

子ども虐待と脳科学

—アタッチメント（愛着）の視点から—

友田 明 美（福井大学子どものこころの発達研究センター発達支援研究部門）

要 旨

近年、子ども虐待と「傷つく脳」との関連が脳画像研究からわかってきた。たとえば、暴言虐待による「聴覚野の肥大」、性的虐待や両親のDV目撃による「視覚野の萎縮」、厳格な体罰による「前頭前野の萎縮」などである。虐待を受けて育ち、養育者との間に愛着がうまく形成できなかった愛着障害の子どもは、報酬の感受性に関わる脳の「線条体」の働きが弱いことも突き止められた。

こうした脳の傷は「後遺症」となり、将来にわたって子どもに影響を与える。トラウマ体験からくるPTSD、記憶が欠落したりする解離など、その影響は計り知れない。しかし、子どもの脳は発達途上であり、可塑性という柔らかさをもっている。そのためには、専門家によるトラウマ（心の傷）治療や愛着の再形成を、慎重に時間をかけて行っていく必要がある。一連のエビデンスについての理解が深まることで、大人が責任をもって子どもと接することができる社会を築き、少しでも子どもたちの未来に光を当てることにつながればと願っている。

I. 子ども虐待の脳科学

近年、「マルトリートメント（避けるべき子育て）」が発達段階にある子どもの脳に大きなストレスを与え、実際に変形させることが明らかになった。マルトリートメントは身体的虐待、性的虐待だけでなく、ネグレクト、心理的虐待を包括した呼称であり、大人の子どもに対する不適切な関わりを意味したより広い概念である。この考え方では、加害の意図の有無は関係なく、子どもにとって有害かどうかだけで判断され

る。また、明らかに心身に問題が生じていなくても、つまり目立った外傷や精神疾患がなくても、行為自体が不適切であればマルトリートメントと考えられる。

近年の研究では、精神疾患の原因の少なくとも一部は、脳の発達段階で負荷がかかることに起因するといわれている。また、その発症には遺伝的要因と、逆境的体験の種類やその被害を受けた時期に関係すると考えられている^{1,2)}。一連の結果から米国ハーバード大学精神科のTeicherらは、虐待の影響は、段階的に連鎖していくのではないかと仮説を立てた³⁾。

本稿では、米国および国内で行った子ども虐待に関する脳科学研究の知見を紹介する。筆者は米国ハーバード大学との共同研究によって、小児期のマルトリートメント（虐待や厳格な体罰）被害経験をもつヒトの脳を磁気共鳴画像法（Magnetic resonance imaging: MRI）を使って可視化し、脳の形態的・機能的な変化を調べた^{3~9)}。その結果わかった、虐待ストレスが脳に与える影響のいくつかを紹介したのが図1である。

II. 愛着障害の脳科学

愛着（アタッチメント）は、「子どもと特定の母性的人物に形成される強い情緒的な結び付き」と定義されている。乳幼児期に家族の愛情に基づく情緒的な絆、すなわち愛着が形成され、安心感や信頼感の中で興味・関心が広がり、認知や情緒が発達する。Bowlbyは、生後1年以内の乳児にもその乳児における母性的人物に対する特有の愛着行動パターンが生得的に備わっていると考えた¹⁰⁾。子どもは養育者に愛着行動を示すことにより、養育者を自分の方に引き寄せ、養育者との距離を近くに保つことによって、欲求を充足し外敵から身を守っていると考えられる。

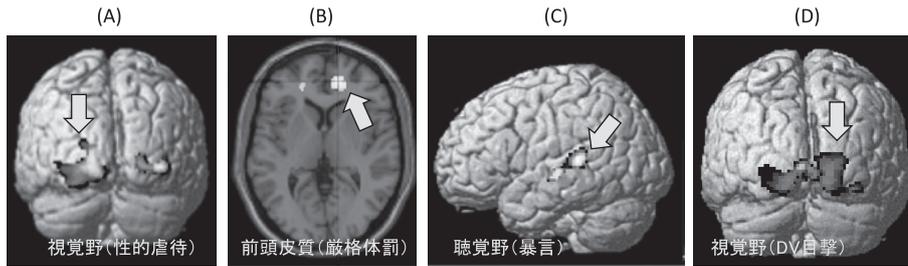


図1 子ども虐待経験者の脳皮質容積変化

高解像度 MR 画像 (Voxel Based Morphometry : VBM 法) による, 小児期にさまざまな虐待を受けた若年成人と健常対照者との脳皮質容積の比較検討結果。文献⁹⁾より引用。

