

乳児の表情が若年成人の脳活動へ及ぼす影響

—— 近赤外線分光法による検討 ——

田 邊 素 子

要旨：虐待の誘因といわれている乳児の表情に対するストレス反応は、親での報告はあるが育児経験のない若年期成人ではみられない。乳児の表情によるストレス反応を育児経験のない若年期成人の脳活動を近赤外線分光法（NIRS）にて計測し、唾液アミラーゼ、心理指標との関連性についての検討を目的とした。対象は健康な大学生10名（男女各5名、平均年齢21.1歳、右利き）、乳児の表情は刺激を統制するためビデオ画像を用いた。安静と刺激を20秒間3回繰り返すブロックデザインとし、刺激は乳児が泣いている場面（cry条件）、機嫌の良い状態（non-cry条件）の2つを提示した。脳活動計測はNIRS（日立メディコ社製、ETG-4000）を使用した。指標はOxyHb（mM・mm）とし、左右の前頭前皮質（PFC）、上側頭溝近傍部（STS）の4箇所に関心領域（ROI）を設定した。唾液アミラーゼ活性値は唾液アミラーゼモニター（ニプロ社）、心理指標は新版STAIの状態不安（実務教育出版）を使用し実験前後で評価した。結果は個人解析で、OxyHbは10名ともROIにおいて刺激条件により有意な差がみられた。グループ解析では差はなかった。実験前後で唾液アミラーゼに差はなかったが、STAIは有意に上昇した。若年期成人において、乳児の2条件の表情によりPFC、STSの脳活動に違いがあることが示唆された。

キーワード：脳活動、ストレス反応、乳児

1. 背 景

昨今、乳幼児への親からの虐待が深刻な社会問題となっている。児童虐待について児童虐待防止法や児童相談所の拡充など制度も含め対策が施されているが、今なお虐待件数の増加や虐待による乳幼児の死亡など痛ましい報道が後を絶えない。

厚生労働省による平成23年度の児童虐待の統計¹⁾によると、虐待対応件数は、統計を取り始めてから過去最高の59,919件となっている。また、子どもに対し虐待を行う虐待者の種別は、実母が59.2%と一番多く、次いで実父が27.2%となっており、わが子に対し実の親が虐待を行っているのが現状である。このような虐待に対し、厚生労働省では課題の1つとして「発生予防」をあげ、虐待に至る前に育児の孤立化の防止や育児不安の防止など気になるレベルでの対策に取り組んでいるところである。育児不安とは、親が自分の子供を育てるにあたって感じる、過度の不安や困惑ないし自信のなさからくる漠然とした精神的状態の総称であり、ほぼ同義として扱われる用語に育児ストレスがある。

育児ストレスの要因は複雑であり、核家族化社会での子育て、情報化社会による育児情報の氾濫²⁾など、母親をとりまく育児環境の変化から、育児に負担感を持ちながらも子育てから逃れられ

ないという状況が影響している。特に、このような子育て環境の中、なかなか泣きやまない乳児の泣き声に不安や苛立ちを覚える母親は少なくない。乳児の泣き声と育児ストレスについては数多く報告されており、Murray³⁾は子供の「泣き声」は親にストレスを与え虐待の誘因になると報告している。オランダの調査⁴⁾では生後6ヶ月の乳児をもつ母親のうち5.6%が、子どもの泣き声が原因で虐待の経験をもつと報告している。民間企業の調査ではあるが、菓子製造業のロッテ株式会社⁵⁾は、2012年に全国の1歳から3歳の子どもを持つ母親450名に対し、「子どもの泣きと育児ストレスに関する意識調査」を実施し、その結果「子どもの泣き声」をストレスに感じる母親は約9割にのぼることを報告している。インターネット調査であるため対象の集団が限定的であるが、日本においても乳児の泣き声が育児ストレスにおける大きな要因であることが考えられる。

