

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年4月26日現在

機関番号：17301  
 研究種目：若手研究(B)  
 研究期間：2011～2012  
 課題番号：23700253  
 研究課題名（和文） 感情の表出強度に伴う処理能力の評価系確立と脳・内分泌メカニズムの  
 解明  
 研究課題名（英文） Recognition of facial expressions and prosodic cues with graded  
 emotional intensities in late childhood, adolescence and adult.  
 研究代表者  
 藤澤 隆史 (FUJISAWA TAKASHI)  
 長崎大学・大学院医歯薬学総合研究科・助教  
 研究者番号：90434894

## 研究成果の概要（和文）：

本研究は、感情が表出される2つの非言語チャンネル（顔、音声）に注目し、表出された感情の感情表出度と、表出強度が操作されたチャンネル情報から受けとる聴取者の感情認識度を定量的に評価するシステムの開発を行った。本研究では特に児童期から思春期の「子ども」を中心的な研究対象とし、行動・脳機能・内分泌・遺伝子多型の4つの側面から、多角的に子ども（発達障害児を含む）の感情処理能力（感情スキル）を客観的に測定し、子どものコミュニケーション能力の定量的評価系の確立を目的とした。その結果、1)感情識別課題では、思春期においては、女兒は男児に比べて音声において、感情の認識率が高く、2)自閉症スペクトラム（ASD）群では、定型発達群に比較して、悲しみの表情による感情表出に対する認識率が異なること、3)脳活動では、定型発達群では ASD 群に比較して、右前頭前野においてより高い活性化が確認された。以上の結果は、感情発達には、性別と発達段階が複雑に絡み合っていることを示唆している。

## 研究成果の概要（英文）：

This study investigated the development of late childhood, adolescence and adults to recognize emotional categories of facial expressions and emotional prosodies with graded emotional intensities. Moreover, we examined investigated the development of the individuals with Autism spectrum disorder (ASD), which showed poorer recognition performance for angry and sad expressions from both facial and vocal information. As a result, 1) in emotion recognition task, adolescent females were more sensitive to happy and sad prosody than males but not to angry prosody, whereas there were no sex-related differences in emotional prosody in late childhood for any of the emotional categories. 2) The individuals with ASD outperformed the control participants in recognizing inverted sad expressions, indicating enhanced processing of local facial information representing sad emotion. 3) In a brain imaging study, we found that the right PFC in normal development was significantly higher activation than that in ASD group. These results suggest that the emotional development is complexly intertwined with sex and developmental stage.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学、感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性脳科学、感性認知科学、感性生理学

## 1. 研究開始当初の背景

コミュニケーション能力の低下は、子どもの社会力学的問題（いじめ・不登校）の根幹にあるとの認識がされてきた。しかしながら現在までのところ、コミュニケーション能力を軽負担で客観的に評価する技術は開発されておらず、非専門家や現場の職員が早期に問題を発見し、適切に対処することは困難であることが多かった。コミュニケーションによる情報伝達において、非言語情報によるものがその大部分（90%以上）を占めていることは有名である。コミュニケーション能力は対人関係の方向性から、自己の感情を他者へと適切に表現する能力（＝表出能力）と、他者の感情を適切に理解する能力（＝認知能力）の二つに分けられることから、これら二つの能力を定量的に評価することが可能な技術開発がもとめられる。

例えば、顔の認知能力は、虐待経験の有無により表情への感受性が変化することが知られているが、表情表出強度との関連性はどうか、顔以外のチャンネルについてはどうか、表出能力についてはどうかなど、体系的には明らかにされてこなかった。しかしながら、近年の情報工学技術の進展、例えば、モーフィング技術や統計モデリングに伴い、感情誘発刺激の操作や評価値からの統計処理が容易となってきた。また、個々人の感情処理能力を客観的な基準で判定するためには、表出能力及び認知能力についてのデータベースを作成する必要があるが、子どもの感情表出データベースは、ごく小規模のものを除けばわが国には存在しないため、これまでは、その評価が困難な点があった。

## 2. 研究の目的

本研究は、感情が表出される2つの非言語チャンネル（顔、音声）に注目し、表出された感情の感情表出度と、表出強度が操作されたチャンネル情報から受けとる聴取者の感情認識度を定量的に評価するシステムの開発を行う。感情の処理能力（感情スキル）は、近年、いじめや不登校、衝動的暴力などの問題行動との関連性が指摘されており、本研究では特に児童期から思春期の「子ども」を中心的な研究対象とする。行動・脳機能・内分泌・遺伝子多型の4つの側面から、多角的に子ども（発達障害児を含む）の感情処理能力（感情スキル）を客観的に測定し、子どものコミュニケーション能力の定量的評価系の確立を目的とする。

