19	5922
	-2	50	42	11.50	
	0	56	26	11.26	
楔前部	6	-52	26	7.82	632
下前頭回	36	22	-16	6.68	571
	54	24	6	4.65	
	34	12	-8	3.36	
上側頭回	56	-20	-6	6.57	431
角回	58	-58	32	5.48	283
紡錘状回	26	-74	-10	7.16	329
上後頭回	26	-90	10	5.77	793
	12	-98	6	5.22	
	32	-82	12	5.18	
後頭極	-22	-92	12	7.28	1019
	-12	-94	8	6.85	
	-46	-82	0	5.24	

N 条件よりも C 条件の活動が大きい領域(C 条件から N 条件の脳活動を差分した結果)の MNI 座標、t 値(*T*)、クラスターサイズ(*k*)を記載した表。統計的閾値はボクセルレベルで  $p < 0.001$  (多重比較補正なし)、クラスターレベルで  $p < 0.05$  (多重比較補正 (FWE)あり)とした。