一般に、ストレス反応について、心理学的な側面と生理学的な側面で検討されることが多い。乳児の泣き声について心理学的な側面では、泣き声に関する母親の心理的ストレス⁶⁾、泣き声に対する親の解釈や⁷⁾、父母の認知過程の違いなどが検討されている。生理学的な側面では、血圧・心拍・皮膚コンダクタンスなど、ストレス負荷時の身体上の変化を生体信号で計測するものが多い。高橋ら⁸⁾は、心理生理的反応を検討するため、乳児の泣き声を聴取した時の心理面の評価と心拍変動や皮膚コンダクタンスなどの生理的評価を行い、泣き声を聞いて抑鬱・不安感情が高くなった母親は拡張期血圧が上昇するなどのストレス反応が確認されたと報告している。このように乳児の泣き声に対するストレス反応は子供をもつ親では多数検討されている。一方、乳児の表情に対するストレス反応について、育児経験のない若年期成人での検討は少ない。虐待への対策の一つとして「学生によるオレンジリボン運動」⁹⁾など、将来の育児に備えた啓蒙活動も行われている中、若年期成人において乳児の泣き声に関するストレス反応を検討することは重要であると考えられる。

また、ストレス反応の生理学的な背景を考えると血圧・心拍に代表される自律神経系への影響の他に、乳児の「泣き」という情動的な情報から脳活動への影響も考える必要がある。乳児の表情について成人の脳活動を検討したものは、育児中の母親で機能的核磁気共鳴装置 (functional magnetic resonance imaging : fMRI) を使用したものの^{10,11)}があるものの、若年期成人で検討したものは少ない。fMRIは空間解像度に優れるという利点をもつが、時間解像度や、撮像時の被験者の拘束など不利な点も多い。他方、近赤外線分光法 (Near-infrared spectroscopy : NIRS) は、時間解像度に優れ、また、通常的生活様式と同じ自然な状態での計測が可能¹²⁾で、計測中の身体への拘束も少ないことが利点として挙げられる。最近では先進医療として精神科領域でうつ病と統合失調症の鑑別のためのバイオマーカーとして使用¹³⁾されている。以上より、ストレス反応を複数の指標で検討する時に、臥位で身体拘束があるfMRIよりも、自然な座位姿勢で計測できるNIRSがより適していると考え、今回の実験を計画した。

本研究の目的は、乳児の2種類の表情によるストレス反応を、育児経験のない若年期成人の脳

活動を近赤外線分光法（NIRS）にて計測し、同時にストレス評価として広く使用されている唾液アマラーゼ活性および心理検査との関連性を検討した。

2. 方 法

対象者は健康な大学生 10 名（男性 5 名，女性 5 名，平均年齢 21.1 歳，利き手：10 名全員が右利き）の者とした。全員がこれまでに育児経験はなく，また実習やボランティア活動などで長時間乳幼児と接した経験がないものとした。10 名中，弟または妹のいるものは 9 名で，年齢差は 1 歳から 8 歳であった。弟または妹との関わりについて家庭内での育児の担当の有無について確認し，育児の経験がないことを確認した。対象者には研究目的と内容について十分な説明を行い，書面にて研究参加の同意を得た。なお，本研究は東北福祉大学研究倫理審査委員会により審査され承認を受けている（受付番号 RS1205282）。

実験は，防音室にて実施した。対象者の姿勢は背もたれのある椅子によりかかった安楽な姿勢とした。刺激提示用のモニターは 26 インチの液晶モニター（Panasonic 社製 TH-L26C5）を使用し，対象者の頭部から約 170 cm 前方で，床からの高さが 90 cm に画面の下端が配置するよう設置した（Figure 1）。モニターの背景は灰色の壁面とした。モニターの音声は，対象者の位置にて騒音計で計測し，50～60 dB になるように一定量（level 70）に設定した。

脳活動の計測は，光トポグラフィ装置（日立メデイコ社製，ETG-4000）を使用した。本装置は波長の違う 2 つの近赤外光（695 nm，830 nm）を用いて，脳血流内の酸素化および還元ヘモグロビン，総ヘモグロビンの濃度変化を 10 msec 単位で計測した。送光プローブと受光プローブの



Figure 1. 実験設定

被験者は背もたれのある椅子に座り，前方に設置したモニター画面で課題として 2 種類の乳児の表情を視聴する。1 つは cry 条件（泣きの表情）で他方は non-cry 条件（比較的機嫌のよい表情）。各刺激条件下での脳活動の変化を近赤外線分光法（NIRS）で計測した

距離は3 cmに配置されており、計測に使用するプローブホルダーは3×11ホルダーを使用し、計測チャンネル数は52チャンネル（以下、ch）とした。計測プローブの装着は、前頭部から側頭部にかけて、国際10-20法¹⁴⁾に基づきFp1-Fp2ラインに最下端のプローブを配置した。実験に際し、計測中の頭部の前屈位による血流変化¹⁵⁾等のNIRS信号への影響を避けるため、音声や画面の刺激に対し頷くなどの頭部の前屈運動や、身体の姿勢を変化させることがないように対象者に注意事項として伝えた。また、実験時の姿勢をビデオカメラで撮影し、実験中および実験後も姿勢変化がないことを確認した。