## 3. 研究の方法

本研究は、長崎大学医学系倫理委員会の承認を受け、被験者には書面による説明と同意を得た上で、以下の方法を用いた(1)～(4)

の研究を行った。

### (1) 感情表出データベースの作成

子どもの感情表出データベースの構築を行う。3種類の感情（喜び、怒り、悲しみ）それぞれについて、異なるシチュエーションで表出してもらい、表出の物理的特徴は発達段階によって大きく異なるため、2世代（小学生3・4年生・中学生）を各グループ別に表情と声の収録を行う。

### (2) 感情処理能力の定量的評価法の確立

#### 2-1 感情表出能力の測定

感情表出能力の測定において、まず基本感情の表出能力の測定では、課題1による得られたデータベースを用いて、情報工学的手法（GMM）により学習させた感情識別機を構築し、識別機に新たに入力される評価対象者に対する感情識別の推定値を表出得点とする。次に、感情の衝動的表出について測定するために、反応抑制課題（Go/Nogo 課題）を作成し、衝動性の定量的評価を試みた。

#### 2-2 感情認知能力の測定

感情認知能力の測定では、近年、急速な発展を遂げたモーフィング技術を用いて、感情の表出強度が異なる提示刺激を作成し、実験対象者の各感情カテゴリーに対する感受性について得点化する。

### (3) 障害群における感情処理能力の評価

自閉症スペクトラム児を対象に実施し、その感情処理能力について評価を行った。

### (4) 健常群および障害群における感情処理能力の評価と脳・内分泌メカニズムの検討

#### 4-1 脳メカニズムの評価

感情能力の測定課題に従事中の脳機能イメージングを実施する。脳機能計測では、非侵襲的脳機能計測装置（NIRS）を用いて、感情処理や社会性に関連が深いとされる前頭前野について計測を行う。NIRSを用いた計測は簡便に実施することが可能であることから、子どもを対象として実施する。対象者は定型発達の子どもの38名、自閉症スペクトラム児13名であった。

#### 4-2 内分泌系の検討

感情処理能力には性差があることが知られており、性ホルモン水準が感情処理能力に差をもたらす可能性が考えられる。テストステロン、エストロジェンを対象とし、性ホルモンの測定するためにだ液採取を行う。性ホルモンは性ホルモン受容体を介して影響を及ぼすことから、受容体の多型性がホルモンの影響を左右している可能性がある。そこで、

性ホルモン受容体関連遺伝子 (AR, ER, AhR) の Genotyping を行い、受容体の遺伝子多型と感情処理能力の関連性について検討する。

#### 4. 研究成果

##### (1) 感情表出データベースの作成

3 種類の感情 (喜び、怒り、悲しみ) それぞれについて、異なるシチュエーションで表出してもらい、2 世代 (小学生・中学生) について、表情と声の収録を行い、子どもの感情表出データベースの構築を行った。

##### (2) 感情処理能力の定量的評価法の確立

###### 2-1 感情表出能力の測定

感情表出能力の測定において、まず基本感情の表出能力の測定では、課題 1 による得られたデータベースを用いて、ピッチとパワーの情報を含まない低次元 MFCC を抽出し、GMM を用いて話速情報を含まない音響モデルを作成した。入学習データとして、データベースより感情意図が正しく評定された 145 の感情音声を出し、モデルに入力した。話者に関して open な識別とするため、話者ごとの leave one out 法でモデル化し、識別実験を行った。その結果、平均 75% の認識率 (怒り: 71%、喜び: 62%、悲しみ: 92%) で感情を認識することができた (チャンスレベルは 33%)。

感情の衝動的表出について測定では、反応抑制課題 (Go/Nogo 課題) を作成し、衝動性と内分泌特性との関連性について検討を行った (4-2 で後述)。

###### 2-2 感情認知能力の測定

感情認知能力の測定では、近年、急速な発展を遂げたモーフィング技術を用いて、感情の表出強度が異なる提示刺激を作成し、実験対象者の各感情カテゴリに対する感受性について測定した。その結果、音声の感情識別課題において、思春期では女兒は男児に比べて感情の認識率が高いことが分かった (図 1 参照、A: 児童期、B: 思春期)。

