

乳児感情の解釈における女子青年の前頭前野活動

松澤 正子

Prefrontal activity in young women when interpreting infant emotions

Masako MATSUZAWA

Caregiver–infant interaction, an important factor in the socio-emotional development of infants, is guided by caregivers' interpretations of the infant emotions. Little is known, however, about the neural basis of the interpretation process. This study measured neural activity in the prefrontal cortex of young women as they interpreted infant emotions. Healthy female participants ($N = 14$), who had never been pregnant, performed an emotion interpretation task and a control task. In the emotion interpretation task, participants were shown a photograph of an infant's subtle facial expression and were requested to identify the emotion that the infant was expressing. In the control task, they were asked to identify the number of dots presented on a computer screen. Oxygenated hemoglobin concentrations in the prefrontal cortex were monitored during these tasks using near-infrared spectroscopy (NIRS). Results indicated that during the emotion interpretation task, the oxygenated hemoglobin signal increased in a broad area of the prefrontal cortex and increased significantly more ($p < .01$) in the left orbital area compared to in the control task. These results suggest that the left orbitofrontal cortex is related to the process of interpreting infant emotions and that the functioning of this area affects the quality of caregiver–infant interactions.

Key words : recognition of infant emotion (乳児感情の認知), orbitofrontal cortex (前頭眼窩皮質)
facial expression (表情), IFEEL Pictures (IFEEL Pictures)
near-infrared spectroscopy (近赤外分光法 (NIRS))

問 題

人の乳児は大人の養育なしには育たない。養育者は、乳児の生理学な欲求を満たすだけでなく、感覚運動システム、遊び、ことばなどの発達においても重要な役割を果たす (Bruner, 1982; Kaye, 1982)。このことは社会的感情の発達においてもあてはまる (Emde, 1993b)。乳児の要求は、彼らの感情シグナルを養育者が言葉に置き換えることによって認識される。養育者は乳児の感情シグナルに実際より複雑な感情を知覚し、この複雑な解釈が乳児のより複雑な感情と社会的行動のモデルとなり、内在化される。このため、養育者との相互作用における経験の違いは、養育関係を超越して、幼児期の社会的行動の違いとして表れてくる

のである (Sroufe, 1983)。また Stern (1985) は、乳児期の養育者との相互作用の経験は、その後に出会う重要な他者との関係における自己のワーキング・モデルの基礎となると述べている。つまり、乳児と養育者との相互作用経験を方向づける、養育者による乳児感情の解釈は、社会的感情の発達を規定する非常に重要な要素と考えられるのである。

養育者が乳児感情をどのように解釈しているかを効果的に調べる方法として、IFEEL Pictures (Infant Facial Expressions of Emotion from Looking at Pictures, IFP) test が Emde (1993a) によって開発されてきた。IFP では、回答者に 1 歳児のさまざまな表情写真を見せ、表出されている感情を尋ねる。写真の乳児の表情のほとんどは日常生活で

よく見られるもので、はっきりしない弱い表出であったり、複数の感情が混ざっていたりする。このため感情解釈において、1つの表情は多くの異なる感情があてはまりうる多義的な性質をもつ (Butterfield & Ridgeway, 1993)。そして、反応の全体的なプロフィールに回答者の感情性が投影されることになるのである。このためIFPは、さまざまなリスクをもつ母親がつくる養育環境の違いの検討に用いられてきた。Zahn-Waxler & Wagner (1993) は、抑うつ母親は自分の乳児の表情を恐怖と解釈しやすく、喜びと解釈しづらいことを示した。また、潜在的に虐待の可能性のある親 (Butterfield, 1993) や、未熟児の親 (Szajnberg & Skrinjaric, 1993)、若年の親 (Osofsky & Culp, 1993) などの乳児感情の解釈に、系統的な違いがあることも示されている。

このテストは様々な文化でも用いられてきた (Inoue, Hamada, Fukatsu, Takiguchi, & Okonogi, 1993; Szajnberg, Skrinjaric, Vidovic, & DeZan, 1994; Hiltunen, Moilanen, Szajnberg, & Gardner, 1999, Knezevic & Jovancevic, 2004)。Inoue *et al.* (1993) は、日本人のための新しい写真のセットを開発し、日本版IFEEL Pictures (JIFP) と名づけている。JIFPの結果はIFPと有意な相関をもち、JIFPを用いた日本の研究では、乳児感情の解釈が自子の性別 (長屋, 2005) や育児困難感 (小原, 2005) によって異なることが明らかにされている。

