

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 17 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24591698

研究課題名(和文)共感する脳：2 個体同時脳機能計測 - 共感の個人差からアスペルガー症候群へ

研究課題名(英文) Searching neural substrate for human empathy: a dual functional NIRS study

研究代表者

北村 秀明 (Kitamura, Hideaki)

新潟大学・医歯学総合研究科・非常勤講師

研究者番号：00361923

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000 円

研究成果の概要(和文)：人の共感に関係する脳の機能を、現実の対人世界で測定・評価することで、その個人差やそれが非定型的な発達をしていると推定される自閉スペクトラム症の患者を理解することが本研究の目的である。脳機能の測定は、2台の機能的近赤外光スペクトロスコピー装置を用いて、2人の脳機能を同時測定する方法で行った。東日本大震災の体験を面接をする側、面接をされる側を交互に行う際の前頭葉の反応と被験者の心理的特徴との相関や、ASD患者とそうでない人との比較を行った。すると、脳の反応性は協調性や勤勉性といった性格特性と相関し、患者では反応量が少ない傾向を認め、本研究で採用されたような研究方法の有用性を示唆していると思われた。

研究成果の概要(英文)：To understand typical and atypical brain functions associated with individual differences in empathy among typically developing individuals and its neurodevelopmental variants such as autism spectrum disorders (ASD), we employed dual functional near-infrared spectroscopy technique to measure simultaneously brain responses of the interacting two persons in the real world. The task used here was to play a role as an interviewer or an interviewee for personal experience about 2011 East-Japan Great Earthquake disaster. Prefrontal responses were significantly correlated with two kinds of prosocial personality traits among typical subjects and lower in ASD than in typical subjects. Dual-fNIRS technique with more ecological validity may be beneficial for human empathy study.

研究分野：精神医学

キーワード：自閉症 アスペルガー障害 自閉スペクトラム症 共感 前頭皮質 近赤外光スペクトロスコピー

1. 研究開始当初の背景

“大人の気づかない神経発達障害”の代表が、自閉スペクトラム症の1つ、アスペルガー症候群である。特に知的障害を合併しないという意味で“高機能”と呼ばれる人々は、彼らにとってはたいそう複雑な人間関係において“空気を読めない”ために、著しい心理的苦痛と社会的機能の障害を引き起こしている。アスペルガー症候群には興味の範囲がひどく狭いなど、他にも重要な特徴が存在するが、対人関係における表情や視線の使い方、言葉によるコミュニケーションの問題の解明が喫緊の課題であることに異論はない。これまで我々は、アスペルガー症候群を含む自閉スペクトラム症の扁桃体の脳代謝異常、内側前頭皮質代謝とセロトニントランスポーター遺伝子多型との相互作用、視床の局所体積減少と神経側性や臨床特徴との相互作用、フラクタル解析による脳回構造の複雑性など、自閉スペクトラム症の病態と物質・脳形態との関係を追及してきた。

しかし自閉スペクトラム症の患者の現実世界での困難性を日々観察する中で、環境と相互作用する中での対人機能の障害の解明が本質的に重要であると考え、最近では他者の視線の認知に関する脳磁図計測 (= 脳の神経細胞の電気的活動を局所的な磁場の変化として捉える特殊な方法) を行っている。その結果から、患者でない人々が誰でも幾らかは持つ自閉スペクトラム症の特徴の個人差により、視線の認知に動員される脳活動のパターン大きく異なることが分かってきた。このように従来から行われてきた精密な実験室での研究により、様々な成果が得られているわけであるが、このような“人工的”な実験環境から得た研究成果は、必ずしも日常環境での患者の障害性を正確に反映しているとは限らない。人工物によるバーチャルな対人関係を、現実世界におけるそれと同等であるとみなすことはできないのである。実験条件を厳密に制御できる実験室の利点は否定できるはずもないが、“生態学的妥当性”という点においては問題がある。そこで人と人が現実世界で相互作用する時の脳の機能状態をリアルタイムに同時計測することができれば、アスペルガー症候群の現実の対人機能障害の解明に大きく寄与できる可能性があり、実はすでにそのような試みが始まりつつある(例えば定藤らによる同時計測高磁場磁気共鳴画像を用いた共同注意の研究)。

