第10回大会記念シンポジウム

扁桃体損傷による情動表情の認識障害

京都大学 佐藤 弥

Impairment of facial expression recognition after amygdala damage

Wataru Sato
University of Kyoto

This article reviews existing empirical research into the effects of amygdala damage on facial expression recognition. The relevant findings of our ongoing research are also described. The evidence suggests that amygdala-damaged patients have impaired recognition of the facial expressions associated with certain negative emotions, particularly fear.

The implications of these findings for psychological research on emotion are discussed.

Key words: Amygdala; Facial expression; Brain damage

1. はじめに

情動研究において、表情についての研究は非常に重要な位置を占めるものである。Ekman(1972)に代表されるように、これまで多くの重要な情動に関する理論が、表情研究を基礎にして提案されてきた。

そして、近年の表情研究を考える上で、扁桃体の損傷が恐怖表情の認識を障害するという神経心理学的知見は、最も大きな発見のひとつである。神経科学の分野のみならず、心理学研究の分野に対しても、非常に大きなインパクトを与えたと言える。

本稿では、この問題について取り上げてみたい。以下では、まず簡単に扁桃体の解剖学的位置について述べ、先行研究について概観し、ついで我々の最近の研究について紹介し、最後にこうした知見が表情研究に与える示唆について考察する。

2. 扁桃体の解剖学的位置

扁桃体(図1参照)は、側頭葉の前方内側面に両側性に位置しており、大きさも形状もア-

モンドのような器官である。

扁桃体には、視覚・聴覚・体性感覚・味覚および嗅覚のすべての感覚連合野から、および前頭葉や多感覚性連合野からの直接の線維投射がある。また、扁桃体からの出力は、視床下部・脳幹・大脳基底核といった身体反応・行動系器官へ、また海馬・側頭連合野といった皮質の広範な認知処理系器官へ投射しており、無名質を介した間接的経路を含めると、皮質のほぼ全域へ投射しているといえる(Amaral, Price, Pitkaenen & Thomas, 1992)。

認知的視点からの情動処理とは、その時点の生体の内界情報に基づいて外界を評価し、環境に適応した身体反応・行動・認知を喚起する処理過程である(Cornelius, 1996)ことを考えると、線維結合から見た扁桃体は、まさにこうした条件を満たす情報処理装置である。

3. 扁桃対損傷者における表情認識障害の研究
両側扁桃体損傷による表情認識障害

両側扁桃体を損傷した患者において表情認識に障害が見られることを最初に報告したのは、

Adolphs, Tranel, Damasio, & Damasio (1994, 1995) であった。彼らは、先天的疾病により両側の扁桃体が損傷されている患者 SM (30歳、女性) について実験を行った。脳画像診断では、SM の海馬や他の新皮質には異常がないが、両側の扁桃体はほぼ完全に損傷していることが示された (図 1)。SM は、知能に大きな低下はなく、視覚弁別能力は正常であり、熟知相貌の同定や未知相貌の弁別には優れていた。実験では、基本 6 情動 (幸福・驚き・恐怖・怒り・嫌悪・悲しみ) と中性情動の表情写真を 1 枚ずつ呈示し、基本 6 情動語を用いて 0 - 5 点までの 6 段階で評定するよう求めた。統制群として、扁桃体以外の脳部位に損傷を持つ患者群 (以下、脳損傷統制群と呼ぶ) 12 名、健常者群 (以下、健常統制群と呼ぶ) 7 名などについても検討した。その結果、脳損傷統制群・健常統制群に比べて SM では、恐怖・怒り・驚き表情に対して適切な情動語が非常に低く評定されていることが示された (図 2)。健常統制群の平均値との相関を算出したところ、恐怖表情に対して特異的に低い相関値が示された。また、評定に対する多次元尺度法での解析や、2 表情のペアリング実験から、SM は、一つの表情に対して複数の情動を読み取る能力が低下している (典型的な情動一つしか読み取れない) が示された。