NIRSでは、脳活動の指標として、酸化ヘモグロビン濃度変化量（OxyHb/mM・mm）、還元ヘモグロビン濃度変化量（DeoxyHb/mM・mm）、総ヘモグロビン濃度変化量（TotalHb/mM・mm）の3指標が計測できる。先行研究¹⁶⁾からこれら3つの指標の中でも脳血流の変化と相関があると言われている酸化ヘモグロビン濃度変化量をOxyHb値（OxyHb/mM・mm）とし本実験での脳活動の評価指標とした。

今回使用した機器では前頭部～側頭部にかけ52chのOxy-Hb値が計測できる。この52chから先行研究¹⁷⁾を参考に左右両側の前頭前皮質（pre frontal cortex：PFC）、左右両側の上側頭溝近傍（superior temporal sulcus：STS）の4領域について、関心領域（region of interest：ROI）を設定し解析した。4領域に対応する計測チャンネル（以下、Ch）は、以下の通り、右前頭前皮質（Rt PFC）：25Ch, 26Ch, 35Ch, 36Ch, 47Ch、左前頭前皮質（Lt PFC）：27Ch, 28Ch, 38Ch, 39Ch, 48Ch、右上側頭溝近傍（Rt STS）：22Ch, 32Ch, 33Ch, 43Ch, 44Ch、左上側頭溝近傍（Lt STS）：31Ch, 41Ch, 42Ch, 51Ch, 52Chである（Figure 2）。

乳児の表情については、刺激内容を統制するため、あらかじめ撮影したビデオ動画を用いた。画像は乳児が泣いている場面、および比較的機嫌の良い2場面を撮影し、20秒間同じ表情が続いた場面の画像を刺激画像として使用した。NIRSによる実験デザインは、基本的にはfMRIと同様であるといわれている¹⁸⁾。その中でも安静と刺激提示を交互に繰り返し計測するブロックデザインがNIRS計測に適しているとされている。本研究も実験デザインはブロックデザインとした。計測は、安静と刺激を20秒間3回繰り返し乳児が泣いている場面（cry条件）、比較的機嫌の良い状態（non-cry条件）とした。刺激シーケンスは開始時の安静時課題を30秒とし、その後、刺激課題20秒と安静時課題20秒を交互に6回繰り返し安静時課題20秒で終わるように設定した。刺激課題では対象者には画面の乳児が何を伝えようとしているかを考えるように指示した。安静時課題はモニター画面上にてブルーバックに点滅するクロスの固視点を示し、対象者には何も考えずに注視するよう指示した。

実験で計測されたOxyHb値は、移動平均を5秒に設定し波形をスムージング化した。またcry条件、non-cry条件別にintegral解析を行い実験開始時の安静時課題をベースラインとし、ベースラインからのOxyHb値の変化量について2つの刺激条件ごとに3回分のデータを加算平均処理した。解析区間は、OxyHb値の反応が刺激提示時より数秒遅延する¹⁹⁾ことから、刺激課題の

