

1. 心を見る MRI : fMRI を用いた自己・他者理解の研究を通じて

守口善也

国立精神・神経センター 精神保健研究所 心身医学研究部

MRI for reading mind : An fMRI study of recognition of self and others

Yoshiya Moriguchi

Department of Psychosomatic Medicine, National Institute of Mental Health,
National Center of Neurology and Psychiatry

Abstract

Alexithymia, proposed as a common personality trait in psychosomatic patients, is characterized by difficulty in identifying and describing the feeling of the self. On the other hand, alexithymia has also been found in a broad spectrum of psychiatric disorders featured by a dominant disability of recognition of others' mental states or intentions, suggesting common (neural) components of representing self and others. Using fMRI, we investigated the neuronal basis of 1) mentalizing, 2) empathy (observing and judging others' pain), and 3) the mirror neuron system in alexithymia. The results from the mentalizing study showed an attenuation of activity within the right medial prefrontal cortex (MPFC) in the group with high alexithymia. Across subjects, activity within the MPFC correlated positively with the mentalizing score and, most prominently, the 'perspective-taking' score. In the pain-perception study the alexithymia group showed attenuation of cerebral activity within the dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC), dorsal anterior cingulate cortex (dACC), dorsal pons and cerebellum in response to painful pictures. Furthermore, alexithymic participants scored lower on the pain ratings and on the scores related to mature empathy. The alexithymia group showed rather stronger activity in mirror neuron network, suggesting that individuals with alexithymia incline to a more basic level of understanding of others' intentions. Together these studies highlight a common neural component supporting the understanding of the self and others.

Keywords : Alexithymia, fMRI, Mentalizing

fMRI について

現在、磁気共鳴画像 (magnetic resonance imaging : MRI) が、脳神経疾患の診断・治療に多く利用されている。生体は約70%が水分で、脂肪を含めると約90%であるが、MRIは人体を強い静磁場(通

常1.5～3T)におき、それにRF (radiofrequency)パルスと呼ばれる電磁波を加え、水および脂肪を構成する水素原子核を共鳴させることで画像化するものである。

近年の画像技術の進歩により、このMRIを用いて、脳内の構造のみならず、神経活動を画像

化する手法が普及しつつある。特に機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) は、高い時間分解能と空間分解能をもち、比較的安全な検査法とされている。fMRI は、BOLD (Blood Oxygen Level Dependent) 効果と呼ばれる原理を利用し、脳の賦活化された領域で血流が変化したことによる磁化率変化を捉えている。以前より、単光子放射型断層撮影 (single photon emission computed tomography : SPECT) や陽電子放射断層撮影 (positron emission tomography : PET) などが神経活動評価に用いられていたが、fMRI は、放射性物質や造影剤を使うことなく、一般的に普及している MRI 装置にて非侵襲的に検査可能であり、PET、SPECT に比して時間・空間分解能 (解像度) が高く、また反復測定が容易であるというのが最大の特長である。

一方 S/N 比が小さく、静磁場強度が 1.5T の場合で 2~3% 程度の MRI 信号値の変化により脳賦活を描出しなければならないことが短所としてあげられる。また、時間分解能は測定している対象が血流変化であるため秒単位であり、Magnetoencephalography (MEG) や Event-Related Potential (ERP) といったミリ秒単位の分解能のものには及ばない。また、拍動や体動などによるアーチファクトや、副鼻腔の含気と接することによる磁化率アーチファクトのため、眼窩前頭野、前/下内側側頭葉などの部分は撮像が困難なことがある。また、PET が血流を直接測定しているのに対し、fMRI では血流の変化を BOLD 効果を用いて間接的に測定している点が挙げられる。

fMRI の原理

fMRI の原理である BOLD (blood oxygen level dependent) 効果は、1990 年に Ogawa らによって発見された¹⁾。血液中には、酸素と結合したヘモグロビン (酸化型ヘモグロビン ; Oxy-Hb) と、結合していないヘモグロビン (還元型ヘモグロビン ; Deoxy-Hb) が存在する。Deoxy-Hb は常磁性体で、周囲の組織との間に磁場不均一性を生じ (T2*緩和を促進)、MRI の信号を低下させる。安静時では、脳内の静脈血にある Deoxy-Hb により、賦活時に比べ相対的に MR の信号が低下している。ここで、被験者がなんらかの感覚的な刺激を受けるなどして、相応する神経細胞群が賦活され、課題を実行