- (A) 小児期に性的虐待を受けた若年成人女性群の脳の MRI 像。視覚野 (視覚に関連) の容積が減少していた。
 (B) 小児期に過度の体罰を受けた若年成人群の脳の MRI 像。右前頭前野 (感情や理性に関連) などの容積の減少があった。
 (C) 小児期に親から日常的に暴言や悪態を受けてきた若年成人群の脳の MRI 像。上側頭回灰白質を含めた聴覚野 (聴覚に関連) の容積が増加し, 発達に異常がみられた。
 (D) 小児期に両親間の DV を目撃した若年成人群の脳の MRI 像。視覚野 (視覚に関連) の容積が減少していた。

一方, 愛着障害は基本的に安全が脅かされる体験があっても愛着対象を得られない状態が継続することにより, 養育者との愛着関係 (絆) がうまく形成されないことによる障害である。文字どおり, 養育者との愛着関係 (絆) がうまく形成されないことによる障害で, 深刻なマルトリートメントがその背景にあるとされる。コミュニケーション上の問題や行動上の問題など, 一見すると従来の発達障害の子どもと似た特徴を示す場合も多い。子どもの基本的な情緒的欲求や身体的欲求の持続的無視, 養育者が繰り返し変わることにより安定した愛着形成が阻害されることが病因とされている。特に, 反応性愛着障害 (Reactive Attachment Disorder : RAD) や脱抑制型対人交流障害 (Disinhibited Social Engagement Disorder : DSED) は, 感情制御機能に問題を抱えており, 多動性行動障害, 解離性障害, 大うつ病性障害, 境界性パーソナリティ障害などの重篤な精神疾患へ推移するとされる¹¹⁾。そのため, 小児期にマルトリートメント経験のある青少年たちの社会適応困難が深刻化している。

RAD は学童の 2.4%¹²⁾, また, 社会的養護を受けている子どもの 19.4~40.0% と高頻度に出現する^{13,14)}。加えて, 幼少時に被虐待経験をもつ精神病患者は, 経験がない者に比べ発症が早く重症で, 合併症も多く, 治療応答性が低い。このため愛着障害者には, より早期の対応が望ましいが, 現実には小児期の愛着障害への対応は容易でない。その理由の一つに発達障害との鑑別困難が挙げられる。筆者らは, RAD の神経基盤を探るために, さまざまな脳 MR 画像解析を行った。

1. 反応性愛着障害児における報酬系機能異常

DSM-5 の RAD の診断基準を満たした RAD 児 16 人 (平均年齢: 12.6 歳) と定型発達児 20 人 (平均年齢: 12.7 歳) を対象に, 金銭報酬課題を用いた機能的 MRI (fMRI) 法を実施し脳の活性化の程度を比較した¹⁵⁾。この調査では, 子どもたちにカード当てのゲームをしてもらった。ゲームは 3 種類あり, 一つは当たったらたくさん小遣いがもらえる (高額報酬) 課題, もう一つは少しだけ小遣いがもらえる (低額報酬) 課題, 最後は全く小遣いがもらえない (無報酬) 課題および休憩時間で構成される。課題の実施中に, fMRI を用いて脳の活性化領域を調査した¹⁶⁾。定型発達の子どもは, 小遣いが多くても少なくても, 脳が活性化した。つまり, どんな状況下でもモチベーションが高いということである。一方で RAD 群は, いずれのゲームでも活性化がみられなかった (図 2 A)。つまり, RAD では高額報酬課題にも低額報酬課題にも反応しなかった^{15~17)}。それだけ脳が反応しにくいということになる。その腹側線条体の発達が阻害される時期 (感受性期) は生後 1~2 歳のマルトリートメント経験にピークがあることが明らかになった (図 2 B)¹⁵⁾。

