

## 扁桃体と情動

—扁桃体による適応的意義の評価および反応指令の生成—

佐藤 弥\*

抄録：情動とは、刺激の適応的意義を評価し、それに応じた多様な反応を喚起する心のしくみであると言える。扁桃体は情動において、刺激の意義評価および反応指令の生成という過程に関わっていると考えられる。扁桃体の情動処理は、皮質下の経路での入力により非常にすばやく意識下の段階で起こる。扁桃体からの出力を受けて、視床下部や脳幹に関わる身体反応、視覚野に関わる刺激への知覚促進、海馬などが関わる促進的記憶など、脳内各所のはたらきによる様々な情動反応が喚起される。このように、情動において扁桃体は重要な役割を果たしている。 精神科治療学 20(3); 237-246, 2005

**Key words** : amygdala, emotion, subconscious process, awareness, memory

### I. はじめに

情動とは、感情の中でも特に一過性で強いものを指す。古代から多くの哲学者や文学者が指摘してきたように、情動はわれわれが生きる上で大きな影響力を持つ。このことから、一般においても社会科学や臨床医学の研究者においても、情動への関心は非常に高い。

近年の神経科学研究は、情動という心のはたらきを実現する脳のしくみの探求を進めている。そうした研究から、情動において扁桃体が重要な役割を果たすことが示され、その詳細な特徴が明ら

かにされつつある。

本稿では、こうした研究を概観して、情動処理における扁桃体の役割についてまとめてみたい。まず情動という心のはたらきについて、心理学の知見に基づいて考察する。続いて、扁桃体の解剖学的情報をまとめ、扁桃体の情動への関与を示す知見を紹介し、扁桃体のはたらきについて説明する。

### II. 情動の心理学的考察

情動は、心理学の研究テーマの中でもっとも一般的な関心が高いものの一つと言える。しかし同時に、一般的な考え方と心理学での捉え方の乖離が大きいテーマである。一般的な関心では、情動の主観的な面だけが注目されることが多い。ときには、情動はあまりに私的な気持ちの問題であるから、科学的研究の対象とはならないのではないかとさえ提案される。

科学的アプローチを用いる心理学研究は、情動

Amygdala and emotion: Amygdala evaluates the adaptive significance of stimuli and generates response commands.

\*京都大学大学院人間・環境学研究科

[〒606-8501 京都市左京区吉田二本松町]

Wataru Sato, Ph.D.: Department of Human and Environmental Studies, Kyoto University, Yoshida-Nihonmatsu-cho, Sakyo-ku, Kyoto-shi, Kyoto, 606-8501 Japan.

について一般的なものとは違った見方を与えてくれる。情動の心理学研究は多岐にわたるため簡単にまとめることはできないが、情動という心のはたらきを脳のしくみと対応づけて考える上で、筆者は以下の3つの知見が重要であると考えられる。

第1に、情動が多様な反応を含むことが明らかにされている。例えば、表情の研究から、ある情動には特有の表情反応があることが示されている。Ekmanのグループによる研究から、いくつかの基本的な情動(e.g., 怒りや恐怖)が喚起されると、どの国の大人も子どもも、同じように特定の表情を表出することが示されている<sup>10)</sup>。情動は、身体的な反応を喚起することも示されている。自律神経系の活動を計測した研究から、各情動には特有の身体的な反応があることが示されている<sup>15)</sup>。また情動は、知覚や記憶などの認知活動にも影響することが示されている。情動的な刺激については知覚が促進され<sup>20)</sup>、情動的なイベントがあったときの記憶は普通よりもよく覚えられていることが示されている<sup>28)</sup>。このように情動は、主観的な気持ちの変化だけでなく、身体反応の喚起や知覚・認知の調整といった多様な反応を含む心のはたらきである。

第2に、情動は、進化の過程で獲得した適応的な心のしくみであることが示されている。情動の心理学研究において進化的視点が強く導入されていることには、情動研究の第一人者の1人が進化論で有名な Darwin であることに起因しているであろう。彼とその後続の研究者によって、情動的な表情については種間普遍性および種内普遍性があることが示されている<sup>10)</sup>。こうした証拠から、情動が個人的なものであるだけでなく、生物学的に規定されたヒトという種に普遍的なメカニズムであることが示唆される。このような生物学的メカニズムを形成するしくみは進化の過程における自然選択しかないため、情動もまた進化の過程で環境に適應する——個体の生存および繁殖をうまくやる——ために獲得されたメカニズムであると考えられる<sup>25)</sup>。進化の過程における適應とは基本的には太古の環境に対するものであるが、それを部分的に継承する現代においても、情動が適應的機能を果たしていることが指摘されている<sup>12)</sup>。