したりすると、局所の動脈血が増加する。その際、血流の増加に対して、酸素消費量の増加は少ないため、毛細血管~静脈では相対的に Deoxy-Hb が減少する。よって局所の信号強度が増加し、賦活脳部位が画像化できる。MRI 撮像の方法としては、高速撮像法のひとつの EPI (echo planar imaging) 法を用いることにより、全脳の 3 次元の T2*強調画像が数秒ごとという高い時間分解能で得られる。

医学領域での fMRI を用いた測定の実際

先述の通り、fMRI は、ある刺激を受けた時や課題施行時の局所の脳賦活に伴う血流増加を間接的に測定するものである。その際に、患者群と健康者群の fMRI データを統計的に比較することにより、疾患に関わる脳局在・脳機能異常に迫ることが可能である。多くは、①ある課題・刺激を処理する能力が低下しているため活動が過剰になる、あるいは低下する②正常とは違う系統によって処理している、ことなどを示し、脳機能の局在理論をもとに考察することが多い。

測定のデザインとして、瞬間的な施行ごとの脳活動の変化を測定する事象関連デザイン (event-related design)、および、従来 PET などでも使用されてきたデザインとして、ある一定時間に事象を集合させた block ごとの脳活動の状態を測定するブロックデザイン (block design) がある。

また、どのような統計的な比較をするかについては、categorical design (subtraction)、parametric design、factorial design の 3 種がある。categorical design は最も基本的な方法で、課題条件とコントロール条件間で信号値の差をみるものである。parametric design では、認知的/運動的要因を施行において連続的に変化させ、そのパラメータと MR 信号との相関を検討する。Factorial design は、例えば相互作用をみる 2×2 ANOVA model など、あるひとつの要因が他の要因に対して及ぼす影響などの評価に用いられる。

fMRI のデータ解析については、現在もっとも多く使われているのが SPM (Statistical Parametric Mapping, Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London, UK) というフリーウェアである。SPM は MATLAB (Mathworks 社) という行列計算ソフトのマクロとして開発されたも

ので、MATLABが動作可能な環境であればOSを問わず使用可能である。解析の流れは、各スキャンごとの位置ずれを補正し (Realignment)、個々人で異なる脳の形状を、標準脳 (Montreal neurological institute (MNI) template) に変換する (Normalization)。S/N比を改善するためにfilterによってなめらかな画像にし (Smoothing)、数秒ごとのtime courseに沿った、全脳の、複数のEPI画像のseriesを得る。Seriesは、各ボクセルvoxel (脳を数mmごとに空間的に小さく区切った単位)ごとに検定が行われ、課題・刺激に相応して活動すると仮定したデザイン (Design matrix) に沿って、統計的に有意にBOLD信号の変動がある部位が脳賦活部位として描出される。

fMRIを用いた研究例 —自己の情動認知の障害における、 他者理解について

研究の背景

自己・他者の心を理解することは、臨床的に非常に重要なことである。例えば、自己の心の理解は、内省や心理療法の基礎であり、情動の制御やストレスコーピングに不可欠である。さらに、他者の心の理解は、社会的・対人関係的なコミュニケーションを保つためになくてはならないものであり、メンタルヘルスの立場からも重要な認知的スキルである。そして、こうした能力の欠如は、精神科的・心身医学的な疾病の発症・維持・憎悪に関与していると推察される。

アレキシサイミア²⁾は、心身症に関わる性格特性として臨床的に提唱された概念で、自己の感情の気づきや表象の困難という、自己の情動処理障害を特徴とするものである。このアレキシサイミアを伴った精神・心身疾患を有する患者は、心理療法に抵抗性のあることが知られている。アレキシサイミアは、健常群より患者群の方がその傾向が高く、情動処理の障害を通じて、心身の症状の発症・憎悪に関わっているとされる。アレキシサイミアは、自己表象に関わる概念であるが、他方、さまざまな精神疾患には他者表象の障害も認められる。特に、自閉症スペクトラム群では、「心の理論」のような他者の心的理解の障害が顕著に認められるとされ³⁾、さらに統合失調症、境界例、サ