また, 愛着スタイルでは回避的な対人関係が腹側線条体の脳活動低下と関連していた。以上より, RAD 児では報酬系の機能低下および対人関係の症状やマルトリートメントを受けた時期との関連が示唆された。

愛着障害をもつ子どもたちは自己肯定感が極端に低く, 叱るとフリーズしてしまい, 褒め言葉はなかなか心に響かない特徴があるので, 低下している報酬系を

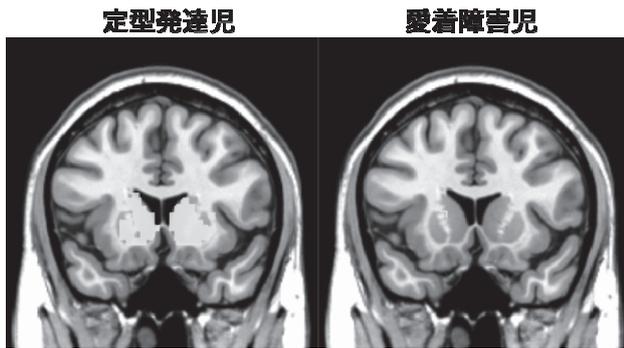


図2A 愛着障害 (RAD) 児における金銭報酬課題 fMRI 所見

定型発達群と比べて、RAD群では金銭報酬課題時に低額報酬・高額報酬いずれの場合でも腹側線条体の賦活が低下していた。文献¹⁵⁾より引用。

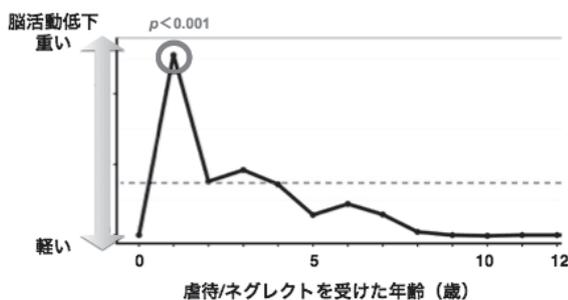


図2B 虐待/ネグレクトを受けた時期の脳活動 (腹側線条体) への影響

感受性期解析により、1～2歳に虐待/ネグレクトを受けたことがRAD児の線条体の活動低下に最も強く影響を及ぼしていた。文献¹⁵⁾より引用。

賦活させるためにも普通の子ども以上に褒め育てを行う必要がある。

2. 反応性愛着障害児における視覚野灰白質容積減少

DSM-5の診断基準を満たしたRAD児21人(平均年齢:12.8歳)の脳皮質容積を調べてみたが、定型発達児22人(平均年齢:13.0歳)に比べて、左半球の一次視覚野の容積が20.6%減少していた(図3)¹⁸⁾。その視覚野の容積減少は、RAD児が呈する過度の不安や恐怖、心身症状、抑うつなど、「子どもの強さと困難さアンケート」の内向的尺度と明らかに関連していた。

さらに特定された一次視覚野について、マルトリートメントを受けた時期と種類が灰白質体積減少に及ぼす影響について検討したところ、5～6歳の時期のマルトリートメント経験が最も影響を及ぼしていること