表情認識の障害は、後天的に両側扁桃体を損傷した患者DR (51歳、女性) でも報告された (Young, Aggleton, Hellawell, Johnson Brooks, & Hanley, 1995 ; Young, Hellawell, Van De Wal, & Johnson, 1996)。この症例では、てんかん治療のための手術によって両半球の扁桃体をほとんど除去されていた。DRについて、写真マッチングやラベリングによって表情認知を検討したところ、健常統制群よりも成績が低いことが示された。DRの表情認知の障害は、刺激が動画・静止画いずれの場合においても示され、心的イメージを用いた課題でも同様であった。また、複数人物の表情写真を用いて、人物あるいは表情のマッチング課題を行ったところ、表情同定が成績は低いこと、表情が異なる場合

には人物同定でも成績が低下していることが示された。

DRの障害については、別の患者SE(61歳の男性。後天的疾病により両側扁桃体を損傷)とともにCalder, Young, Rowland, Perrett, Hodges, & Etcoff (1996) でより詳細な検討が加えられている。この研究では、情動表情に対

図1 扁桃体損傷患者SMのMRI。両側扁桃体(右下図の矢印の部分)の選択的な損傷が示される(Adolphs et al., 1994)。

図2 情動表情に対する情動強度評定の結果。両側扁桃体損傷患者の4回実験分のデータ(▲)、脳損傷統制群の12名分のデータ(○)、健常統制群の平均データ(横線)を示している(Adolphs et al., 1994を改変)。

する情動語ラベル選択課題とともに、モーフィング表情(2枚の写真を合成して作る中間表情)を用いたより詳細な検討が行われた。最も混同しやすいよう基本情動表情を並べ(e. g., 驚きと恐怖)、隣あう2つの表情を合成して、中間表情が作成された。課題は、6つあるいは2つの情動語でのラベリングであった。一連の実験の結果、DRの表情認識の障害は、怒りと嫌悪にも見られたが、特に恐怖表情において顕著であることが示された。SEにおいても、いくらか怒りにも障害があったが、特に恐怖において成績低下は顕著であった。

近年では、多数例での研究もいくつか報告されている。Broks, Young, Maratos, Coffey, Calder, Isaac, Mayes, Hodges, Montaldi, Cezayirli, Roberts, & Hadley (1998) では、後天的疾病によって扁桃体を損傷した患者4名(3名は両側、1名は片側の損傷)について、ラベリング課題を用いて検討している。実験の結果、4名全員に共通して、恐怖表情の認識が健常統制群よりも低下していることが示された。その他の情動については、1名で複数の情動についての障害が見られたものの、あとの3名では顕著な成績低下は示されなかった。なお、海馬のみを損傷した患者についての検討では、こうした表情認識の障害は示されなかった。Adolphs, Tranel, Hamann, Young, Calder, Phelps, Anderson, Lee, & Damasio (1999) では、9名の両側扁桃体損傷患者を対象として、情動表情写真に対して基本情動語についての強度評定を求めた。その結果、扁桃体損傷患者は、恐怖・怒り・嫌悪表情に対して、健常統制群や脳損傷統制群よりも低い強度の評定を行う(情動語が適切であれ不適切であれ)ことが示された。健常統制群のデータとの相関値を算出したところ、幸福を除く他の全ての情動について脳損傷統制群よりも低下が見られ、それは特に恐怖と怒りで顕著であることが示された。また、テストを繰り返したところ、扁桃体損傷患者の評定では不一致度が高く、それは特に恐怖と怒りの表情で顕著であることが示された。

また、これまで述べた研究では課題として基本情動理論に基づいた反応が求められているのに対し、Adolphs, Russell, & Tranel (1999) では、情動次元説に基づいた検討が行われている。この実験では、両側扁桃体損傷患者SM(Adolphs et al., 1994と同じ)に、表情写真について、情動価と情動活性という2軸について9段階で評定するよう求めた。SMは、情動価の評定はどの情動表情についても正常だが、情動活性については、不快情動の表情(恐怖・怒り・嫌悪・悲しみ。特に恐怖と怒り)に対して異常に低い評定を行うことが示された。