本研究は、表情からの乳児感情の解釈の神経学的基礎に焦点を当てる。表情認知の神経学的研究では、ほとんどの場合成人の表情写真が用いられており、扁桃体、帯状回、上側頭皮質、体性感覚皮質、島皮質、前頭眼窩皮質など、多くの皮質または皮質下の部位の活動が表情認知と関わっていることが知られている (Adolphs, 2002; Vuilleumier & Pourtois, 2007, for review)。特に前頭眼窩皮質は、表情を見ているだけのときよりも、感情の判断を明示的に求められたときに活動が増加することが知られている (Nakamura, Kawashima, Ito, Sugiura, Kato, Nakamura, & Kojima, 1999; Narumoto, Yamada, Iidaka, Sadato, Fukui, Itoh, & Yonekura, 2000)。また、多義的な表情の解釈において前頭眼窩皮質が重要な役割を担うとされている (Nomura, Iidaka, Kakehi, Tsukiura, Hasegawa,

Maeda, & Matsue, 2003; Heberlein, Padon, Gillihan, Farah, & Fellows, 2008; Tsuchida & Fellows, 2012)。

乳児の日常の表情の多くははっきりしない多義的な性質をもつため、養育者は何らかの精神的な努力をして明示的な解釈をする必要があるだろう。養育的な相互作用におけるこのような認知過程は、成人の表情写真を用いた先行研究から示唆されるように、前頭眼窩皮質が何らかの役割を担っている可能性があるのではないだろうか。

乳児表情の認知の神経学的基礎についてはわずかな先行研究しか見当たらない。Nishitani, Doi, Koyama, & Shinohara (2011) は母親が乳児の表情を見ている時に右前頭前野が活動することを示しているが、領域を特定していない。Lenzi, Trentini, Pantano, Macaluso, Iacoboni, Lenzi, & Ammaniti (2009) は乳児を見ている時の母親の神経活動を計測し、はっきりしない表情を見ているときにより強く活動する部位として、左の前頭皮質と頭頂皮質、右の帯状皮質を挙げている。前頭皮質と帯状皮質の活動は、成人の多義的な表情から感情を同定させたNomura *et al.* (2003) の研究と一致する。なお、Nomura *et al.* は同時に前頭眼窩皮質の活動も報告しているが、Lenzi *et al.* ではその報告はない。この違いは、実験参加者が感情を明示的に同定したか否かの違いによるかもしれない。

本研究ではJIFPテストを用いて、回答者の前頭眼窩皮質の活動を計測する。この研究の焦点は乳児感情の解釈の神経学的基礎を検討することであるため、参加者は精神的に健康な、妊娠経験のない女子青年とする。脳活動の計測には、さまざまな脳神経イメージング法の中で安全で簡便な、多チャンネルの近赤外分光法 (NIRS) を用いる。NIRS計測のターゲット領域は、前頭眼窩皮質を含む前頭前野である。乳児感情の解釈によってこの領域に反応がみられるかどうかを確かめていく。

方法

実験参加者

昭和女子大学の20~24歳 (平均21.9歳) の健康な女子学生14人が参加した。いずれも妊娠経験はなく、右利きであった。昭和女子大学研究倫理委員会の認めた手続きに従い、実験参加に先立ちそれぞれの参加者から同意書への署名を得た。

実験刺激

日本IFEEL Pictures研究会の許可を得て、日本版IFEEL Pictures (JIFP; see Inoue *et al.*, 1993) の30枚の写真を用いた。写真は12ヶ月齢の日本人乳児のさまざまな表情から成る。JIFPは冊子体であるが、実験のために1頁ずつスキャナでパソコンに読み込んだ。モニタに呈示される写真のサイズは12.5cm×8.2cmとした。また統制課題として、複数のドットが散らばる図版を30枚用意した。ドットの数には12~21個で、図版のサイズは写真の乳児の顔のサイズとほぼ一致する5.0cm×5.0cmとした。

行動課題の手続き

NIRSのプロンプを装着後、参加者は約56cm離れたモニタの前に座り、感情解釈課題と統制課題を行った。感情解釈課題では、乳児の表情写真がモニタに7s呈示された後、固視刺激(+)が試行終了の合図として3s呈示された。参加者はこの10sの間に乳児の感情を同定し口頭で報告することが求められた。参加者には、JIFPの実施マニュアルに従い「何枚かの赤ちゃんの表情の写真がモニタに呈示されます。それぞれの赤ちゃんが表している一番強くてはっきりしている感情を、できるだけ一つの単語で教えてください。なお回答には正しいとか間違っているというものはありません。あなたの心に最初に浮かんだ言葉を教えてください。」と教示した。統制課題ではドット図版が7sと固視刺激が3s呈示され、この10sの間にドットの数数を数えて口頭で報告することが求められた。