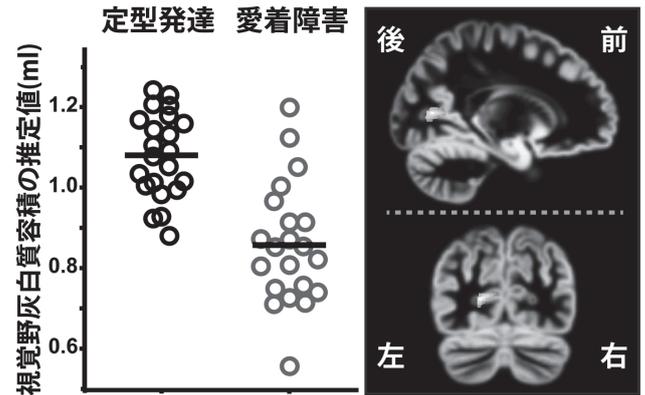


図3 VBM法による愛着障害 (RAD) 児の視覚野灰白質容積減少

VBM法(脳の容積変化をボクセル単位で統計解析する方法)によるRAD群と定型発達群との脳皮質容積の比較検討結果。RAD群では左半球の一次視覚野(17野)の容積が20.6%減少していた。文献¹⁸⁾より引用。

が明らかとなった ($p < 0.05$, FDR corrected)¹⁹⁾。その背景として辺縁系の活性不全が関連しており、この時期のマルトリートメント経験は、情動的な視覚刺激に対するストレス反応の憎悪因子である可能性がある。また、マルトリートメントの種類では、虐待種の併存数の多さ、およびネグレクト経験があることが最も影響を及ぼしていることが示唆された ($p < 0.05$, FDR corrected)。

前述したように小児期に虐待を受けた成人では視覚野の灰白質容積減少^{5,8)}があり、しかもそれらの成人は後頭から側頭領域を結ぶ下縦束 (Inferior longitudinal fasciculus: visual limbic pathwayの一部)の白質線維が減少していた²⁰⁾。

視覚野は情動的な視覚刺激に対するストレス反応を制御する神経回路を部分的に担っていることが知られている。幼少期の逆境経験は一次視覚野の発達に影響し、視覚野体積の減少に反映されているのかもしれない。一連の異常は、HubelとWieselが報告した仔ネコの視覚野に関する歴史的な発見(視覚を遮断した仔ネコでは、視覚伝導路に変容が起こることを示した研究)²¹⁾を思い起こさせる。ヒトにおいても同様に、生後の視覚的経験、おそらく視覚刺激の減少が生後の脳発達における活動依存的な神経回路変化を引き起こし、同部位の形態学的変化が生じたと推測される。しかし、シナプス可塑性の観点から考えると、この変化は可逆的であろう。

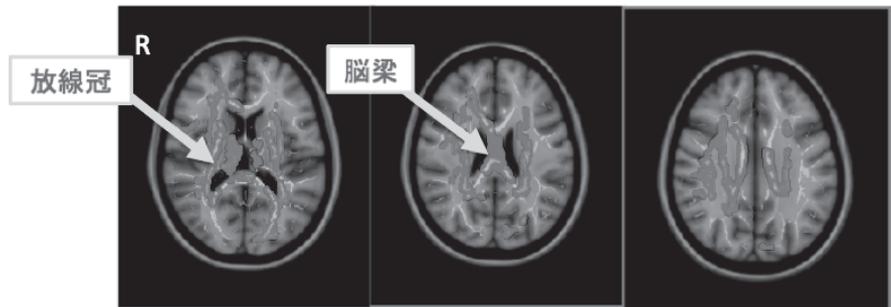


図4 愛着障害 (RAD) 児の拡散テンソル画像解析による白質走行信号 (FA 値) の上昇

RAD 群は定型発達群と比べて、放線冠や脳梁などさまざまな領域の FA 値が有意に上昇し、拡散異方性の上昇が示唆された ($p < 0.05$, FWE-corrected)。

3. 反応性愛着障害児における拡散異方性の異常

DSM-5 の診断基準を満たした RAD 児 25 人 (平均年齢: 13.2 歳) と定型発達児 33 人 (平均年齢: 13.0 歳) を対象に、MRI を実施した。両群の被験者で DTI (拡散テンソル画像) を取得し、脳には白質線維の方向による水の拡散のしやすさの違い (拡散異方性 Diffusion anisotropy) を評価するために、拡散異方性の程度を表す Fractional anisotropy (FA) 値を求めた。