この他、Anderson & Phelps (2000) では、患者における情動表情の認知と表出の関係が調べられている。この実験では、後天的に両側扁桃体を損傷した患者1名を対象として、情動表情に対する情動語での強度評定、情動場面についてのラベリング、呈示された情動語に対応する表情の意図的表出という課題が求められた。その結果、患者は、恐怖・悲しみ・嫌悪といった情動表情の評定に障害があるが、情動場面のラベリング、表情の表出には問題がないことが示された。

片側損傷による障害

片側扁桃体のみの損傷の影響について、Adolphs et al. (1995) による最初の検討(左右各3名ずつの患者について検討)では、両側の場合のような顕著な表情認識障害が示されなかったことが報告されている。

だがその後、Broks et al. (1998) の研究では、左側一側の損傷患者1名における恐怖表情認識の障害が報告されている。また、Anderson, Spencer, Fulbright, & Phelps (2000) では、外科手術によって片側扁桃体のみ損傷した患者23名(左12名、右11名)を対象として、情動表情に対する情動語の強度評定の課題での実験を行い、右半球の扁桃体損傷患者においては、不快情動(恐怖・嫌悪・悲しみ)の表情認識に障害が見られたことを報告している。同様に、片側扁桃体損傷患者26名(左15名、右11名)対象

として検討したAdolphs, Tranel, & Damasio (2001)においても、右扁桃体損傷患者における不快情動の認識障害（恐怖で顕著）が示されている。

反証的な研究

以上のように、扁桃体の損傷が表情認識（特に恐怖）の障害をもたらすとする研究が、数多く報告されてきている。だが一方で、こうした研究に対する反証となるような研究もいくつか報告されている。

そのひとつとして、両側扁桃体を損傷した患者でも情動表情の認知に障害がないとする報告（Hamann, Stefanacci, Squire, Adolphs, Tranel, Damasio, & Damasio, 1996）がある。この研究では、後天的疾病により両側扁桃体を損傷した2名の患者において、Adolphs et al.(1994, 1995)と同様の方法で表情に対する情動ラベルでの強度評定を行い健常統制群データとの相関を算出したところ、障害が示されなかったと報告されている。これら2名の患者では、表情の類似性評定でも異常は示されなかった（Hamann & Adolphs, 1999）。しかし、これらの患者については後に、データを異なる方法で再解析し、またラベリング課題や2肢強制選択課題で追加実験を行ったところ、どのデータにおいても恐怖や悲しみなどの表情で障害が示された（強度評定においてはいくつかの情動語を高く評定）ことが明らかにされている（Schmolck & Squire, 2001）。

別のタイプの反証的研究としては、Rapcsak, Galper, Comer, Reminger, Nielsen, Kaszniak, Verfaellie, Laguna, Labiner, & Cohen (2000) が挙げられる。この実験では、脳損傷患者63名を対象として情動表情に対するラベリング課題を求めた。その結果、扁桃体損傷を含まない患者においても恐怖表情の認識に低下が示された。このデータの解釈としてRapcsakらは、6基本情動理論に基づいた課題には、不快情動—特に恐怖—の判断が難しいという特有の性質があり、扁桃体損傷による恐怖表情の認

識障害は脳の損傷による全体的成績の低下がもたらす見かけ上の効果の可能性がある、と警告している。ただ、このような課題の困難性による批判に対してCalder, Lawrence, & Young (2001) は、恐怖よりも嫌悪の表情に特異的に障害が見られる患者がいることなど複数の理由を挙げて、必ずしも受け入れがたいと述べている。

4. 我々の研究

扁桃体損傷患者の表情認識障害については、我々も一連の研究を行ってきた（佐藤・久保田・岡田・村井・吉川・扇谷, 2000; Murai, Sato, Kubota, Okada, Yoshikawa, & Sengoku, 2002）。以下では、我々の研究例について少し詳しく紹介したい。