2. 研究の目的

本研究では共感をキーワードに、2個体の脳の相互作用を研究する。適切な課題設定を行えば、被験者間に共感が生じさせ、その時に作動している脳機能とその局在を推定することができる。最近では感情の心理学と脳科学、進化論の影響を受け、感情と密接に関係する共感概念は次のように整理される。

A. 共感の分類

- 並列的共感 vs. 応答的共感
- 反射的共感 vs. 意識的共感
- 資質共感 vs. 場面共感
- 特性共感 vs. 状態共感
- 基本的共感 vs. 訓練された共感
- 本能的共感 vs. 意図的な共感

B. マインド・リーディング

- 感情 (= 共感)
- 感情シミュレーション
- 行動
 - 情動的共感: 無意識的・自動的
 - 認知的共感: 状況・対象依存的、他者理解、役割取得、視点取得
- 意図-心の理論

上図Bの階層構造では、共感はいくつかの脳機能の一部に分類されており、感情の予測に共感を、意図の予測に心の理論を当てている。心の理論の障害仮説は、高機能例に対して特に説明力が高い仮説と言われる。しかし他人の意図の理解の障害がほとんど目立たず、むしろ図Bにおける共感の障害から対人関係に苦しむ患者が少なくない。

3. 研究の方法

(1) 対象・セッティング

対照

大学コミュニティ内で被験者ボランティアを広告する。協力患者リストの情報を利用して、患者と個別に性と年齢がマッチするように工夫する。自閉特性の弱い者から強い者まで、40~50名程度募る。

患者

病院以外に、教育学部の研究協力者を介して家族会にも研究協力の依頼をして、自閉スペクトラム症患者を20名程度募る。

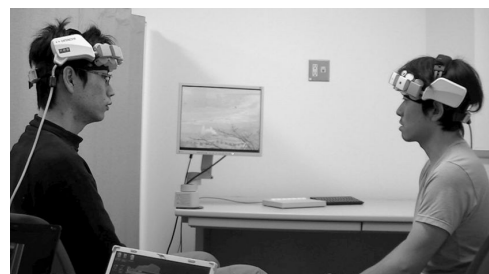
(2) 課題・実験デザイン

対照課題

人によって、あるいは自閉スペクトラム症の有無によって、課題の種類に非依存的に脳の反応性がそもそも異なる可能性があるため、言語流暢性課題 (= 語頭音をヒントに制限時間内に単語の算出を求める。例えば「あ」を先頭に持つ単語を60秒間になるべく多く言う: 「雨、遊び、明るい・・・」) を対照課題として別に実施する。

共感課題

体験量のある程度推定できる東日本大震災の被災映像を直前に提示してから、被験者の東日本大震災への関心と記憶を喚起させる。その後、二人の被験者(対照どうし、または対照と患者)が対面し、交互に東日本大震災の体験を語る。役割が指定され、はじめに片方がインタビューする側(もう片方がされる側)、2分後に役割を交代して、今後は片方がインタビューされる側(もう片方はする側)となる。順番は被験者間でカウンターバランすする。



(3) 近赤外光スペクトロスコピー計測

前項の図のように、脳機能の非侵襲的測定は、2 台の機能的近赤外光スペクトロスコピー装置を用いて、相互作用する 2 人の脳機能を同時測定する手法 (Dual-fNIRS) で行う。解析は汎用 NIRS 装置との共通解析プラットフォーム POTATo (日立) を、技術計算ソフトウェア MATLAB 上で稼働させ利用する。