課題は10試行を1ブロックとした。参加者は練習として2ブロック(感情解釈課題と統制課題1ブロックずつ)行った後、課題を4ブロック(それぞれの課題2ブロックずつ)行った。2課題のブロックは交互に実施し、順番は参加者ごとにランダムとした。それぞれのブロックは30sの安静時間(ベースライン)と100sの課題実施時間から成った(Figure 1)。ブロックの間には短い休憩時間を設けた。参加者の回答は実験者が筆記で書きとめるとともに、ICレコーダで録音した。反応潜時を計測するために、参加者はボタンを押してから回答を行った。

NIRS手続き

前頭前野における酸化ヘモグロビン(oxy-Hb)

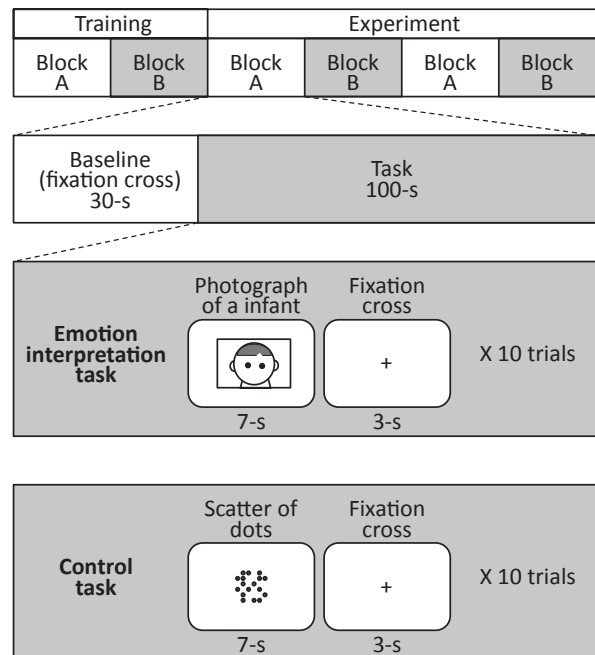


Figure 1 Design of behavioral task.

の濃度の変化量が、OEG-16 (Spectratech Inc. 製)を用いて計測された。この装置は2波長(770nmと840nm)の近赤外光を使用しており、照射プローブと検出プローブは30mm間隔で配置され、時間解像度は0.76Hzである。CDMA方式を採用しているため持ち運びが可能で、さまざまな条件下でNIRSデータを収集できるのが特徴である。額部のみでの計測のため、頭髪によるアーチファクトを避けている(Figure 2)。ヘッドセットは、国際10-20法に準拠しFpzを中心に装着した。16チャンネルを用いて前頭部(ブロードマン脳地図のおおよそBA10, 11, 46と47)のデータ計測を行った。

それぞれのチャンネルで有意な活動があったかを分析するために、まずベースラインと課題中の各個人のoxy-Hbの平均変化量を課題ブロックごとに算出し、この値を用いて課題中とベースラインの差のt検定を行った。その後、感情解釈課題と統制課題の差を検討するため、個人の課題中の平均変化量からベースラインの平均変化量を引いた値を算出し、これを賦活サイズとした。感情解釈課題と統制課題における賦活サイズの差もt検定を用いて分析した。分析にはIBM SPSS Statistics 21 (IBM製)を用いた。

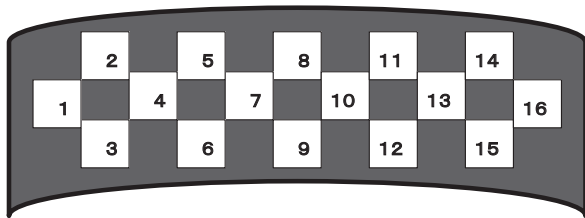


Figure 2 Headset for NIRS measurement and the position of 16 channels

結果

行動指標

感情解釈課題において、参加者はほとんどすべての試行において乳児の表す感情を回答することができた。反応率は94.2%で、統制課題の反応率とほぼ一致していた。感情解釈課題の平均反応潜時は3.4sで、こちらは統制課題の反応潜時よりも短かった (Table 1)。ほとんどの回答は1語か2、

3語で表された (例、「うれしい」「驚いている」「何かを考えている」など) が、長い表現を用いた回答 (例、「何かの出来事に驚いている」「お母さんに自分を見てほしいと思っている」など) もときどきみられた。

NIRSデータ

ベースラインと課題中のoxy-Hb変化量の比較をTable 2に示す。感情解釈課題におけるそれぞれのチャンネルの*t*値は、ch1とch9を除いたすべてのチャンネルで有意であり、課題中のoxy-Hbの増加が確認された。また、右側のチャンネル (ch1-7) に比べて、左側のチャンネル (ch10-16) で*t*値が大きい傾向がみられた。統制課題では、oxy-Hbの増加は左右の両端で前頭前野背外側部近傍 (BA46) に当たるch1、3、4と16においてのみ有意であった。