その結果、放線冠や脳梁などさまざまな領域において、RAD 群の拡散異方性 FA 値は定型発達群より有意に上昇していた ($p < 0.05$, FWE-corrected) (図 4)。脳梁体、皮質—視床経路は前帯状皮質と他の皮質を連結しており、恐怖刺激への注意や学習反応、情動調節に深く関わっていることが知られている。FA 値の上昇は、神経線維束の統合性と情報伝達速度の向上と関連することから、RAD 群でこれらの領域の FA 値が上昇していたことは、幼少期の逆境的環境経験に由来するネガティブな感情の抑制頻度の高まりと、それに伴う関連領域の過剰な発達を反映していると考えられる。被虐待経験が深刻であるほど FA 値が上がっていたこともこの解釈の妥当性を示唆している。

Ⅲ. おわりに

さまざまな種類の虐待被害の脳に及ぼす影響、親からの暴言や暴力 (厳格な体罰) など過酷なマルトリートメント体験がトラウマとなり、さまざまな脳領域が変容することが明らかとなった。愛着障害についても、その障害およびその心的機能の問題に關与する脳構造や脳機能異常が MRI を用いた脳画像研究からわかってきた。DSM-5 では、愛着障害は、先に述べた「反応性愛着障害」と「脱抑制型対人交流障害」に分類されている。しかし、愛着障害というのは比較的新しい

概念でもあるため、診断基準については未だ安定していないというのが現状であろう。

ヒトの脳は、経験によって再構築されるように進化してきたのだろう。子ども虐待への曝露が脳に及ぼす数々の影響をみると、人生の早期、幼い子どもがさらされた想像を超える恐怖と悲しみ、被虐待体験は子どもの人格形成に深刻な影響を与えてしまうことが一般社会にも認知されてきた。子どもたちは癒されることのない深い心の傷 (トラウマ) を抱えたまま、さまざまな困難が待ち受けている人生に立ち向かわなければならなくなる。トラウマは子どもたちの発達を障害するように働くことがあり、従来の「発達障害」の基準に類似した症状を呈する場合がある。子どもたちの発達の特性的を見守るのが周囲の大人の責任であることを再認識しなければならない。

虐待のタイプや受けた時期との関連が示されたことにより、画一的とはならない介入の重要性や子ども虐待に起因する反応性愛着障害および関連する精神疾患の発症メカニズムの理解や治療・支援法の開発が早急に望まれる。

異世代間の子ども虐待 (いわゆる世代間連鎖) の発生率を予測した報告では、子ども時代に虐待を受けた被害者が、親になると子どもに虐待を行う傾向が指摘されている²²⁾。自分の子どもに対して虐待する者がおよそ 1/3、普段問題はないがいざ精神的ストレスが高まった場合に自らの子ども時代と同様に、今度はわが子に対して虐待する者が 1/3 いると見積もられている。このように「虐待の連鎖」がいわれて久しいが、2/3 の被虐待児たちは自らが親になって虐待しないという事実にも目を向けてほしい。

われわれは脳に及ぼす影響を理解するとともに、養育者は体罰・暴言による子育てはすべきでない。少子

化・核家族化が進む社会の中で、養育者である親を社会で支える体制は未だ乏しいが、「将来を担う子どもたちを社会全体で育て守る」という認識「とも育て(共同子育て)」がこれからも必要である。

一連のエビデンスについての理解が深まることで、大人が責任をもって子どもと接することができる社会を築き、少しでも子どもたちの未来に光を当てることにつながればと願っている。

謝 辞

本稿執筆にあたり本研究に多大に貢献してくれた、福井大学医学部附属病院子どものこころ診療部や子どものこころの発達研究センター発達支援研究部門のすべてのスタッフに深謝したい。