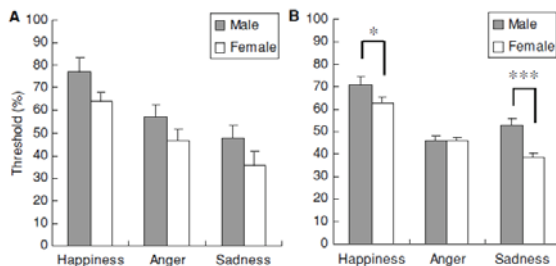


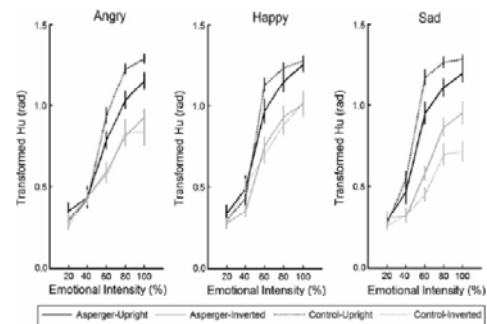
図 1. 表情・音声からの感情認識率の比較

##### (3) 障害群における感情処理能力の評価

健常群として、男性 19 名、ASD 群として、ASD 患者 23 名に対し、モーフィング技術を用いて作成した中間的な感情強度をもつ表情・音声刺激に対する感情カテゴリ判断課題を実施した。また、表情は画像の上下を反転さ

せた倒立条件と、通常の向きの正立条件の 2 条件で呈示した。その結果、表情識別では、呈示した表情・音声刺激に含まれる感情カテゴリは、喜び、怒り、悲しみの 3 種類であった。ASD 群では、画像倒立による悲しみ表情の認識成績の低下が、健常群に比べ有意に小さかった。この結果は悲しみの表情認識において、成人アスペルガー症候群患者が健常者とは異なる認知方略を用いている可能性を示唆している。また、音声課題では、すべての感情カテゴリにおいて ASD 群で成績低下がみられた。これらの結果から、成人 ASD 患者における感情情報認知障害は、モダリティ特異的な知覚処理レベルの障害により生じていると考えられる (図 2)。

#### (A) 表情



#### (B) 音声



図 2. 表情・音声からの感情認識率の比較

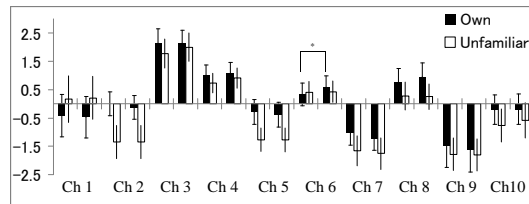
#### (4) 健常群および障害群における感情処理能力の評価と脳・内分泌メカニズムの検討

##### 4-1 脳メカニズムの評価

感情誘発刺激を用いて自閉症スペクトラム児群 13 名 (年齢 8.9 ± 1.0 歳)、定型発達児群 38 名 (年齢 9.2 ± 0.8 歳) を対象に、近赤外分光法を用いて、脳機能計測を行った。その結果、定型発達群では、喜び表情に特異的に右前頭前野腹内側領域の活動の増加が見られたのに対し、自閉症スペクトラム児群では、喜び表情の呈示に特異的に特定領域の活動の増加は見られなかった (図 3)。右前頭前野腹内側領域は、他者の視点を理解する認知的共感に関係していることから、自閉症ス

ペクトラム群では情動に伴う共感的認知の機能が低下している可能性が示唆される。

(A) 定型発達群



(B) 自閉症スペクトラム群

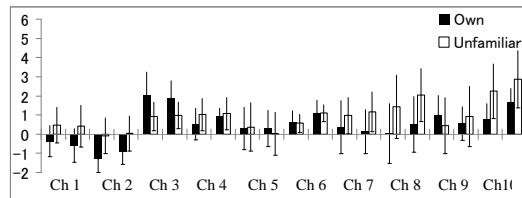


図 3. 表情観察時における PFC 活動の比較

#### 4-2 内分泌系の検討

感情処理能力には性差があることが知られており、性ホルモン水準が感情処理能力に差をもたらす可能性が考えられる。テストステロン、エストロジェンを対象とし、Go/Nogo課題を用いて、感情処理能力（衝動性）との関連性について検討した。その結果、思春期女兒では、テストステロンと衝動性指数との間に相関がみられ、テストステロン濃度が衝動性の亢進に関与している可能性を示唆した（図 4）。