Figure 3には感情解釈課題と統制課題の賦活サイズの比較を示す。賦活サイズはベースラインと課題中のoxy-Hbの平均変化量の差であり、平均賦活サイズはすべてのチャンネルにおいて、統制課題よりも感情解釈課題で大きい傾向があった。*t*検定の結果、右側のch5、6、7と中央のch9、そして左側のch10、11、12、13、15において統計学的に有意な差が検出された。これらのチャンネルの位置は有意水準とともにFigure 4に示す。5%水準で有意だったチャンネルは前頭前野の広い範囲にみられたが、1%水準で有意だったチャンネルは左前頭前野の眼窩領域近傍 (BA11、47) に位置していた。

Table 1 The number and latency of response in each task

		emotion- interpretation	control	statistics
response number	<i>M</i>	18.9	19.4	<i>t</i> (12) = 1.72, <i>n.s.</i>
	(<i>SD</i>)	(1.57)	(0.96)	
rate		94.2%	96.9%	
latency (s)	<i>M</i>	3.4	5.7	<i>t</i> (495) = 20.18, <i>p</i> < .001
	(<i>SD</i>)	1.29	1.31	

Table 2 Comparisons of oxy-Hb changes between baseline and task periods

channel	n		emotion-interpretation			control		
			baseline	task	t-test	baseline	task	t-test
1	11	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.019 (0.077)	0.109 (0.220)	$t(21) = 1.59, n.s.$	-0.004 (0.103)	0.077 (0.121)	$t(21) = 2.57, p < .05$
2	12	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.039 (0.099)	0.134 (0.157)	$t(23) = 2.10, p < .05$	0.020 (0.091)	0.059 (0.135)	$t(23) = 1.11, n.s.$
3	13	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.008 (0.106)	0.135 (0.222)	$t(25) = 2.26, p < .05$	-0.026 (0.087)	0.063 (0.142)	$t(25) = 2.84, p < .01$
4	13	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.008 (0.140)	0.186 (0.217)	$t(25) = 3.10, p < .01$	-0.028 (0.149)	0.052 (0.162)	$t(25) = 2.42, p < .05$
5	13	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.031 (0.099)	0.170 (0.181)	$t(25) = 3.21, p < .01$	-0.006 (0.066)	0.046 (0.148)	$t(25) = 1.72, n.s.$
6	13	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.007 (0.160)	0.190 (0.245)	$t(25) = 2.76, p < .05$	-0.052 (0.148)	-0.001 (0.205)	$t(25) = 1.06, n.s.$
7	13	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.060 (0.134)	0.212 (0.223)	$t(25) = 2.87, p < .01$	0.000 (0.064)	0.043 (0.186)	$t(25) = 1.07, n.s.$
8	13	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.055 (0.143)	0.178 (0.251)	$t(25) = 2.27, p < .05$	-0.005 (0.053)	0.036 (0.205)	$t(25) = 0.96, n.s.$
9	13	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.047 (0.124)	0.144 (0.214)	$t(25) = 1.67, n.s.$	-0.002 (0.077)	-0.011 (0.182)	$t(25) = 0.23, n.s.$
10	13	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.042 (0.122)	0.225 (0.240)	$t(25) = 3.33, p < .01$	0.003 (0.069)	0.050 (0.154)	$t(25) = 1.36, n.s.$
11	13	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.042 (0.124)	0.199 (0.202)	$t(25) = 3.16, p < .01$	-0.006 (0.062)	0.036 (0.191)	$t(25) = 1.13, n.s.$
12	13	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.040 (0.123)	0.215 (0.256)	$t(25) = 2.96, p < .01$	0.010 (0.094)	0.022 (0.154)	$t(25) = 0.29, n.s.$
13	13	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.047 (0.145)	0.262 (0.296)	$t(25) = 3.16, p < .01$	0.005 (0.098)	0.048 (0.215)	$t(25) = 1.03, n.s.$
14	13	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.035 (0.117)	0.186 (0.228)	$t(25) = 2.79, p < .05$	-0.012 (0.074)	0.054 (0.196)	$t(25) = 1.60, n.s.$
15	13	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.021 (0.117)	0.285 (0.327)	$t(25) = 3.55, p < .01$	-0.014 (0.092)	0.053 (0.154)	$t(25) = 1.78, n.s.$
16	12	<i>M</i> (<i>SD</i>)	0.020 (0.095)	0.197 (0.251)	$t(23) = 3.19, p < .01$	-0.032 (0.107)	0.090 (0.120)	$t(23) = 3.63, p < .01$