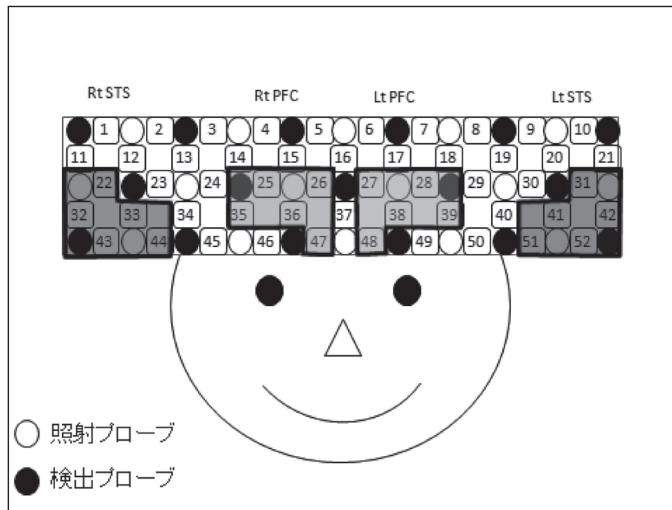


Figure 2. 脳の解析部位

先行研究に基づき左右の前頭前皮質、左右の上側頭溝近傍に4つの関心領域を設定した。各領域と対応する計測チャンネル（以下、Ch）は以下の通りである。図中の番号にてチャンネル番号を示し、網掛け黒枠にて4つの関心領域を示す。
 Rt PFC：右前頭前皮質（right pre frontal cortex）：25Ch, 26Ch, 35Ch, 36Ch, 47Ch
 Lt PFC：左前頭前皮質（left pre frontal cortex）：27Ch, 28Ch, 38Ch, 39Ch, 48Ch
 Rt STS：右上側頭溝近傍（right superior temporal sulcus）：22Ch, 32Ch, 33Ch, 43Ch, 44Ch
 Lt STS：左上側頭溝近傍（left superior temporal sulcus）：31Ch, 41Ch, 42Ch, 51Ch, 52Ch

開始直後の5秒を除いた15秒間とし、その区間のOxyHb値を解析対象とした。

唾液アミラーゼ活性（Salivary α -amylase activity：SAA）は、酵素分析装置 唾液アミラーゼモニター（ニプロ社）を用い、実験前、実験後の合計2回計測した。計測は付属のマニュアルに従い、計測チップを口腔内の舌下に30秒間留置して唾液の採取を行い本装置にセットして計測した。

SAAは血漿ノルエピネフリン濃度と相関が高いことが良く知られており、ストレス評価における交感神経の指標として利用されている²⁰⁾。本実験においても乳児の表情の視聴時の対象者のストレスについて評価するため計測した。

心理検査の指標として新版STAI（State-Trait Anxiety Inventory -Form JYZ、実務教育出版）を使用した。STAIは企業のメンタルヘルス、各種施設での臨床や相談、カウンセリングで使用されており、日本語版でも標準化されている。この尺度の特徴は、不安を状態不安と特性不安にわけて考えられており²¹⁾、前者は自律神経の興奮を伴う一次的、状況的な不安状態を示す。後者は状況に対して同じように反応する傾向をあらわし比較的安定した個人差を示す。今回は、乳児の2つの表情という状況の刺激に対しどのような不安状態が喚起されたかを検討するため、状態不安について実験前と実験後に計測した。

統計解析は、脳活動の個人解析、次にグループ解析を実施した。個人解析は同一関心領域における cry 条件、non-cry 条件の2条件の OxyHb 値について、対応のある t 検定を行った。次に脳活動のグループ解析として、左右の半球間の同一領域において、乳児の表情の2条件の刺激による OxyHb 値の差を検討することとした。左右の前頭前皮質部 (PFC) の OxyHb 値と cry 条件、non-cry 条件の刺激2条件について2元配置の分散分析、左右の上側頭溝近傍部 (STS) の OxyHb 値と刺激の2条件について2元配置の分散分析を実施した。唾液アミラーゼ活性値と STAI についても、それぞれ実験前後の比較のため対応のある t 検定を実施した。何れの統計処理も、有意水準は5%未満とし、統計ソフトは SPSS Statistics17.0 (SPSS, Japan, Inc.) を使用した。

3. 結 果

脳活動について、個人解析では、OxyHb 値について対応のある t 検定を行った結果、対象者10名9名において、4つの関心領域 (ROI) の全てにおいて、2つの刺激条件 (cry 条件、non-cry 条件) による有意な差がみられた ($p=0.00$)。残る1名も Lt STS 領域 ($p=0.099$) を除いた3領域で有意な差がみられた ($p=0.00$) (Figure 3)。

脳活動のグループ解析では、2つの刺激条件と左右半球間の関心領域の OxyHb 値にて2元配置分散分析を行った結果、左右半球間の PFC において、交互作用はなく ($F=3.834, p=0.082$)、刺激条件による OxyHb 値に有意な差はなかった ($F=0.413, p=0.536$)。同様に左右半球間の STS の OxyHb 値においても交互作用はなく ($F=0.006, p=0.941$)、有意な差は認められなかった ($F=0.121, p=0.736$) (Figure 4)。

唾液アミラーゼ活性値 (SAA) は、実験前が平均 45.3 (SD 28.1) ku/L、実験後は、平均 44.2 (SD 25.4) ku/L で有意な差はみられなかった ($p=0.852$) (Figure 5)。STAI 得点は実験前が平均 33.1 (SD 5.5) 点、実験後が平均 36.1 (SD 8.1) 点で、実験後に有意に得点が上昇した (+8.1 点、 $p=0.019$) (Figure 6)。