イコパスなどの疾患群においても、心の理論や共感などの他者理解のコンポーネントが障害されていることが報告されている⁴⁾。

一方、自己・他者の理解の障害を統合的に考えると、自分を理解するということと他者を理解するということには、何らかの共通項があることが概念的に予想できる。また最近では、さまざまな他者表象が自己の相応するニューラルネットワークの一部を用いて行うということが報告され (特にミラーニューロン⁵⁾やshared representation⁶⁾)、自他表象の共通の神経基盤があることがわかる。発達心理学・乳幼児精神医学などが現在到達している成果からは、自己・他者認識の形成は表裏一体と考えられる。以上より、アレキシサイミアの形成には他者理解・表象能力の障害の関与も推察される。そうした推察は、アレキシサイミアにおける表情認知の障害、他者理解の障害を特徴とする疾患群 (ASD, 統合失調症、境界例、サイコパスなど)における高アレキシサイミア傾向などからも支持される⁴⁾。

アレキシサイミアの傾向を測定する質問紙 (TAS-20)を用いた研究では、10歳代から30歳代まで、年齢が進むに従ってその得点が減少していくことが示され⁷⁾、自己の感情の気づきや表象、そしてそれに関連したアレキシサイミアの形成は、発達の要素を含むものであることが予想される。よって、発達における自己・他者の表象の形成過程を考えれば、アレキシサイミアにおける他者理解の障害も考えられる。このことについて検討をすることは、ひいては自己と他者の理解の共通項がどのような要素によって成り立っているかを指し示すものとなると考えられる。

ここでは、アレキシサイミアにおけるさまざまな他者理解 (心の理論、共感、ミラーニューロン)の神経学的基盤を探ることによって、自他の認識の共通の基盤がどのような要素によって成り立っているのかについて検討した。

方法

この研究の実施に際しては、国立精神・神経センターの倫理委員会の承認を得ており、さらに被験者に十分な説明のもと、インフォームドコンセントを得て行った。

被験者

まず、310人の健常大学生に、自記式質問紙 Toronto Alexithymia Scale (TAS-20^{8,9)}) を施行した。その中で、アレキシサイミアに関してなるべく大きい分散を得るように、上位25% (得点>60, n=20), 下位25% (得点<39, n=18) を選び、この38人に対してfMRI, 各種自記式質問紙(下記), そして構造化面接 [modified edition of the Beth Israel hospital psychosomatic questionnaire (SIBIQ¹⁰⁾ 下記参照), the mini international neuropsychiatric interview (MINI¹¹⁾)] を施行した。すべての被験者はMINIにて心身の疾病を持たないことが確認され、さらにSIBIQにてアレキシサイミアの有無に関して面接にて確認し、SIBIQとTAS-20の得点の著しい乖離がある被験者群(高いTAS-20で低いSIBIQの4名, 及び低いTAS-20で高いSIBIQの4名)を除外し、グループ間比較の検定においては、この2グループ[アレキシサイミア(n=16 ALEX)とコントロール(n=14 NALEX)]を用いた。

心理評価尺度

アレキシサイミアの評価尺度としては、自記式のものとして、TAS-20^{8,9)} (日本語版^{7,12)}) を選択した。これは20問からなり、5段階のLikert scaleで評価され、3つの下位尺度を有する。構造化面接としてはSIBIQを施行した。これはthe Beth Israel hospital psychosomatic questionnaire¹³⁾ を基にして、心身症の疾病を有する被験者にその症状への気持ちを訪ねてスコア化していくものである。原版のSIBIQは患者群を対象とするものである。本研究においては、健常群にも適応できるように、本人が体験したライフイベントでの気持ちをインタビューする形式に改変した。アレキシサイミアに精通した験者がインタビューした上で、自己の情動の認知・表出に関する能力に関する12項目において7段階の評価を行い、その合計得点(アレキシサイミア傾向)を求めた。

共感性の尺度としては、The interpersonal reactivity index (IRI¹⁴⁾ ; 日本語版¹⁵⁾) を使用した。以下の4つの下位尺度よりなる。1) empathic concern (他者への共感的関心), 2) perspective taking (他者の視点を取得する), 3) fantasy (想像性), 4) personal distress (個人的苦痛: 他者の苦悩へのネガティブな反応)。1) と2) は、より理想