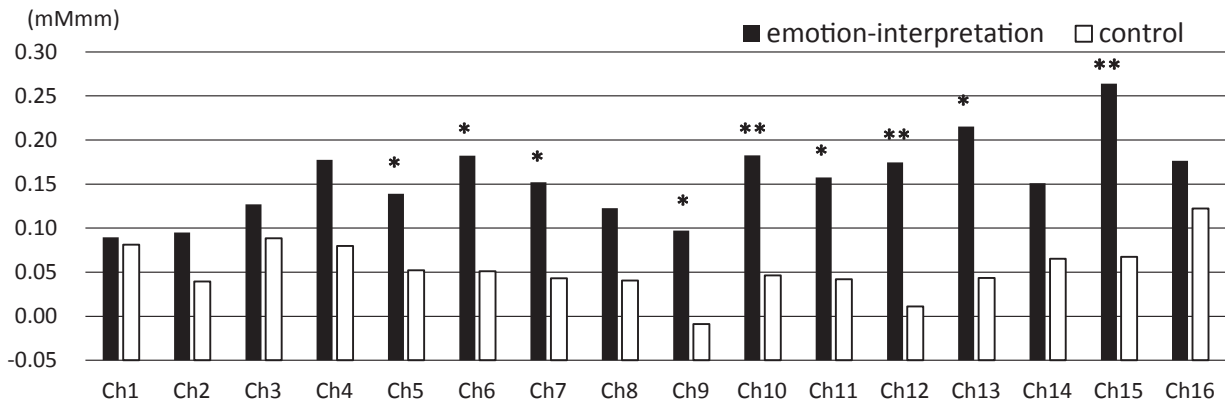


Figure 3 Comparison of activation size for the task between emotion-interpretation and control task. The activation size is difference between oxy-Hb changes in baseline period and these in task period. Significant differences revealed by t-test for each channel are indicated by asterisks (*; $p < .05$, **; $p < .01$).

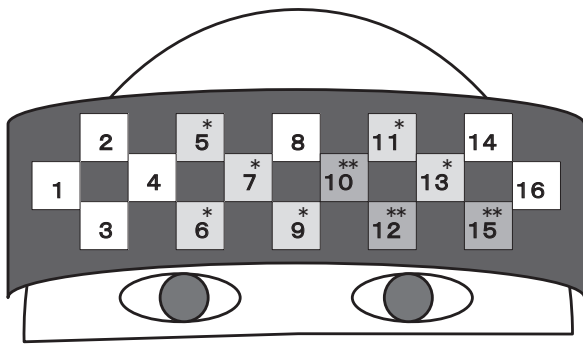


Figure 4 Channels which showed significant difference of activation size between emotion-interpretation and control tasks. (**; $p < .01$, *; $p < .05$)

考 察

感情解釈課題の反応潜時が統制課題よりも短かったことは、感情解釈課題の認知的負荷は統制課題よりも低かったことを意味するだろう。にもかかわらず、感情解釈課題では統制課題よりも、前頭前野の広い範囲でoxy-Hb濃度の有意な増加が認められた。統制課題で増加が認められたのは、さまざまな認知課題で作業記憶と関連することが知られている背外側部近傍のみであった(Barbey, Koenigs, & Grafman, 2013)。この結果は、前頭前野が表情から乳児感情を解釈する過程と関連する可能性を示唆する。

感情解釈課題と統制課題の比較では左の前頭眼窩領域近傍で強い有意差がみられ、この領域が解釈過程において重要な役割を担っている可能性が示された。成人写真を用いた多くの研究が表情認知における前頭眼窩皮質の役割を指摘してきており(Adolphs, 2002; Vuilleumier & Pourtois, 2007, for review)、特に明示的な感情判断や(Nakamura *et al.*, 1999; Narumoto *et al.*, 2000)や多義的な表情に対する感情判断(Nomura *et al.*, 2003; Heberlein *et al.*, 2008; Tsuchida and Fellows, 2012)と関連することが示されている。この研究で見られた眼窩領域での賦活は、それら成人表情の感情同定を含む先行研究の結果と一致する。はっきりしない、多義的な表情の感情解釈は、典型的な表情の解釈に比べて認知的な努力が必要となる。その表情が成人であれ乳児であれ、この認知過程は前頭眼窩皮質を介していると考えられるのではないだろうか。

前頭眼窩皮質の損傷は、刺激の感情性を評価する能力や社会的判断から行動を決定する能力を損なうことが知られている(Damasio, 1994)。また多くの脳損傷研究は、この領域が共感能力や感情的な視点取得と関連すること(Eslinger, 1998; Grattan, Bloomer, Archambault, & Eslinger, 1994; Hynes, Baird, & Grafton, 2006)、社会的決定と行動に関連すること(Eslinger, Moll, & de Oliveira-Souza, 2002)を示している。これらの研究と本研究の結果をあわせると、前頭眼窩皮質は、成人間、乳児と養育者間の相互作用のいずれにおいても、感情的・社会的行動に重要な役割を果たしていることが予想される。