4. 考 察

今回、乳児の表情の表出について、ストレス反応を検討するため NIRS にて脳活動を計測し、実験の前後で心理指標として STAI 状態不安と、生理学的指標として唾液アミラーゼ活性を比較した。

脳活動の個人解析では、cry 条件、non-cry 条件の2条件で、1名1領域を除き、全ての被験者で4つの関心領域ほぼ全てにおいて OxyHb 値に有意な差がみられた。このことは今回の2種類の、乳児の泣き表情と機嫌のよい表情の刺激課題に対し、前頭前皮質および上側頭溝近傍部で脳活動に違いがあることが示唆される。

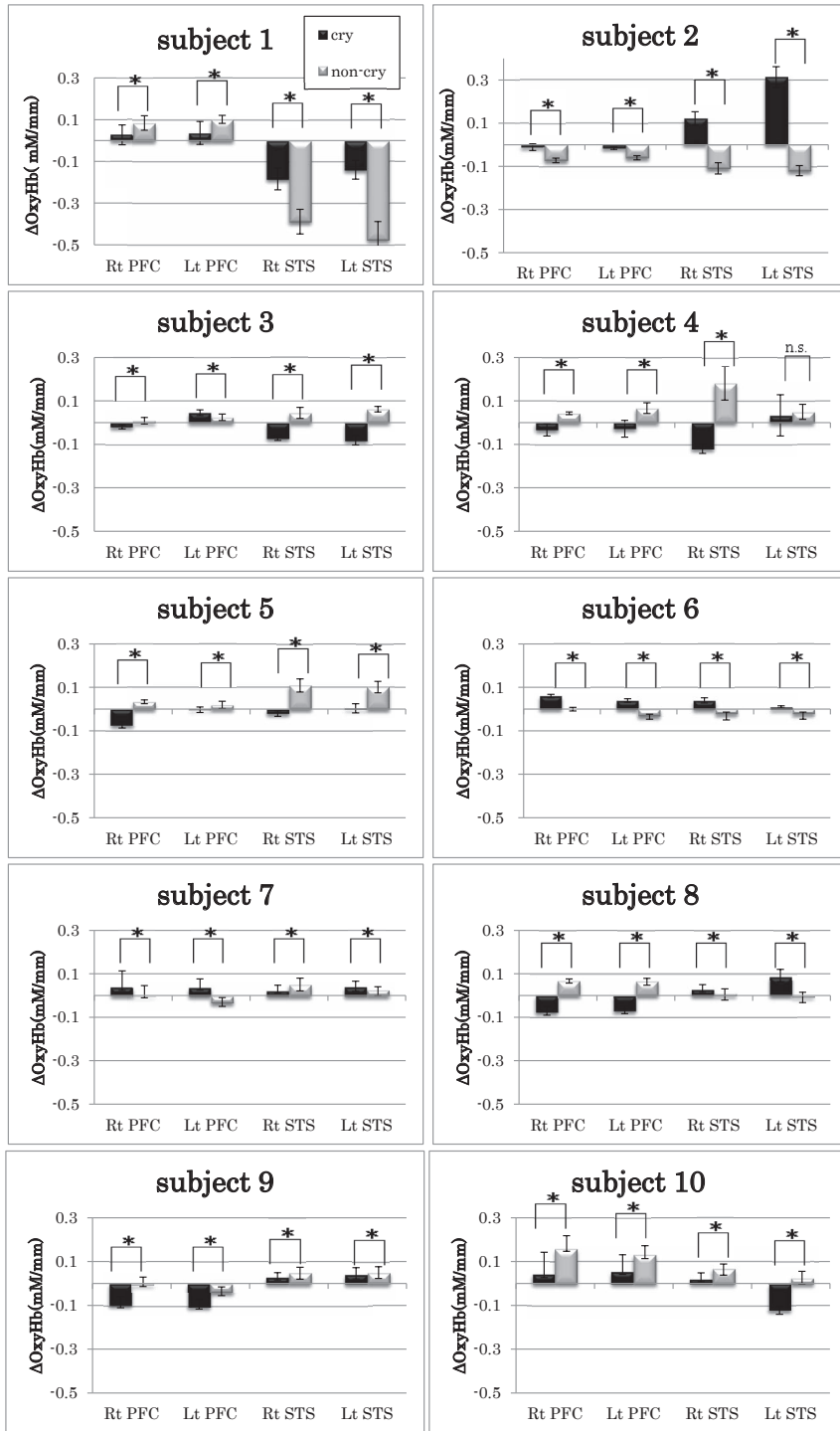


Figure 3. 個人解析の結果
 10名全員の結果を示す 縦軸に ΔOxyHb 値, 横軸に関心領域 (ROI) を示す.
 * : $p < 0.05$, n.s. : $p > 0.05$