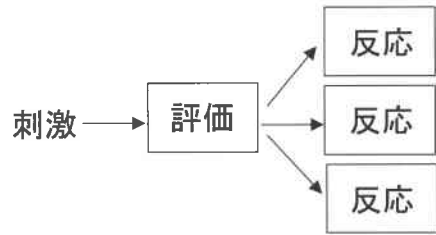


図1 情動の心理過程

情動とは、刺激の適応的意義を評価し、それに応じて多様な反応を喚起する心理過程であると考えられる。

第3に、情動という心のはたらきを説明するためには、主観的経験の変化や自律系喚起といった反応の前段階として、適切な刺激に対して適切な反応を引き起こすための心的過程——多様な用語が提案されているがここでは評価<sup>5)</sup>と呼ぶ——を考える必要があることが指摘されている。われわれは、刺激に対して無秩序に情動的になるわけではない。また同じ刺激を見ても、個人によって喚起される情動反応は異なるし、同じ個人でも状態によって喚起される情動反応は異なる。情動反応の前には、その刺激が今の自分にとってよいものであるか嫌なものであるかといった評価をするしくみが必要である。なお、ここでの評価とは、意図的なものではなく、主観的にはアクセスできない自動的な過程を指す。具体的にどのような評価が遂行されているかについては結論が得られていないが、情動という心のはたらきが評価の過程を含んだものであることは、多くの研究者の一致した見解である。

これらをまとめると、心理学研究から示される情動とは、刺激の適応的意義を評価しそれに応じて多様な適応的反応を喚起する一連の心理過程であると言える(図1)。

### Ⅲ. 扁桃体の解剖学的情報

機能を考える上で、構造の情報は重要な手がかりおよび拘束条件となる。扁桃体の機能について考える前に、扁桃体の解剖学的情報を簡単にまと

める。

扁桃体は、側頭葉の前方内側に両側性に位置する灰白質構造である。扁桃体の語源は、その名のおり扁桃（アーモンド）のような形をしているところからきている。片側1つ分の体積は、複数の研究の平均値として約1,700mm<sup>3</sup>とされる<sup>7)</sup>。

このように小さい器官ではあるが、扁桃体は複雑な内部構造を持つ。扁桃体は、神経核複合体である。サル解剖学研究から、区分可能な13の核から構成されると提案されている<sup>2)</sup>。これらの核は、それぞれと結合しあって複雑な神経ネットワークを形成している。例えば、視覚信号の処理について考えると、信号は側頭葉から外側核に入力されるようになっており、外側核が基底核に投射し、基底核が中心核や内側核に投射するという、多段階処理の経路が準備されている。同時に、外側核や基底核は副基底核など他の核にも投射しており、それが中心核に投射するといった並列的な処理経路も準備されている。

扁桃体のはたらきを考える上では、他の部位との接続パターンは興味深い。

扁桃体には、すべての感覚信号が入力される。例えば、扁桃体には、側頭葉の高次視覚野から視覚信号が入力される。この他、扁桃体は、聴覚・味覚・嗅覚など5感の感覚入力を受けている。また扁桃体は、脳幹の孤束核からの投射を受けており、この経路によって情動において重要であると考えられる身体の内的状態の情報を受け取る。

入力に関しては、視覚や聴覚などの感覚について、皮質だけでなく皮質下の経路から入力を受けるという点も注目される。例えば視覚経路については、後頭葉の第一次視覚野を経由せずに、上丘と視床を介して扁桃体に投射経路があることが示されている。こうした経路は、すばやい感覚情報処理を可能にすると考えられる。

そして扁桃体は、多くの脳部位に出力を送っている。入力を受けた部位およびそれ以外の多くの部位に投射線維を持つ。例えば、扁桃体は、視床下部や脳幹、後頭葉・側頭葉の視覚関連領域、海馬や大脳基底核、前頭眼窩野や側坐核に出力を送っている。

まとめると、扁桃体は、複雑な内部構造を持ち、

すべての感覚信号の入力を受けて、多くの脳部位に出力を送っている神経機構である。

#### IV. 扁桃体の情動への関与の証拠

扁桃体が情動に関わる強い証拠が、サルを対象とした損傷研究から得られている。Klüver と Bucy の研究<sup>13)</sup>では、サルを対象として扁桃体を含む前方側頭葉の広い部位が切除され、行動の変化が観察された。その結果、側頭葉を切除されたサルでは、普通のサルにとっては強い恐怖刺激であるヘビに近づくといった情動の異常が起こることが示された。その後の研究で、情動反応の障害は扁桃体の選択的な損傷によって起こることが示されている。例えば Amaral らのグループの研究では、サルを対象として、解剖学的地図に基づいて正確に扁桃体を同定しかつイボテン酸を使うことで、扁桃体の周辺領域や扁桃体の中を通して他の部位間をつないでいる線維を残したまま扁桃体を損傷した<sup>3)</sup>。その結果、ヘビのおもちゃといった恐怖刺激に平気で触ったり、見知らぬ他個体と一緒にオリに入れるといった普通のサルであれば緊張して暴れる状況においても平気で相手に近づいたりすることが示された。