(4) 併せて測定する変数

共感機能の心理行動的評価

Dual f-NIRS の所見との相関解析を行い、併存的妥当性を検証する。多次元評価尺度：視点取得、空想、個人的苦悩、共感的配慮の 4 つの下位概念から構成される。他者の存在の認知、他者の立場に立つ能力、他者の考え方や感情を知る能力。情動的共感性尺度：感情的暖かさ、感情的冷淡さ、感情的被影響性の 3 因子からなる。多次元評価尺度よりも、共感の情動的側面の評価に重点を置いている。共感経験尺度：2 つの下位概念から構成され、過去の共有経験と共有不全経験を聞く。

神経心理学的評価

Dual f-NIRS の所見が、低次の認知機能でどの程度説明可能か推定する。最新の Repeatable battery for the Assessment of Neuropsychological Status (RBANS) 日本版を用いる。尺度の信頼性と妥当性は高い。統合失調症などへの応用はあるが、アスペルガー障害での研究はない。

自閉特性の定量

Baron-Cohen らの Autism Quotient (AQ) の日本語版 (若林明雄ら 2004) を用いる。この尺度の信頼性と妥当性は高い。AQ は非臨床群と臨床群で各正規分布をなすが、非臨床群の高得点者と臨床群の低得点者は一部重複している。非臨床群を対象とするアナログ研究を同時に行う根拠となる。共感機能についても、対照の高得点者は、アスペルガー症候群と類似の特性を有するかもしれない。患者については Childhood Autism Rating Scale (CARS) の日本語版で重症度評価を行う。

性格特性の定量

特性 5 因子モデル (ビッグ・ファイブ) に基づいた NEO-FFI を用いる。共感を特性として理解する見方に立てば、共感の個人差は性格特性とも言える。外向性、神経症傾向、誠実性、調和性、開放性のうち、調和性の低さと精神病質との関係が研究されてきたが、自閉特性の文脈で共感との関係を追及した研究は少ない。

4. 研究成果

(1) 予備実験

Dual-fNIRS 実験系の確立のために、まずは 20 名の対照において、携帯型・無線通信内臓の NIRS 装置を 2 人の被験者に同時に装着し、生態学的に自然な対人状況で共感授受と相互作用に関連する脳活動の動態解析を行った。課題は東日本大震災の被災状況やそ

の時の感情をお互いに語り合うもので、関心領域の吻側前頭前野皮質 (RoPFC) を、両半球 10 個の近赤外光プローブで測定した。Raw data を計測ソフトウェアから CSV 形式でエクスポートし、その時系列データにトレンド補正、円滑化等の前処理を施した後、課題負荷による OxyHb の変化量を統計解析した。結果、うなずきやジェスチャーに対する教示を十分行い、実験補助者を被験者近傍に配置することで被験者の頭部動揺を最小限に抑制することができた。関連が最も明確であった変数は 5 因子モデルの性格特性で、対照者では内側 RoPFC の増加量は協調性と勤勉性の向社会的特性と正相関した。一方、ペアの一人が患者の場合は内側 RoPFC の OxyHb 増加量が少なく、協調性や勤勉性との相関が認められなかった。非対人状況下での流暢性課題では、対照と患者に OxyHb 増加量の差を認めなかったことは、単なる脳反応性の個人差で結果を説明することは難しく、本研究における Dual-NIRS パラダイムの有用性を示唆していると思われた。

(2) 本実験

50 名の定型発達者の対照 (男性 26 名で平均 24 歳、女性 24 名で平均 21 歳、AQ 得点はいずれも平均 20 点) と、14 名の自閉スペクトラム患者 (男性 8 名で平均 23 歳、女性 6 名で平均 22 歳、AQ 得点はいずれも平均 36 点) が本実験の被験者である。