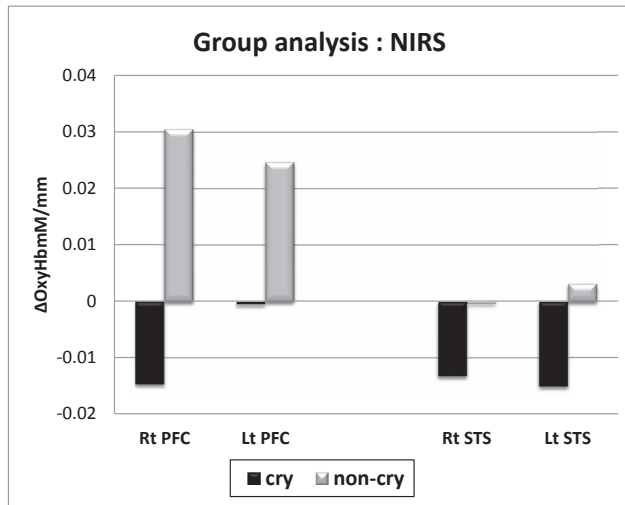


Figure 4. 脳活動のグループ解析
被験者 10 名全員の cry 条件, no-cry 条件の 2 刺激課題による OxyHb 値の平均値について安静時からの変化量を 4 つの関心領域ごとに示す。縦軸に Δ OxyHb 値 (mM/mm), 横軸に 4 つの関心領域を示す (Rt PFC; 右前頭前皮質, Lt PFC; 左前頭前皮質, Rt STS; 右上側頭溝近傍, Lt STS; 左上側頭溝近傍)。

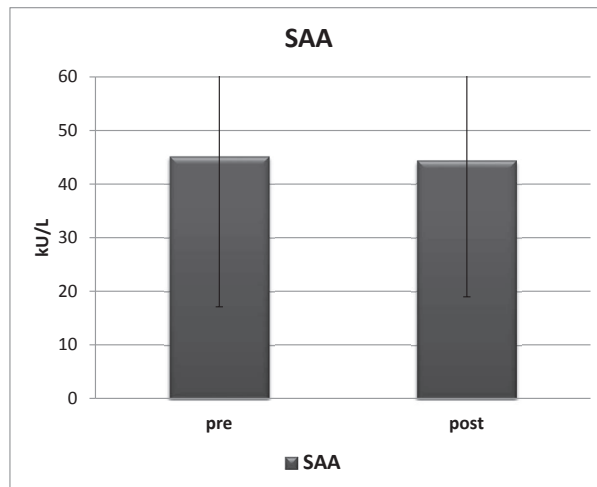


Figure 5. 唾液アミラーゼ活性 (SAA) の実験前後比較
縦軸に SAA (ku/L), 横軸に計測時点を示す (pre: 実験前, post: 実験後)。

前頭前皮質は古くから運動や意思発動の実行機能が知られている。近年、ストレスやうつ病との関連が報告されており²²⁾ この領域における脳活動の変化を検討することは、乳児に対する成人のストレス反応について、予防的対策を検討する上で重要な要素となると思われる。しかし、現状では、ストレス時の前頭葉の脳活動については、課題遂行時に背外側前頭前野 (DLPFC)

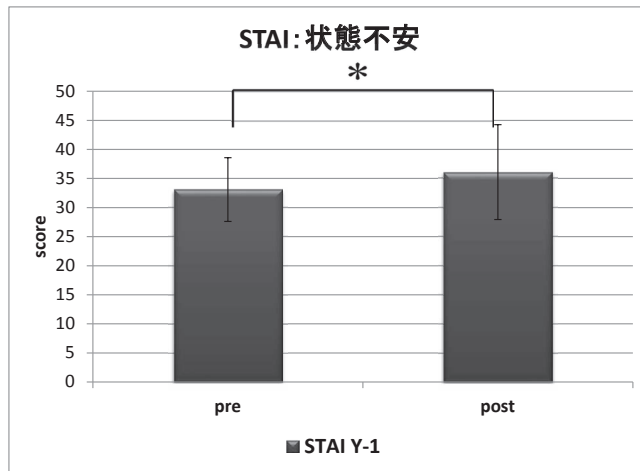


Figure 6. STAI (状態不安) の実験前後比較
縦軸に STAI Y-1 (状態不安) 得点, 横軸に計測時点を示す (pre: 実験前, post: 実験後).