前頭極(BA10)においても、感情解釈課題におけるoxy-Hb濃度の増加がみられた。表情認知におけるこの領域の関与は、先行研究ではあまり報告されていない。この領域のoxy-Hb濃度の変化は、眼窩領域での神経活動の影響であるかもしれない。NIRSは神経活動そのものではなく、血流のoxy-Hb濃度を計測している。眼窩領域での神経活動に対する血流が、前頭極でのoxy-Hb濃度を増加させた可能性がある。

左半球での賦活が優位であったことは予想外であった。逆に、成人写真を用いたいくつかの先行研究は、感情認知の神経システムにおける右前頭前野の優位性を示唆してきている(e.g., Nakamura *et al.*, 1999; Nomura *et al.*, 2003)。しかし一方で、母親が乳児のはっきりしない表情を観察している時には、左の前頭前皮質が強く活動するとの報告もある(Lenzi *et al.*, 2009)。加えてLaurent & Ablow (2013)は、母親が自分の乳児の感情表出を見ている際の左の前頭眼窩領域の賦活を報告している。この左半球優位性は乳児の表情の処理に特異的であるのかもしれない。ただし、この点についてはさらなる研究が必要である。

今回の実験では参加者に口頭での反応を求めた。この点は感情解釈課題と統制課題とで同様であるが、感情評価課題では参加者がときどき比較的長い文章で反応することがあった。このような言語活動は左の言語野を介することから、感情評価課題での前頭眼窩領域の左優位性と関連している可能性がある。また、この感情解釈課題での言語活動が、本研究でみられた前頭前野の活動全般に影響している可能性もないとは言い切れない。

しかし、成人写真を用いた先行研究において、表情認知における前頭眼窩皮質の関わりはすでに明らかであり、本研究の眼窩皮質の活動も無関係とは考えづらいだろう。今後、言語活動を統制したより厳密な実験計画を用いて、この問題を含めたさらなる研究の進展を目指していきたい。

養育者が乳児の感情をどのように解釈するかは、乳児の社会的感情発達に影響する。このため、今後は脳活動の個人差にも焦点を当てていく必要があるだろう。近年、Laurent & Ablow (2013) は、抑うつ母親では自分の乳児の喜びの表情に対する前頭眼窩皮質の活動が弱いことを報告している。また、Lenzi, Trentini, Pantano, Macaluso, Iacoboni, Lenzi, & Ammaniti (2013) は、アタッチメント・スタイルが拒絶型 (dismiss) の者は、乳児の表情に対する内側前頭眼窩皮質の活動が弱いことを示した。Nitschke, Nelson, Rusch, Fox, Oakes, & Davidson (2004) や Minagawa-Kawai, Matsuoka, Dan, Naoi, Nakamura, & Kojima (2009) の研究では、ポジティブな表情をした母親が乳児の喜びの表情を見ると前頭眼窩皮質の活動が増加するという。これらの研究は、乳児の感情表出に対する前頭眼窩皮質活動の個人差を示すものであり、このことが養育行動の質と関わってくる可能性を示唆する。

この問題に関して、IFP test を用いることで、乳児感情の解釈の個人差と神経活動との関連を検討することができるだろう。乳児感情の解釈の個人差はIFP test を用いた多くの研究で明らかになっている (Zahn-Waxle & Wagner, 1993; Butterfield, 1993; Osofsky & Culp, 1993; Szajnberg & Skrinjaric, 1993; 長屋, 2005; 小原, 2005)。ターゲットの脳領域は前頭眼窩皮質とするのがよいだろう。NIRS は安全で簡便であることから、さまざまな対象者への研究に適している。これまで、乳児表情の認知に関する神経学的研究の多くは健康な母親を対象として行われてきたが、実際に乳児を取り巻く養育者は多様である。健康な母親もいれば、リスクをもつ母親もいる。父親や祖父母や保育士による養育も乳児の発達を支えている。さまざまな対象者からのより多くのデータの収集が、養育者と乳児との健全な相互作用の理解と支援につながると考える。