なお、本論文に関連して開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Teicher MH, Anderson CM, Polcari A. Childhood maltreatment is associated with reduced volume in the hippocampal subfields CA3, dentate gyrus, and subiculum. *Proc Natl Acad Sci USA* 2012 ; 109 : E563-572.
- 2) Teicher MH, Samson JA, Polcari A, et al. Sticks, stones, and hurtful words : relative effects of various forms of childhood maltreatment. *Am J Psychiatry* 2006 ; 163 : 993-1000.
- 3) Teicher MH, Tomoda A, Andersen SL. Neurobiological consequences of early stress and childhood maltreatment : are results from human and animal studies comparable? *Ann NY Acad Sci* 2006 ; 1071 : 313-323.
- 4) Tomoda A, Suzuki H, Rabi K, et al. Reduced prefrontal cortical gray matter volume in young adults exposed to harsh corporal punishment. *Neuroimage* 2009 ; 47 Suppl 2 : T66-71.
- 5) Tomoda A, Polcari A, Anderson CM, et al. Reduced visual cortex gray matter volume and thickness in young adults who witnessed domestic violence during childhood. *PLoS One* 2012 ; 7 : e52528.
- 6) Tomoda A, Sheu YS, Rabi K, et al. Exposure to parental verbal abuse is associated with increased gray matter volume in superior temporal gyrus. *Neuroimage* 2011 ; 54 Suppl 1 : S280-286.
- 7) Andersen SL, Tomoda A, Vincow ES, et al. Preliminary evidence for sensitive periods in the effect of childhood sexual abuse on regional brain development. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 2008 ; 20 : 292-301.
- 8) Tomoda A, Navalta CP, Polcari A, et al. Childhood sexual abuse is associated with reduced gray matter volume in visual cortex of young women. *Biol Psychiatry* 2009 ; 66 : 642-648.
- 9) 友田明美. 新版いやされない傷—児童虐待と傷ついでいく脳. 東京 : 診断と治療社, 2012.
- 10) Bowlby J. A secure base : parent-child attachment and healthy human development. New York : Basic Books, 1988 : p1-224.
- 11) van der Kolk BA. The neurobiology of childhood trauma and abuse. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am* 2003 ; 12 : 293-317, ix.
- 12) Minnis H, Macmillan S, Pritchett R, et al. Prevalence of reactive attachment disorder in a deprived population. *The British Journal of Psychiatry* 2013 ; 202 : 342-346.
- 13) Zeanah CH, Scheeringa M, Boris NW, et al. Reactive attachment disorder in maltreated toddlers. *Child Abuse Negl* 2004 ; 28 : 877-888.
- 14) Lehmann S, Havik OE, Havik T, et al. Mental disorders in foster children : a study of prevalence, comorbidity and risk factors. *Child Adolesc Psychiatry Ment Health* 2013 ; 7 : 39.
- 15) Takiguchi S, Fujisawa TX, Mizushima S, et al. Ventral striatum dysfunction in children and adolescents with reactive attachment disorder : functional MRI study. *Br J Psychiatry Open* 2015 ; 1 : 121-128.
- 16) Mizuno K, Yoneda T, Komi M, et al. Osmotic release oral system-methylphenidate improves neural activity during low reward processing in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuroimage Clin* 2013 ; 2 : 366-376.
- 17) Mizuno K, Takiguchi S, Yamazaki M, et al. Impaired neural reward processing in children and adolescents with reactive attachment disorder : a pilot study. *Asian J Psychiatr* 2015 ; 17 : 89-93.

- 18) Shimada K, Takiguchi S, Mizushima S, et al. Reduced visual cortex grey matter volume in children and adolescents with reactive attachment disorder. *NeuroImage : Clinical* 2015 ; 9 : 13-19.
- 19) Fujisawa TX, Shimada K, Takiguchi S, et al. Type and timing of childhood maltreatment and reduced visual cortex volume in children and adolescents with reactive attachment disorder. *Neuroimage Clin* 2018 ; 20 : 216-221.
- 20) Choi J, Jeong B, Polcari A, et al. Reduced fractional anisotropy in the visual limbic pathway of young adults witnessing domestic violence in childhood. *Neuroimage* 2012 ; 59 : 1071-1079.
- 21) Hubel DH, Wiesel TN. Early exploration of the visual cortex. *Neuron* 1998 ; 20 : 401-412.
- 22) Oliver JE. Intergenerational transmission of child abuse : rates, research, and clinical implications. *Am J Psychiatry* 1993 ; 150 : 1315-1324.