的な対人関係に関連するとされる。

fMRI

アレキシサイミア(n=16 ALEX)とコントロール(n=14 NALEX)の被験者を対象にfMRIを用いて、他者理解に関わる3つの課題での脳賦活を測定した。MRIは1.5-T Siemens Magnetom Vision Plus Systemを用い、BOLDの原理を用いて、gradient echo-planar imaging (EPI) の時系列データを得た。同時に構造画像をmagnetization-prepared rapid gradient echo (MPRAGE) sequence (TE/TR, 4.4/11.4 ms; flip angle, 15 degree; acquisition matrix, 256 × 256; 1 NEX; FOV, 31.5 cm; slice thickness, 1.23 mm)を用いて撮像し、被験者の脳画像データの解剖学的標準化に用いた。課題画像・アニメーション・動画の提示にはblocked designを用い、解析にはSPM2を使用した。

<課題1>他者理解(「心の理論」)課題⁽¹⁶⁾参照

他者の心の動きを類推したり、他者が自分とは違う信念を持っているということを理解したりする機能を、「心の理論 (Theory of Mind)」[「mentalizing」という¹⁷⁾。大小2つの三角形がまるでヒトの様にお互いに交流を持ちながら動くという無声のアニメーションを提示し、被験者には、2つの三角形がお互いに何を考え、何をしているのかというように三角形の内面的な意図・考え・気持ちなどを推察しながら見てもらう¹⁸⁾。fMRI施行後、撮像中にどんなことを考えたかインタビューし、三角形の意図のくみ取りの度合いをスコア化した。コントロール課題には、2つの三角形が相互交流なくランダムに動くアニメーションを用いた。

EPIの撮像パラメータは、TR 4000 ms; TE 60 ms; flip angle 90度; in-plane resolution 3.44 × 3.44 mm; FOV 22 cm; 64 × 64 matrixで、4 mmのgaplessスライスで、120個の全脳のEPI画像を得た。

<課題2>古典的ミラーニューロン課題^(19,20)参照

ミラーニューロンは、サルの前頭葉(F5 (ブローカ・腹側の運動前野に相当))で当初見いだされ、自分が運動するとき活動するだけでなく、ヒトが行う同じ運動を見ているときにも共通して活動する神経で⁵⁾、相手の運動制御の内的な状態を、自分の運動の表象を使ってリハーサルすることで推定して模倣し、他者の行動の意図の理解の基礎となっ

ている可能性が考えられている。課題としては、ペンやコップといった日用品に手を伸ばしてつかもうとする動画を受動的に注意深く見てもらうという課題である²⁰⁾。コントロール課題は、同じ画面上の配置に、課題と同じスピードで動くマジックハンドの動画を使用した。撮像パラメータは課題1と同様である。

<課題3>他者の痛みへの認知的共感課題⁽²¹⁾参照)

日常生活で起こりうる範囲で、登場人物（の手や足）が何らかの痛み（機械的・温度的・圧力的）を受けているカラー写真²²⁾を提示し、それがどの程度痛いかを4段階でスケールしてもらおうというものである。コントロール課題には、手足と物体の位置関係は同じであるが、痛みを全く受けていない画像を用いた。撮像のパラメータはTR 4000 ms ; TE 40 ms ; flip angle 90度 ; in-plane resolution 3.44×3.44 mm ; FOV 22 cm ; 64×64 matrix で、3mm (0.3mm gap) のスライスで、208個の全脳のEPI画像を得た。

結果

<課題1>

他者理解(心の理論)に関わるアニメーション課

題においては、アニメーションの三角形の意図のくみ取りのスコアは、ALEX群の方が有意に低かった（「意図性」NALEX平均17.2（標準偏差1.9）> ALEX 14.9（3.5）, $T=2.31$, $p=0.030$ ；「適切性」NALEX 9.5（1.7）> ALEX 7.9（1.9）, $T=2.34$, $p=0.026$ ）。コントロール課題とfMRIで脳活動を比較すると、ALEX, NALEXの2群に共通して、内側前頭前野、側頭－頭頂結合、側頭極・扁桃体周囲に有意な活動が見られ、従来の報告と一致した（Fig.1a）。さらにグループ間で比較すると、ALEXにおいては、内側前頭前野の賦活低下がみられた（Fig.1b）。さらにこの部位の脳活動はIRIのperspective-takingと正の関係を認めた（Fig.1c）。