引用文献

- Adolphs, R. (2002). Recognizing emotion from facial expressions: Psychological and neurological mechanisms. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, *1*, 21-62.
- Barbey, A. K., Koenigs, M., & Grafman, J. (2013). Dorsolateral prefrontal contributions to human working memory. *Cortex: A Journal Devoted To The Study Of The Nervous System And Behavior*, *49*, 1195-1205.
- Bruner, J. (1982). *Child's Talk: Learning to Use Language*. New York: W. W. Norton.
- Butterfield, P. M. (1993). Responses to IFEEL pictures in mothers at risk for child maltreatment. In R. N. Emde, J. D. Osofsky, & P. M. Butterfield (Eds.), *The IFEEL pictures: A New Instrument for Interpreting Emotions*. Madison, CT US: International Universities Press, Inc. pp.161-173.
- Butterfield, P. M., & Ridgeway, D. (1993). The IFEEL pictures: Description, administration, and lexicon. In R. N. Emde, J. D. Osofsky, & P. M. Butterfield (Eds.), *The IFEEL pictures: A New Instrument for Interpreting Emotions*. Madison, CT US: International Universities Press, Inc. pp.73-95.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. New York: Grosset/Putnam.
- Emde, R. N. (1993a). A framework for viewing emotions.,” In R. N. Emde, J. D. Osofsky, & P. M. Butterfield (Eds.), *The IFEEL pictures: A New Instrument for Interpreting Emotions*. Madison, CT US: International Universities Press, Inc. pp.3-25.
- Emde, R. N. (1993b). Infant emotions and the caregiving environment. In R. N. Emde, J. D. Osofsky, & P. M. Butterfield (Eds.), *The IFEEL pictures: A New Instrument for Interpreting Emotions*. Madison, CT US: International Universities Press, Inc. pp. 27-49.
- Eslinger, P. (1998). Neurological and neuropsychological bases of empathy. *European Neurology*,

- 39,193-199.
- Eslinger, P. J., Moll, J., & de Oliveira-Souza, R. (2002). Emotional and cognitive processing in empathy and moral behavior. *Behavioral and Brain Sciences*, *25*, 34-35.
- Grattan, L. M., Bloomer, R. H., Archambault, F. X., & Eslinger, P. J. (1994). Cognitive flexibility and empathy after frontal lobe lesion. *Neuropsychiatry, Neuropsychology, & Behavioral Neurology*, *7*, 251-259.
- Heberlein, A., Padon, A., Gillihan, S., Farah, M., & Fellows, L. (2008). Ventromedial frontal lobe plays a critical role in facial emotion recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *20*, 721-733.
- Hiltunen, P., Moilanen, I., Szajberg, N., & Gardner, N. (1999). The IFEEL pictures: Transcultural aspects of importing a new method. *Nordic Journal of Psychiatry*, *53*, 231-235.
- Hynes, C. A., Baird, A. A., & Grafton, S. T. (2006). Differential role of the orbital frontal lobe in emotional versus cognitive perspective-taking. *Neuropsychologia*, *44*, 374-383.
- Inoue, K., Hamada, Y., Fukatsu, C., Takiguchi, T., & Okonogi, K. (1993). The Japanese IFEEL Pictures. In R. N. Emde, J. D. Osofsky, & P. M. Butterfield (Eds.), *The IFEEL pictures: A New Instrument for Interpreting Emotions*. Madison, CT US: International Universities Press, Inc. pp. 299-308.
- Kaye K. (1982). *The Mental and Social Life of Babies: How Parents Create Persons*. Chicago: University of Chicago Press.
- Knezević, M., & Jovancević, M. (2004). The IFEEL pictures: psychological trauma and perception, and interpretation of child's emotions. *Nordic Journal Of Psychiatry*, *58*, 139-145.
- Laurent, H. K., & Ablow, J. C. (2013). A face a mother could love: Depression-related maternal neural responses to infant emotion faces. *Social Neuroscience*, *8*, 228-239.
- Lenzi, D. D., Trentini, C. C., Pantano, P. P., Macaluso, E. E., Iacoboni, M. M., Lenzi, G. L., & Ammaniti, M. M. (2009). Neural basis of maternal communication and emotional expression processing during infant preverbal stage. *Cerebral Cortex*, *19*, 1124-1133.
- Lenzi, D., Trentini, C., Pantano, P., Macaluso, E., Lenzi, G., & Ammaniti, M. (2013). Attachment models affect brain responses in areas related to emotions and empathy in nulliparous women. *Human Brain Mapping*, *34*, 1399-1414.
- Mehagnoul-Schipper, D., van der Kallen, B., Colier, W., van der Sluijs, M., van Erning, L., Thijssen, H., & Jansen, R. (2002). Simultaneous measurements of cerebral oxygenation changes during brain activation by near-infrared spectroscopy and functional magnetic resonance imaging in healthy young and elderly subjects. *Human Brain Mapping*, *16*, 14-23.
- Minagawa-Kawai, Y., Matsuoka, S., Dan, I., Naoi, N., Nakamura, K., & Kojima, S. (2009). Prefrontal activation associated with social attachment: Facial-emotion recognition in mothers and infants. *Cerebral Cortex*, *19*, 284-292.
- 長屋佐和子 (2005). 乳幼児表情写真 (IFEEL Pictures) を用いた母親の情緒応答性の測定: 子どもの性差・人数・年齢が与える影響. 発達心理学研究, *16*, 156-164.
- Nakamura, K., Kawashima, R., Ito, K., Sugiura, M., Kato, T., Nakamura, A., & Kojima, S. (1999). Activation of the right inferior frontal cortex during assessment of facial emotion. *Journal of Neurophysiology*, *82*, 1610-1614.
- Narumoto, J., Yamada, H., Iidaka, T., Sadato, N., Fukui, K., Itoh, H., & Yonekura, Y. (2000). Brain regions involved in verbal or nonverbal aspects of facial emotion recognition. *Neuroreport: For Rapid Communication of Neuroscience Research*, *11*, 2571-2576.
- Nishitani, S., Doi, H., Koyama, A., & Shinohara, K. (2011). Differential prefrontal response to infant facial emotions in mothers compared with non-mothers. *Neuroscience Research*, *70*, 183-188.
- Nitschke, J., Nelson, E., Rusch, B., Fox, A., Oakes, T., & Davidson, R. (2004). Orbitofrontal cortex tracks positive mood in mothers viewing pic-