我々が研究を行った動機は、主に三つあった。第一には、日本人を対象として知見を確認することである。これまで、扁桃体損傷者での研究は欧米のグループでしか行われていなかった。だが、表情認知においては、普遍性と同時にかなりの文化差が存在することが指摘されている（Russell & Fernandez-Dols, 1997）。この意味において、扁桃体損傷患者の表情認識障害を本邦においてまず確認することに意義があると考えられた。またこれにより、現象の普遍性についての大きな手がかりが得られるとも言えよう。第二に、統制群のひとつとして、扁桃体以外の脳部位の損傷者群を設け、この群との比較検討をすることである。Rapcsak et al. (2000) では、扁桃体損傷を含まない患者においても恐怖表情の認識が低下していると報告している。扁桃体損傷に特異的な影響を評価するためには、部位を問わない一般的な脳損傷に伴う表情認識の成績低を把握する必要があると考えられた。第三に、正答のみならずエラーのパターンにも着目することである。ほとんどの先行研究では主に正答にのみ着目しており、エラーの分析は必ずしも十分ではない。しかし、どのような対象と混同したかについて追究することから、表情認識障害の性質について手がかりが得られると考

えられた。

まず最初の実験で、言語ラベルとのマッチングを用いて、先行研究の知見を確認することとした(佐藤ら, 2000)。対象は、両側扁桃体損傷患者HYと、扁桃体以外の部位に脳損傷が見られる患者(以下、脳損傷統制群とする)9名、そして健常者(以下、健常統制群とする)15名であった。

HYは、27歳の時点でヘルペス脳炎を発症した。MRI診断の結果、両側の扁桃体とその周辺領域(海馬・嗅内領野などを含む)にほぼ局限した異常信号領域が認められた。HYは、言語性IQにやや低下が見られ、空間性IQは正常である(WAIS-R、それぞれ103.76)。構成障害や計算能力の障害、短期記憶の障害は、ほとんど認められない。HYの基本的な顔の認識能力について、ベントン顔認識テスト(Benton, Hamsher, Varney, & Spreen, 1983)や標準高次視知覚検査(日本失語

症学会, 1997)から選出した熟知相貌認知課題・性別判断課題を用いて検討したところ、HYはいずれの課題においても優れた成績を示した。

刺激として、白人モデル・日本人モデルの標準セット(Ekman & Friesen, 1976; Matsumoto & Ekman, 1988)から選出した基本6情動の表情写真を使用した。課題は、表情写真を1枚呈示し、これについて適切な言語ラベルを1つ選択するというものであった。被験者には、よく考えて最も適切なラベルを1つ選択し、それを口頭で、あるいは指差して回答するように求めた。

正答率の結果を、図3に示す。HYと健常統制群の成績をBonferroni修正を用いたt検定で比較した。その結果、HYの恐怖表情についての成績は、健常者統制群より有意に低いことが示された。また同様に、HYと脳損傷統制群の成績を比較した結果、HYの恐怖表情についての成績は、脳損傷統制群より有意に高いことが示された。

次に、表情認知における成績の違いについて詳細に検討するため、エラーについても分析を行った(図4)。HYと健常者統制群・脳損傷統制群のエラーのパターンを比較した場合に注目されるのは、HYが、怒り・恐怖という情動カテゴリにおいて、幸福というラベルを選択したエラーである。統制群でのエラーは主に、怒りの場合には不快な情動、恐怖の場合には驚きや不快な情動との混同というエラーを示しており、幸福との混同というこのHYのパターンは特異的であると言えよう。その他の情動については、

図3 表情認知の平均正答率(健常=健常統制群。脳損傷=脳損傷統制群。扁桃体損傷=扁桃体損傷患者)。

図4 恐怖表情・怒り表情に対する平均エラー率(健常=健常統制群。脳損傷=脳損傷統制群。扁桃体損傷=扁桃体損傷患者)。

このような特異なエラーパターンは示されなかった。このエラーの結果について、次元を縮約し、各被験者の相対的布置を2次元空間上で視覚化するために、表情ごとに主成分分析を行った(図5)。その結果、恐怖と怒りの表情において、幸福の因子負荷の方向にHYの布置が大きく逸脱していることが示された。残りの表情においては、健常統制群・脳損傷統制群とHYの布置における差異は顕著ではなかった。