<課題2>

ミラーニューロン課題においては、コントロール課題と比較すると、前運動野、あるいは頭頂葉をはじめとするミラーニューロン関連領域の賦活が見られた（Fig.2a, b）。ALEXではこの領域はNALEXに比して、むしろより賦活しており（Fig.2c）、その脳活動はIRIのperspective-takingとは負の相関を示していた（Fig.2d）。

<課題3>

他者の痛み画像に対する認知的評価の課題に関

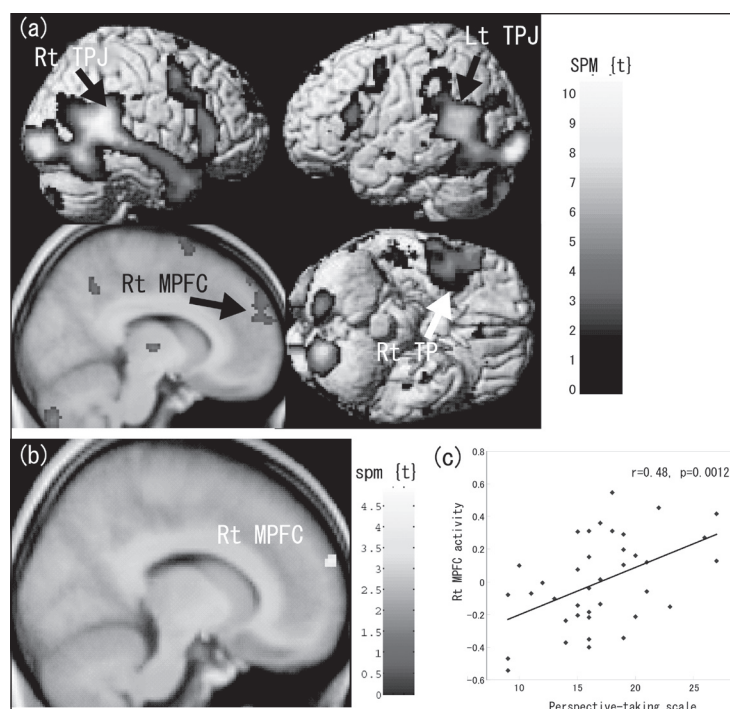


Fig.1

Brain activation in response to a mentalizing task and its attenuation in alexithymia (adapted from¹⁶⁾)

- a : Brain activation in response to a mentalizing animation task. MPFC : medial prefrontal cortex TPJ : temporo-parietal junction TP : temporal pole
- b : Lower neural activation of MPFC in alexithymia group.
- c : Positive correlation between neural activity in MPFC and perspective-taking scores.

しては、ALEXの方が、NALEXに比べて痛みを有意に低く評価していた。(NALEX 平均23.8(標準偏差3.0), ALEX 21.0 (4.3), $T = 2.08$, $p < 0.05$). fMRIを用いて、課題に対する脳活動を、コントロール課題に対するそれと比較すると、背側前帯状回、島前部、中/下外側前頭前野、中心溝後部(1次感覚野)、下頭頂葉(2次感覚野)、視床、脳幹(橋背部/中脳)、小脳など、実際に自己が痛みを受けているようなpain matrixにおいて脳賦活が認められた(Fig.3a)。そのpain matrixの中で、ALEXでは、NALEXに比して、前帯状回、背外側前頭前野などのより認知的で実行的な情動処理の領域における機能低下が認められた(Fig.3b)。島皮質/下前頭野など情動に関わりの強いところは、逆に脳活動はALEXでより亢進していた(Fig.3c)。

考察

ここでは、臨床的な知見から得られた概念のひとつで、自己の情動の認知・表出の障害であるアレキシサイミアを自己認知の障害の一つのモデルととらえ、アレキシサイミアを対象に様々な他者理解のコンポーネント(心の理論、共感、ミラーニューロン)の神経学的基盤を探ることによって、