- tures of their newborn infants. *Neuroimage*, **21**, 583-592.
- Nomura, M., Iidaka, T., Kakehi, K., Tsukiura, T., Hasegawa, T., Maeda, Y., & Matsue, Y. (2003). Frontal lobe networks for effective processing of ambiguously expressed emotions in humans. *Neuroscience Letters*, **348**, 113-116.
- 小原倫子 (2005). 母親の情動共感性及び情緒応答性と育児困難感との関連. 発達心理学研究, **16**, 92-102.
- Ohmae, E., Ouchi, Y., Oda, M., Suzuki, T., Nobesawa, S., Kanno, T., & ... Yamashita, Y. (2006). Cerebral hemodynamics evaluation by near-infrared time-resolved spectroscopy: correlation with simultaneous positron emission tomography measurements. *Neuroimage*, **29**, 697-705.
- Osofsky, J. D., & Culp, A. M. (1993). Perceptions of infant emotions in adolescent mothers. In R. N. Emde, J. D. Osofsky, & P. M. Butterfield (Eds.), *The IFEEL pictures: A New Instrument for Interpreting Emotions*. Madison, CT US: International Universities Press, Inc. pp. 149-160.
- Sroufe, L. A. (1983). Infant-Caregiver Attachment and Patterns of Adaptation in Preschool: The Roots of Maladaptation and Competence. In M. Perlmutter (Ed.), *Minnesota Symposium in Child Psychology*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, pp.41-81.
- Stern, D. (1985). *The Interpersonal World of the Infant*. New York; Basic Books.
- Szajnberg, N. M., & Skrinjaric, J. (1993). Perceptions of infant affect in mothers of prematures: The IFEEL pictures assessment. In R. N. Emde, J. D. Osofsky, & P. M. Butterfield (Eds.), *The IFEEL pictures: A New Instrument for Interpreting Emotions*. Madison, CT US: International Universities Press, Inc. pp.185-194.
- Szajnberg, N. M., Skrinjaric, J., Vidovic, V., & DeZan, D. (1994). Mothers' perceptions of infant affect in a Croatian sample: The IFEEL Pictures Assessment. *Infant Mental Health Journal*, **15**, 328-335.
- Toronov, V., Webb, A., Choi, J., Wolf, M., Michalos, A., Gratton, E., & Hueber, D. (2001). Investigation of human brain hemodynamics by simultaneous near-infrared spectroscopy and functional magnetic resonance imaging. *Medical Physics*, **28**, 521-527.
- Tsuchida, A., & Fellows, L. K. (2012). Are you upset? Distinct roles for orbitofrontal and lateral prefrontal cortex in detecting and distinguishing facial expressions of emotion. *Cerebral Cortex*, **22**, 2904-2912.
- Vuilleumier, P., & Pourtois, G. (2007). Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: Evidence from functional neuroimaging. *Neuropsychologia*, **45**, 174-194.
- Zahn-Waxler, C., & Wagner, E. (1993). Caregivers' interpretations of infant emotions: A comparison of depressed and well mothers. In R. N. Emde, J. D. Osofsky, & P. M. Butterfield (Eds.), *The IFEEL pictures: A New Instrument for Interpreting Emotions*. Madison, CT US: International Universities Press, Inc. pp.175-184.