予備実験で有意な結果を得た内側の吻側前頭前野皮質 (RoPFC) は、両半球 10 個の近赤外光プローブから得た課題依存性酸素化ヘモグロビン増加量 (OxyHb) に対する因子分析からも独立した因子として抽出されたことから、外側部とは異なる反応パターンを示すと言えた。そこで定型発達者の心理測定変数との相関や、定型発達者と ASD 患者の群間比較を、この部位について検討した。結果、対照 50 名における OxyHb 増加量は、特性 5 因子モデル (ビッグ・ファイブ) の協調性や勤勉性といった向社会的パーソナリティ特性の評価得点と正相関した。群間のサンプル数が不均一 (対照 50 名、患者 14 名) であったものの、ASD 患者群でより増加量が少ない傾向を認めた。共感機能解析における Dual-fNIRS を用いた生態学的手法の有用性を概ね支持するものと思われた。

ただし、共感機能の心理行動的評価と神経心理学的評価については、有意な関係は見出されなかった。しかし対照では AQ 得点が高いと共感尺度が低く注意得点も低い傾向があり ($0.05 < p < 0.1$)、患者群は対照群よりも同じ傾向が強い傾向を認めた ($0.05 < p < 0.1$)、統計パワーを増せば有意な関係を見出せるかもしれない。

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計5件)

Kitamura H, Egawa J, Someya T: Developmental prosopagnosia referred to outpatient psychiatric service. Psychiatry Clin Neurosci (査読有) 69, p238, 2015. DOI: 10.1111/pcn.12233

Egawa J, Watanabe Y, Endo T, Kitamura H, Someya T: Possible association between the oxytocin receptor gene and N-acetylaspartate of the right medial temporal lobe in autism spectrum disorders. Psychiatry Clin Neurosci (査読有) 68, p83, 2014. DOI: 10.1111/pcn.12087

Hasegawa N, Kitamura H, Murakami H, et al. Neural activity in the posterior superior temporal region during eye contact perception correlates with autistic traits. Neurosci Lett (査読有) 549, p45-50, 2013. DOI: 10.1016/j.neulet.2013.05.067

Hasegawa N, Kitamura H, Murakami H, et al. Altered activity of the primary visual area during gaze processing in individuals with high-functioning autism spectrum disorder: A magnetoencephalography study. Neuropsychobiology (査読有) 68, p181-188, 2013, 181-188. DOI: 10.1159/000354866

Tamura R, Kitamura H, Endo T, et al. Decreased leftward bias of prefrontal activity in autism spectrum disorder revealed by functional near-infrared spectroscopy. Psychiatry Res Neuroimaging (査読有) 203, p237-240, 2012. DOI: 10.1016/j.pscychresns

[学会発表](計4件)

Hasegawa N, Kitamura H, Murakami H, et al. Neural activity in the posterior superior temporal region during eye contact perception correlates with autistic traits. 11th World Congress of Biological Psychiatry, 2013.6.26, Kyoto.

Kitamura H, Shindo M, Tachibana A, et al. Dual functional-infrared spectroscopy (1): Technical consideration. 11th World Congress of Biological Psychiatry, 2013.6.26,

Kyoto.

Shindo M, Kitamura H, Tachibana A, et al. Dual functional-infrared spectroscopy (2): An application in face-to-face conversation. 11th World Congress of Biological Psychiatry, 2013.6.26, Kyoto.

長谷川直哉, 北村秀明, 村上博淳, 他. 自閉症スペクトラム障害における一次視覚野優位の視線認知処理. 第34回日本生物学的精神医学会, 2012年09月29日, 神戸国際会議場(兵庫県・神戸市).

[図書](計0件)

[産業財産権]
出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]
特記事項なし

6. 研究組織

(1)研究代表者
北村 秀明(KITAMURA, Hideaki)
新潟大学・医歯学総合研究科・非常勤講師
研究者番号: 00361923

(2)研究分担者
飯島 淳彦(IIJIMA, Atsuhiko)
新潟大学・自然科学系・准教授
研究者番号: 00377186

(3)連携研究者
なし