自他の認識の共通の要素について検討した。まず、心の理論課題においては、アレキシサイミアではスコアが有意に低く、mentalizingの機能低下があることがわかり、さらにその機能低下は右の内側前頭前野の脳活動の相対的低下によって表現され、さらに同部位は、perspective-takingの能力と最も関係があった。これは、自己・他者認知の共通のコンポーネントを表していると考えられる。従来の報告からも同部位が自他の認識・区別などに関わっている知見があり¹⁷⁾、本研究でこの部位がperspective-taking得点と相関があったことは、きわめて妥当なことと考えられる。自己、及び他者の心を表象することは、「自分とは一端離れた視点perspectiveを持つ」点において共通しており、つまり、自己の認知の障害(アレキシサイミア)は、自己の「客体化」および「メタ認知meta-recognition」の障害に含まれるのではないかと考えることもできよう。

他方、ミラーニューロン課題に関しては、より活動が低下していた。ミラーニューロンは、観察された他者の動作と、脳内の自己の動作に関するネットワークを重ね合わせることによる、模倣のメカニズムによる他者理解であり、自他の区別を

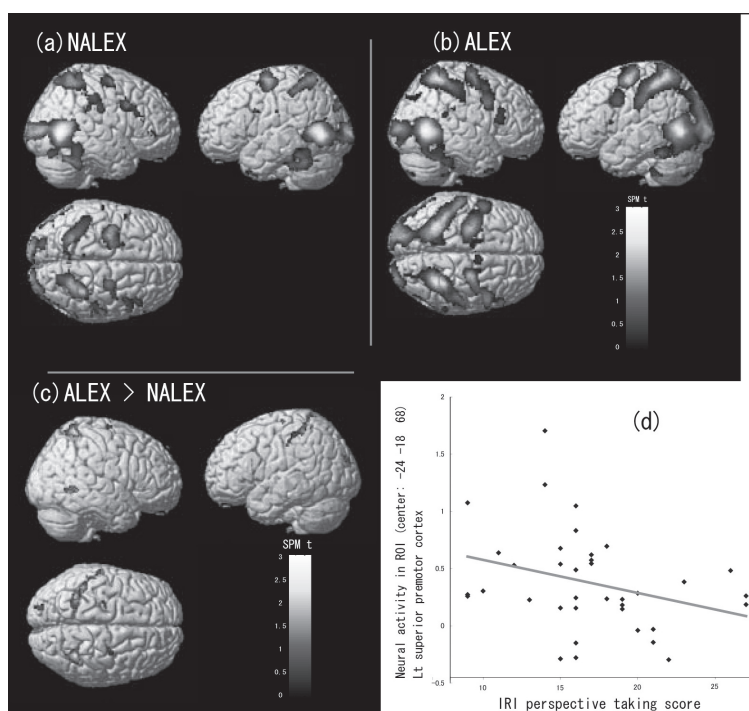


Fig.2
Brain activity regarding mirror neuron system in alexithymia (adapted from¹⁹⁾)

Neural activity during observation of movies of goal-directed hand movement in (a) control group and (b) alexithymia group (premotor and parietal cortex)

c: Increased neural activity in premotor and parietal cortices in alexithymia group.

d: Negative correlation between neural activity in the left premotor cortex and perspective-taking scores.

つけるという点は問題にせず、より原始的なものであると思われる。アレキシサイミアで、この古典的ミラーニューロンのような、自他をオーバーラップさせる、より原始的・生物学的な他者理解のメカニズムに頼りがちであるということは、前述のperspective-taking、あるいはメタ表象のような、より自他の区別をつける認知的能力とは異なるものと考えられる。さらに、この領域の脳活動がperspective-takingとは負の相関を持つことから考えても、この古典的ミラーニューロンが、発達段階において、前述のmentalizingの能力を獲得するための前駆体とは成り得るが、より原始的な他者理解のコンポーネントであることが推察される。

fMRIを用いた痛みに対する認知的な共感に関しては、大変興味深いことに、他者の痛みの画像を観察した場合、自分が痛みを受けていなくても(感覚野をも含む)自分が痛みを受けたときに活動するネットワーク(pain matrix)が作動することが認められた。これは自他の表象の共通項(shared representation)を表していると考えられる。アレキシサイミアのグループでは、登場人物が受けている痛みの評価点数が低く、痛みに関する共感