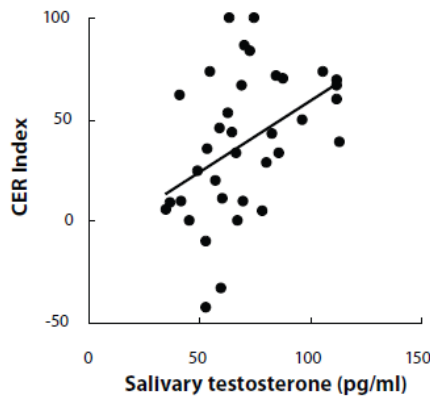


図 4. 唾液中テストステロン濃度と衝動性指数の相関

次に、性ホルモン受容体関連遺伝子（AR、ER、AhR）の Genotyping を行い、受容体の遺伝子多型と感情処理能力の関連性について検討を行った。その結果、AhR における遺伝子多型において、AA 型（変異）は GG 型（ワイルドタイプ）に比較して情動の感度が高いこと明らかとなり、AhR 遺伝子多型が、情動の認知能力に影響を及ぼしている可能性が示唆された（図 5）。

#### AhR(Arg554Lys: rs2066853)

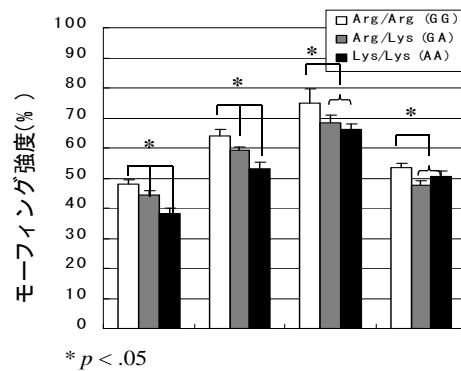


図 5. AhR 遺伝子多型と感情認知能力

#### 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)

- (1) Fujisawa TX, Shinohara K. (2011) Sex differences in the recognition of emotional prosody in late childhood and adolescence. *Physiol Sci.*, 61(5):429-435.
- (2) Fujisawa TX, Nishitani S, Ishii S, Shinohara K. (2011) Differential modulation of impulsive behavior by loneliness and testosterone in adolescent females. *Neuro Endocrinol Lett.*, 32(6):836-840.
- (3) Fujisawa TX, Nishitani S, Obara T, Shinohara K. (2011) Loneliness depends on salivary estradiol levels in adolescent females. *Neuro Endocrinol Lett.*, 33(5):525-529.
- (4) Nishikawa S, Nishitani S, Fujisawa TX, Noborimoto I, Kitahara T, Takamura T, Shinohara K. (2012) Perceived parental rejection mediates the influence of serotonin transporter gene (5-HTTLPR) polymorphisms on impulsivity in Japanese adults. *PLoS One.*, 7(10):e47608.
- (5) Doi H, Fujisawa TX, Kanai C, Ohta H, Yokoi H, Iwanami A, Kato N, Shinohara K. (2012) Recognition of Facial Expressions and Prosodic Cues with Graded Emotional Intensities in

Adults with Asperger Syndrome. J Autism Dev Disord. 2013.

〔学会発表〕（計 5 件）

- (1) 藤澤隆史、西谷正太、石井聡、篠原一之 (2011) 青年期における衝動性と孤独感およびテストステロン. 第 33 回日本生物学的精神医学会年会.
- (2) 土居裕和、藤澤隆史、金井智恵子、太田晴久、岩波明、加藤進昌、篠原一之 (2011) 成人アスペルガー症候群患者における表情・音声からの感情カテゴリー認知. 第 33 回日本生物学的精神医学会年会.
- (3) Fujisawa TX, Nishitani S, Doi H, Shinohara K. (2012) The ability to recognize emotion is modulated by the aryl hydrocarbon receptor variants in normal human adolescents. Neuro2012.
- (4) 藤澤隆史、篠原一之 (2012) 思春期の社会性発達にもたらす性腺ホルモンの影響. 第 31 回日本思春期学会総会.
- (5) 藤澤隆史、西谷正太、岩永竜一郎、松崎淳子、川崎千里、栃木衛、加藤進昌、佐々木司、篠原一之 (2012) ダイオキシン関連遺伝子の多型が自閉症スペクトラムの重症度に及ぼす影響. 第 34 回日本生物学的精神医学会年会.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

藤澤 隆史 (FUJISAWA TAKASHI)  
長崎大学・大学院医歯薬学総合研究科・  
助教  
研究者番号：90434894

### (2) 研究分担者

該当なし

### (3) 連携研究者

該当なし