以上の結果のうち、正答数の結果について着目した場合、健常統制群よりもHYの恐怖の認識が低いことは示されたが、脳損傷統制群においてもHY以上の恐怖認識の低下が示されており、扁桃体損傷による障害の特異性は支持されない。だが、エラーパターンの分析結果は、正答数の結果を解釈する上で補完的な情報を提供している。恐怖・怒り表情に対するHYのエラーは、それを幸福と間違えるという特異的なパターンであり、HYの表情認識における特異性を示すものである。このようなバイアスは、HYの内観報告においても示されていた。HYは、課題として用いられた顔写真について「みんな冗談みたい」「安楽な心を持って演じているよう」と述べている。

また、関連する先行研究としてAdolphs et al.(1995)は、両側扁桃体損傷者は他者への警戒心が少ない性質があると記述しており、Adolphs, Tranel, & Damasio (1998)はこのことを実験的に証明している。Adolphs & Tranel (1999)では、両側扁桃体損傷患者には、幾何学図形などの選好判断において快方向へのバイアスがある(特に健常者では不快と評定されるものに対して)ことが示されている。

そこで我々は、HYは恐怖・怒りという表情をより快な表情として認識しやすいという仮説を立てた。この仮説を検証するため、モーフィング表情を用いた次の実験を行うこととした(Murai et al., 2002)。

仮説にあわせて、恐怖と幸福、あるいは怒りと幸福の表情を混ぜ合わせたモーフィング表情のセットを作成した(図6)。統制条件として、悲しみと幸福を混ぜ合わせた表情セットを使用した。これらの表情を、HYまたは統制群8名に呈示し、2択でのラベリング(e.g., 恐怖か幸福か)を求めた。

各刺激セットに対する幸福選択数(健常統制群については平均値とその標準偏差)の結果を

図5 恐怖表情・怒り表情に対するエラーの主成分得点散布図(健常=健常統制群。脳損傷=脳損傷統制群。扁桃体損傷=扁桃体損傷患者)。

幸福-恐怖

図6 モーフィング表情セットの例（幸福-恐怖）。

図7に示す。HYと健常統制群の幸福選択数について、分散分析によって検討した。幸福-恐怖セットにおいて、HYは、50, 60, 70, 80%恐怖表情について有意に頻繁に幸福を選択した。このセットにおいては、100%恐怖表情（健常統制群では幸福反応なし）に対してもHYは幸福を選択した。幸福-怒りセットにおいて、HYは、50, 60, 70, 80%怒り表情で有意に頻繁に幸福を選択した。幸福-悲しみセットにおいては、有意な差は示されなかった。

こうした結果は、HYが、幸福表情を混合した恐怖と怒りの表情をより幸福表情として評価しやすいことを明確に示すものであり、我々の仮説に合致するものである。補足的に記録されたHYの反応中のコメントもまた、我々の解釈を支持するものであった。幸福-恐怖、あるいは幸福-怒りセットにおいて、HYは頻繁にどちらの

選択肢もふさわしくないという困難さを表現した。HYはしばしば、恐怖を高く含んだ表情に対して、こうした表情は幸福と驚きの混合であって恐怖の成分を含んではないと報告し、「長い間会っていなかった甥に会った時のようにうれしい驚きを表現しているようだ」などと述べている。

以上、我々の研究の結果をまとめると、ヒト扁桃体損傷が不快な情動表情の認識を障害するという先行研究の仮説を確認するものであった。最初の実験の結果からは、扁桃体損傷患者の特異的な表情認識パターンが示され、次の実験の結果から、同様のパターンが2肢選択課題でも示されることが明らかとなった。これは、扁桃体を含まない脳損傷患者においても恐怖表情の認識に障害があり、課題の困難性が問題であると指摘するRapcsak et al. (2000) に対して、強

図7 モーフィング表情セットに対する幸福選択数（健常＝健常統制群。扁桃体損傷＝扁桃体損傷患者）。

い反証となると言えよう。

そして新たに、扁桃体損傷患者の恐怖・怒り表情の認識においては、快方向へのバイアスがあることが示された。これは、これまで表情認知以外の文脈 (Adolphs et al., 1995; Adolphs et al., 1998; Adolphs & Tranel, 1999) で指摘されてきた患者の特性と合致するものである。