機能の何らかの低下があることがわかる。さらにfMRIを用いたグループ比較では、アレキシサイミアにおいては、pain matrixの中でより認知的な領域における脳活動の低下が認められた。アレキシサイミアは時に日本語で「失感情症」と訳されるが、決して無感情といったものではなく、感情の同定や表現などに関わるより認知的な障害であると考えられる。

結論

アレキシサイミアを対象に、他者理解に関わる課題を用いて脳機能画像研究を行った。自己、及び他者の心を表象することは、自分とは一端離れた視点perspectiveを持つ必要がある点において共通しており、アレキシサイミアにおける自己の客体化およびmetacognitionの障害が示唆された。さらに、認知的な、とりわけ実行機能・感情の制御に関する領域の活動低下も認め、アレキシサイミアには、神経学的にも種々の他者の認知障害の関与が示唆された。自己・他者の理解の障害は相互に密接に関係しており、その共通項はより心身症や精神障害に重要な意味を持っている、と考えられた。

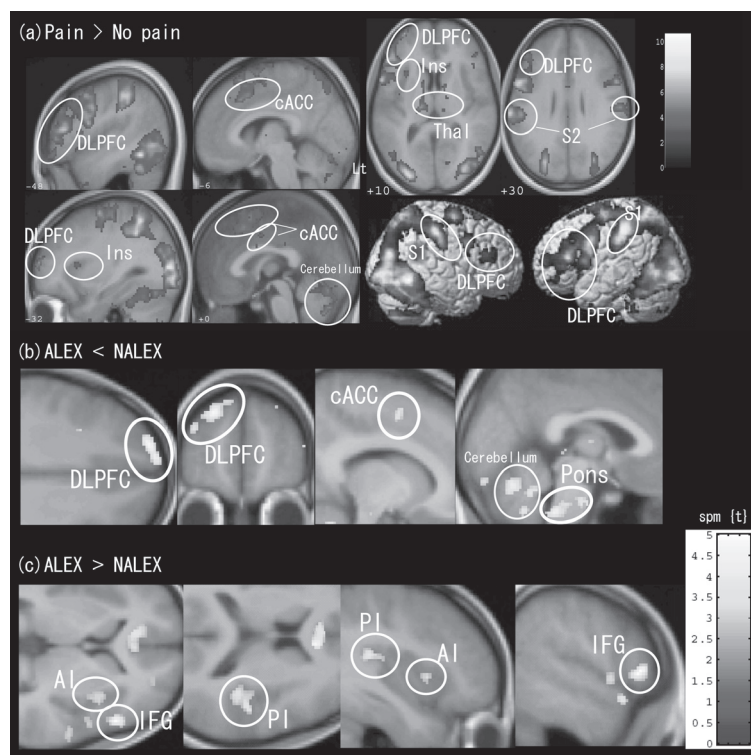


Fig.3
Brain activation during observing and judging of pictures depicting persons under painful conditions (adapted from²¹⁾)

a : Brain activation during observing and judging of pictures depicting persons under painful conditions

b : Brain regions showing decreased activation in alexithymia

c : Brain regions showing increased activation in alexithymia

DLPFC : dorsolateral prefrontal cortex

Ins : insula

AI : anterior insula

PI : posterior insula

IFG : inferior frontal gyrus

Thal : thalamus

cACC : caudal anterior cingulate cortex

S1 : primary sensory cortex

S2 : secondary sensory cortex

脳機能画像解析は、認知心理学的・実験心理学的手法を用いて、ある課題に応じて変化する脳活動を解析することが可能であり、脳の局在論、従来の研究結果との異同等を解釈の根拠にする。小児にも場合によって適応可能であり、また行動や表現型にはない変化も捉えられることがある。臨床的応用も一部で行われているが（脳外科術前評価など）、まだ発展途上で、今後の課題である。