の脳血流反応の賦活²³⁾ など特定の部位の脳活動の賦活や, 前頭葉の脳活動の左右差²⁴⁾ の報告などがあり, ストレスの脳活動への影響は, 定型的ではなく様々な報告が多い状況である。他方, 上側頭溝付近の領域は言語的な活動の中枢に近接しており, 乳児の泣きや表情から, 対象者が何らかの言語的な活動が影響した可能性も考えられる。加えて上側頭溝近傍の脳回には顔ニューロンと呼ばれる顔にのみ特異的に反応する神経細胞が存在し²⁵⁾, 乳児の表情を観察する, つまり乳児の顔を見ることに自体が脳活動に影響した可能性も考えられる。

今回グループ解析では刺激条件による脳活動の差はみられなかった。個人解析で検討すると, 乳児の泣き声をストレス負荷時と捉えた場合, 機嫌の良い状態と比べ, 脳活動が賦活したものもいるが, 逆に脳活動が低下したものもあり, 対象者により脳活動のパターンが多様な結果となっている。グループ解析で, 有意な差がなかったこともこの点が影響している可能性があると考ええる。今後, 対象者数を増やして計測するとともに, 刺激課題による脳活動パターンの詳細を検討する必要があると考える。

唾液アミラーゼ活性 (SAA) は実験前後では差はなかった。今回は実験前後比較なので, 泣きおよび機嫌の良い表情の双方の刺激がありその影響も考えられるが, SAA の計測値は個人によるばらつきが大きく, その影響も考えられる。

STAI の状態不安は実験後に有意な上昇がみられた。実験後に得点が上昇したことから, 育児経験のない若年期成人にとってこのような乳児の表情変化は心理的ストレスを与えた可能性が考えられる。しかし, 上昇した値がわずかであることからこの点については更に検討が必要かもしれない。

唾液アミラーゼ活性と STAI は実験前後の比較であるため, 泣き条件および機嫌のよい条件の

双方の影響が考えられる。育児ストレスが、泣き声により喚起されることから、今後、刺激課題として、泣き条件のみでの脳活動を検討する必要があると考えられる。

脳活動計測に今回使用したNIRSは光路長の個人差およびチャンネル部位での光路長の差が指摘されている。今回は左右半球間の同一部位での解析を行ったため部位間の光路長の問題はキャンセルされたが、今後、脳の各部位間の脳活動の比較をグループ解析にて行う場合には解析時にeffect size²⁶⁾を採用するなど適切な解析手法の検討が必要と考える。

5. 結 語

今回、乳児の表情の2条件、cry, non-cryの刺激動画による育児経験のない若年期成人の脳活動の違いがあることを明らかにし、心理的不安傾向が上昇することを明らかにした。本実験による乳児の表情変化へのストレス反応を検討することは、育児ストレスを軽減するための対象者への支援や、青年期からの子育てに対する教育的介入の資料として重要であると考えられる。

謝 辞

本研究は、東北福祉大学総合福祉学部 庭野賀津子准教授との共同研究によるものです。実施にあたり、日本学術振興会科研費24530831（研究代表者 庭野賀津子）の助成を受けました。

引 用 文 献

- 1) 厚生労働省：平成23年度児童相談所における児童虐待相談対応件数の内訳。 http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kodomo/kodomo_kosodate/dv/dl/about-01.pdf. 閲覧日：2013年11月15日
- 2) 宮本政子：乳幼児を養育する母親および父親の育児支援に関する研究 育児ストレス構造の特徴と対処行動との関連. 小児保健研究 67 : 729-737, 2008
- 3) By Murray, Ann D. "Infant crying as an elicitor of parental behavior : an examination of two models." Psychological Bulletin 86 : 191-215, 1979
- 4) Sijmen A Reijneveld, Marcel F van der Wal, Emily Brugman, Remy A Hira Sing, S Pauline Verloove-Vanhorick. "Infant crying and abuse". Lancet 364 : 1340-1342, 2004
- 5) ロッテ株式会社プレスリリース：子どもの泣きと育児ストレスに関する意識調査. <http://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000002.000005877.html>. 閲覧日：2013年11月15日
- 6) 金妍せい, 宮本信也：乳児の音声と母親の育児ストレスに関する検討. 小児の精神と神経 49 : 61-70, 2009
- 7) 嶋田容子, 板倉昭二：乳児の泣き声への母親の解釈 (速報). 母性衛生 48 : 337-339, 2007
- 8) 高橋有里, 桐田隆博：乳児の泣き声が育児中の母親に及ぼす心理生理的影響 育児ストレスとの関連性. 電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理 106 : 69-74, 2006
- 9) 厚生労働省：平成25年度 学生によるオレンジリボン運動の実施. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000022976.html>. 閲覧日：2013年11月15日