5. おわりに

以上、扁桃体損傷患者における表情認識障害について、これまでの研究を概観した。現状においては、ヒト扁桃体の損傷が恐怖を中心とした不快情動の表情の認識障害を招くことには、強力な証拠があると言えよう。

こうした神経心理学的な知見は、健常者を対象とした心理学の分野において表情・情動研究を進めて行く上でも、様々な示唆を与えてくれる。

例えば、まず、我々の脳に特定の情動表情を処理する特定の神経システムが存在すると教えてくれることが挙げられる。情動研究においては、幸福や怒りといった個々の情動を分離しうるかどうかにについて議論が続けられてきたが、長く未解決の問題とされてきた (LeDoux, 1996)。また顔認識の分野においても、有名な Bruce & Young (1986) モデルにおいて単一の表情処理過程が提案されているように、必ずしも情動ごとの表情処理は想定されていなかった。この意味において、一連の扁桃体損傷患者での研究は、恐怖（を中心とした不快情動）の表情を処理するシステムが、他の情動表情のシステムとは分離して存在するというのを、脳構造という実在する基盤をもって強力に訴えるものである。

また、表情の認識障害を招く扁桃体が、恐怖反応や恐怖の主観的経験へも関与する器官である (Halgren, 1992) という点も興味深い。Niedenthal & Halberstadt (1995) は、心理学的な研究に基づいて、いくつかの情動の知覚と経験の機構が近接しているという説を提案している。他者の情動の認識において我々は、自動的に、自身の情動反応・情動経験システムを駆

動しているのかもしれない。

扁桃体損傷患者の研究から得られたこうした知見を手がかりとして、今後、ヒトの情動メカニズムの探求がさらに進むことが期待される。

引用文献

- Adolphs, R., Russell, J. A. & Tranel, D. 1999 A role for the human amygdala in recognizing emotional arousal from unpleasant stimuli. *Psychological Science*, 10, 167-171.
- Adolphs, R. & Tranel, D. 1999 Preferences for visual stimuli following amygdala damage. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 610-616.
- Adolphs, R., Tranel, D. & Damasio, H. 2001 Emotion recognition from faces and prosody following temporal lobectomy. *Neuropsychology*, 15, 396-404.
- Adolphs, R., Tranel, D., Damasio, H. & Damasio, A. 1994 Impaired recognition of emotion in facial expressions following bilateral damage to the human amygdala. *Nature*, 372, 669-672.
- Adolphs, R., Tranel, D., Damasio, H. & Damasio, A. R. 1995 Fear and the human amygdala. *The Journal of Neuroscience [Computer File]*, 15, 5879-5891.
- Adolphs, R., Tranel, D. & Damasio, A. R. 1998 The human amygdala in social judgment. *Nature*, 393, 470-474.
- Adolphs, R., Tranel, D., Hamann, S., Young, A. W., Calder, A. J., Phelps, E. A., Anderson, A., Lee, G. P. & Damasio, A. R. 1999 Recognition of facial emotion in nine individuals with bilateral amygdala damage. *Neuropsychologia*, 37, 1111-1117.
- Amaral, D. G., Price, J. L., Pitkaenen, A. & Thomas, S. 1992 Anatomical organization of the primate amygdaloid complex. In Aggleton, J. P. (ed.) *The amygdala:*