●文献

- 1) Ogawa S, Lee TM, Kay AR, et al : Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation. *Proc Natl Acad Sci USA* 1990 ; 87 : 9868-9872.
- 2) Sifneos P : Short-term psychotherapy and emotional crisis. Cambridge, MA : Harvard University Press ; 1972.
- 3) Frith U : Social communication and its disorder in autism and Asperger syndrome. *J Psychopharmacol* 1996 ; 10 : 48-53.
- 4) Decety J, Moriguchi Y : The empathic brain and its dysfunction in psychiatric populations : implications for intervention across different clinical conditions. *Biopsychosoc Med* 2007 ; 1 : 22.
- 5) Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, et al : Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Res Cogn Brain Res* 1996 ; 3 : 131-141.
- 6) Decety J, Sommerville JA : Shared representations between self and other : a social cognitive neuroscience view. *Trends Cogn Sci* 2003 ; 7 : 527-533.
- 7) Moriguchi Y, Maeda M, Igarashi T, et al : Age and gender effect on alexithymia in large, Japanese community and clinical samples : a cross-validation study of the Toronto Alexithymia Scale (TAS-20) . *Biopsychosoc Med* 2007 ; 1 : 7.
- 8) Bagby RM, Parker JD, Taylor GJ : The twenty-item Toronto Alexithymia Scale-I. Item selection and cross-validation of the factor structure. *J Psychosom Res* 1994 ; 38 : 23-32.
- 9) Bagby RM, Taylor GJ, Parker JD : The Twenty-item Toronto Alexithymia Scale-II. Convergent, discriminant, and concurrent validity. *J Psychosom Res* 1994 ; 38 : 33-40.
- 10) 有村達之, 小牧元, 村上修二, 他 : アレキシサイミア評価のための日本語改訂版 Beth Israel Hospital Psychosomatic Questionnaire 構造化面接法 (SIBIQ) 開発の試み. *心身医学* 2002 ; 42 : 259-269.
- 11) Sheehan DV, Lecrubier Y, Sheehan KH, et al : The Mini-International Neuropsychiatric Interview (M.I.N.I.) : the development and validation of a structured diagnostic psychiatric interview for DSM-IV and ICD-10. *J Clin Psychiatry* 1998 ; 59 Suppl 20 : 22-33 ; quiz 4-57.
- 12) 小牧 元, 前田基成, 有村達之, 他 : 日本語版 The 20-item Toronto Alexithymia Scale (TAS-20) の信頼性, 因子的妥当性の検討. *心身医学* 2003 ; 43 : 839-846.
- 13) Sriram TG, Pratap L, Shanmugham V : Towards enhancing the utility of Beth Israel Hospital Psychosomatic Questionnaire. *Psychother Psychosom* 1988 ; 49 : 205-211.
- 14) Davis MH : Measuring individual differences in empathy : Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology* 1983 ; 44 : 113-126.
- 15) 明田芳久 : 共感の枠組みと測度－Davisの共感組織モデルと多次元共感性尺度 (IRI-J) の予備的検討. *上智大学心理学年報* 1999 ; 23 : 19-31.
- 16) Moriguchi Y, Ohnishi T, Lane RD, et al : Impaired self-awareness and theory of mind : an fMRI study of mentalizing in alexithymia. *Neuroimage* 2006 ; 32 : 1472-1482.
- 17) Frith U, Frith CD : Development and neurophysiology of mentalizing. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2003 ; 358 : 459-473.
- 18) Castelli F, Frith C, Happe F, et al : Autism, Asperger syndrome and brain mechanisms for the attribution of mental states to animated shapes. *Brain* 2002 ; 125 : 1839-1849.
- 19) Moriguchi Y, Maeda M, Komaki G : The neural network of mirror neuron system and mentalizing in alexithymia. In : 64th annual scientific meeting of American psychosomatic society ; 2006 March, 1-4 ; Denver, CO ; 2006.
- 20) Ohnishi T, Moriguchi Y, Matsuda H, et al : The neural network for the mirror system and mentalizing in normally developed children : an fMRI study. *Neuroreport* 2004 ; 15 : 1483-1487.
- 21) Moriguchi Y, Decety J, Ohnishi T, et al : Empathy and judging other's pain : an fMRI study of alexithymia. *Cereb Cortex* 2007 ; 17 : 2223- 2234.
- 22) Jackson PL, Meltzoff AN, Decety J : How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. *Neuroimage* 2005 ; 24 : 771-779.