- 10) J. Lorberbaum. Feasibility of Using fMRI to Study Mothers Responding to Infant Cries. *DEPRESSION AND ANXIETY* 10 : 99-104,1999
- 11) Nitschke JB, Nelson EE, Rusch BD, Fox AS, Oakes TR, Davidson RJ. Orbitofrontal cortex tracks positive mood in mothers viewing pictures of their newborn infants. *Neuroimage* 21 : 583-592, 2004
- 12) 福田正人：心理現象・精神症状の脳機能と近赤外線スペクトロスコピー. *BRAIN and NERVE : 神経研究の進歩* 64 : 175-183, 2012
- 13) 福田正人：精神疾患における NIRS の意義. 福田正人監修：精神疾患と NIRS — 光トポグラフィ検査による脳機能イメージング. 中山書店, 40-51, 2009
- 14) Jasper HH. “The ten twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology.*” *Electroencephalography Clinical Neurophysiology* 10 : 367-380, 1958
- 15) 清水重和, 信迫悟志, 森岡周：機能的赤外線分光法によるニューロリハビリテーションと脳の機能的イメージング 機能的近赤外分光装置による測定上の注意点. *理学療法* 28 : 643-648, 2011
- 16) Hoshi Y, Kobayashi N, Tamura M. “Interpretation of near-infrared spectroscopy signals : a study with a newly developed perfused rat brain model.” *Journal of Applied Physiology* 90 : 1657-1662, 2001
- 17) Suda M, Takei Y, Aoyama Y, Narita K, Sakurai N, Fukuda M, Mikuni M. “Autistic traits and brain activation during face-to-face conversations in typically developed adults.” *PLoS One.* 6 : e20021. doi : 10.1371/journal.pone.0020021. Epub 2011 May 27
- 18) 星詳子：実験デザイン, 酒谷薫監修：NIRS — 基礎と臨床 —. 新興医学出版社, 45-48, 2012
- 19) Jaszewski, G., Strangman, G., Wagner, J., Kwong, K.K., Poldrack, R.A., & Boas, D.A. “Differences in the hemodynamic response to event-related motor and visual paradigms as measured by near-infrared spectroscopy.” *Neuroimage* 20 : 479-488, 2003
- 20) 山口昌樹, 花輪尚子, 吉田博：唾液アミラーゼ式交感神経モニターの基礎的性能. *生体医工学* 45 : 161-168, 2007
- 21) 堀洋道, 山本真理子, 松井豊：心理尺度ファイル — 人間と社会を測る —. p. 613, 垣内出版, 1994
- 22) Conor Liston, Melinda M. Miller, Deena S. Goldwater, Jason J. Radley, Anne B. Rocher, Patrick R. Hof, John H. Morrison, and Bruce S. McEwen “Stress-Induced Alterations in Prefrontal Cortical Dendritic Morphology Predict Selective Impairments in Perceptual Attentional Set-Shifting.” *Journal of Neuroscience* 26 : 7870-7874, 2006
- 23) Beauregard M, LeVrsque J, Bourgoizm P. Neural correlates of conscious self-regulation of emotion. *Journal of Neuroscience* 21 : RC165, 2001
- 24) Davison RJ, Irwin W. The functional neuroanatomy of emotion and affective style. *Trends of cognitive science* 3 : 11-21, 1999
- 25) Bruce C, Desimone R, Gross CG. Visual properties of neurons in a polysensory area in superior temporal sulcus of the macaque. *Neurophysiology* 46 : 369-384, 1981
- 26) 今井亮太, 中野英樹, 森岡周. 物体の視覚提示に伴う腱振動刺激による運動錯覚時の脳活動 — fNIRS 研究 —. *理学療法科学* 27 : 401-405, 2012