- Neurobiological aspects of emotion, memory, and mental dysfunction*. New York: Wiley-Liss. Pp.1-66.
- Anderson, A. K. & Phelps, E. A. 2000 Expression without Recognition: Contributions of the Human Amygdala to Emotional Communication. *Psychological Science*, 11, 106-111.
- Anderson, A. K., Spencer, D. D., Fulbright, R. K. & Phelps, E. A. 2000 Contribution of the anteromedial temporal lobes to the evaluation of facial emotion. *Neuropsychology*, 14, 526-536.
- Benton, A. L., Hamsher, K. S., Varney, N. & Spreen, O. 1983 *Contributions to neuropsychological assessment: a clinical manual*. Oxford: Oxford University Press.
- Broks, P., Young, A. W., Maratos, E. J., Coffey, P. J., Calder, A. J., Isaac, C. L., Mayes, A. R., Hodges, J. R., Montaldi, D., Cezayirli, E., Roberts, N. & Hadley, D. 1998 Face processing impairments after encephalitis: amygdala damage and recognition of fear. *Neuropsychologia*, 36, 59-70.
- Bruce, B. & Young, A. W. 1986 Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77, 305-327.
- Calder, A. J., Lawrence, A. D. & Young, A. W. 2001 Neuropsychology of fear and loathing. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 352-363.
- Calder, A. J., Young, A. W., Rowland, D., Perrett, D. I., Hodges, J. R. & Etcoff, N. L. 1996 Facial emotion recognition after bilateral amygdala damage: Differentially severe impairment of fear. *Cognitive Neuropsychology*, 13, 699-745.
- Cornelius, R. R. 1996 *The science of emotion: research and tradition in the ostchology of emotion*. Upper Saddle River: Prentice-Hall.
- Ekman, P. 1972 Universals and cultural differences infacial expressions of emotion. In Cole, J. (ed.) *Nabraska Symposium on Moivation. vol.19*. Lincoln: University of Nabraska Press. Pp.207-283.
- Ekman, P. & Friesen, W. V. 1976 *Pictures of facial affect*. Palo Alto: Consulting Psychologist.
- Halgren, E. 1992 Emotional neurophysiology of the amygdala within the context of human cognition. In Aggleton, J. P. (ed.) *The amygdala: Neurobiological aspects of emotion, memory, and mental dysfunction*. New York: Wiley-Liss. Pp.191-228.
- Hamann, S. B. & Adolphs, R. 1999 Normal recognition of emotional similarity between facial expressions following bilateral amygdala damage. *Neuropsychologia*, 37, 1135-1141.
- Hamann, S. B., Stefanacci, L., Squire, L. R., Adolphs, R., Tranel, D., Damasio, H. & Damasio, A. 1996 Recognizing facial emotion. *Nature*, 379, 497.
- LeDoux, J. E. 1996 *The emotional brain: The mysterious underpinnings of emotional life*. New York: Simon and Schuster Inc.
- Matsumoto, D. & Ekman, P. 1988 *Japanese and Caucasian facial expressions of emotion*. San Francisco: Intercultural and Emotion Research Laboratory, Department of Psychology, San Francisco State University.
- Murai, T., Sato, W., Kubota, Y., Okada, T., Yoshikawa, S. & Sengoku, A. 2002 Facial expression recognition in a patient with bilateral amygdala damage: Posiive bias for high negative emotions. *20th European Workshop on Cognitive Neuropsychology*. Bressanone, Italy.
- Niedentthal P. M, Halberstadt J. B. 1995 The

- acquisition and structure of emotional response categories. In Medin, D. L, (ed.) *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory, vol.33*. New York: Academic Press. Pp.23-64
- Rapcsak, S. Z., Galper, S. R., Comer, J. F., Reminger, S. L., Nielsen, L., Kaszniak, A. W., Verfaellie, M., Laguna, J. F., Labiner, D. M. & Cohen, R. A. 2000 Fear recognition deficits after focal brain damage: A cautionary note. *Neurology*, **54**, 575-581.
- Russell, J. A. & Fernandez-Dols, J. M. 1997 *The psychology of facial expression*. New York: Cambridge University Press.
- Schmolck, H. & Squire, L. R. 2001 Impaired perception of facial emotions following bilateral damage to the anterior temporal lobe. *Neuropsychology*, **15**, 30-38.
- Young, A. W., Aggleton, J. P., Hellawell, D. J., Johnson, M., Brooks, P. & Hanley, J. R. 1995 Face processing impairments after amygdalotomy. *Brain*, **118**, 15-24.
- Young, A. W., Hellawell, D. J., Van De Wal, C. & Johnson, M. 1996 Facial expression processing after amygdalotomy. *Neuropsychologia*, **34**, 31-39.
- 日本失語症学会 1997 標準高次視知覚検査. 新興医学出版会.
- 佐藤弥・久保田泰考・岡田俊・村井俊哉・吉川左紀子・扇谷明 2000 日本人両側扁桃体損傷患者の表情認識障害. 電子情報通信学会技術研究報告 *HCS*, **2000-43**, 31-38.