同様の扁桃体損傷による情動障害の知見は、ヒトでも示されている。例えば、扁桃体損傷患者の行動として、健常者に比べて警戒心がなく、初めて会う人に対してすぐ打ち解けて信用したり接近したりするといった特徴が報告されている<sup>9)</sup>。また、ヒトを対象とした刺激研究からも、扁桃体が情動に関わることを示される。例えば、扁桃体の電気刺激によって、恐怖などの情動が喚起されたと報告されている<sup>11)</sup>。ヒトを対象とした機能的脳画像研究からも、扁桃体の情動への関与が示される。例えば Breiter らの研究<sup>6)</sup>では、恐怖・幸福・中性の表情を見ているときの脳活動を計測した。その結果、中性表情の場合に比べて、恐怖や幸福の表情という情動刺激を見ているとき、扁桃体が強く活動することが示された。これらの研究から、ヒト扁桃体が情動に関与していることが示される。

## V. 情動における扁桃体のはたらき

それでは、扁桃体は情動のどのような過程に関わっているのでしょうか？

サルを対象とした単一細胞記録研究から、扁桃体の活動が、刺激の感覚的な特徴ではなく意義を反映したものであることが示唆される。例えば Ono と Nishijo の研究<sup>18)</sup>では、レーズンに塩をつけるという操作により、視覚的には同じであるが情動的な意義が変わる状況での検討を行った。レーズンは、サルにとって快刺激であり適応的意義を持つと考えられる刺激である。まず扁桃体において、レーズンなど意義がある刺激を見たときに特異的に反応するニューロンが見つかった。その後、レーズンに塩をつけて食べさせるという操作を繰り返すことにより、視覚的には同じレーズンであるのに、情動的な意義が異なるという状況を作った。その結果、塩つきレーズンの摂取を繰り返すうちに、レーズンを見たときの反応は消失した。塩をつけるという操作を止めて元の味の状態で何度か食べさせると、このニューロンのレーズンに対する視覚的反応は復活した。こうした結果は、扁桃体が、刺激の基本的な感覚分析ではなく、その後の意義評価の段階に関わることを示唆する。

またネズミを対象とした損傷研究から、扁桃体が情動の反応に関わっていることが示される<sup>14)</sup>。例えば、脳幹の中脳中心灰白質に投射している扁桃体中心核を破壊すると、恐怖を喚起する刺激に対するすくみ反応が消失することが示されている。ただし扁桃体は反応自体に関わっているのではない。上の例でいえば、扁桃体が破壊されている場合でも、中脳中心灰白質を刺激するとすくみ反応は喚起される。情動反応の喚起を直接司っているのは、中脳中心灰白質であると言える。扁桃体は、意義評価の結果に基づいて反応指令を生成し、これを脳内の別の部位に出力するというはたらきをしていると考えられる。

このような動物研究の知見に合致して、近年のヒトを対象とした脳画像研究からも、扁桃体の活動が刺激の情動的意義に対応すること、喚起され

る情動反応に対応することが示されている。Satoらの脳画像研究<sup>24)</sup>では、表情と顔向きの交互作用を用いてこの問題を検討した(図2)。片側視野に怒りあるいは中性表情を呈示し、その顔向きとしてこっち向き・あっち向きという2条件を作ることで、視覚的特徴としては同じであるが情動的意義が変わる状況を作り出した。こっち向きの怒り表情とあっち向きの怒り表情は、画像的な特徴は同等であるが、意義はこっち向きの怒り表情のほうが高いと考えられる。刺激を見ているときの脳活動を計測した結果、扁桃体において、こっち向きの怒り表情に対してあっち向きの怒り表情よりも高い活動が示された。この結果は、扁桃体が基本的な感覚分析後の意義評価に関わるという考えに合致する。また、脳活動計測のあとに、刺激を見ているときの主観的不快情動の強さを評定させ扁桃体活動との関係を調べたところ、正の関係があることが示された。この結果は、扁桃体が情動反応に関わることを示す。

まとめると、動物やヒトを対象とした研究から、扁桃体が情動処理に関わっていることが示される。情動処理のうち扁桃体は、刺激の適応的意義を評価し、それに応じて反応指令を生成して脳内各所に出力するという過程に関わっていると考えられる(図3)。こうした考えは、上述の扁桃体の解剖学的な特徴と合致する。扁桃体は複雑な内部構造を持ちすべての感覚入力を受けることから、様々な刺激を評価するためのポテンシャルを十分に具えていると言える。そして扁桃体は、情動の反応に関わる多くの部位に出力を送っている。このようなハードウェアの特徴は、刺激の意義を評価しそれに応じて多様な反応を喚起するという機能に適したものであると言える。

## VI. 情動の各段階における扁桃体のはたらき

以下では、情動における扁桃体のはたらきを、刺激入力によって扁桃体が活動し処理が開始される段階と、扁桃体から他の部位への出力によって情動反応が喚起される段階に分けてまとめる。扁桃体からの出力による反応喚起については、多くの脳部位の活動による多様な情動反応が考えられ

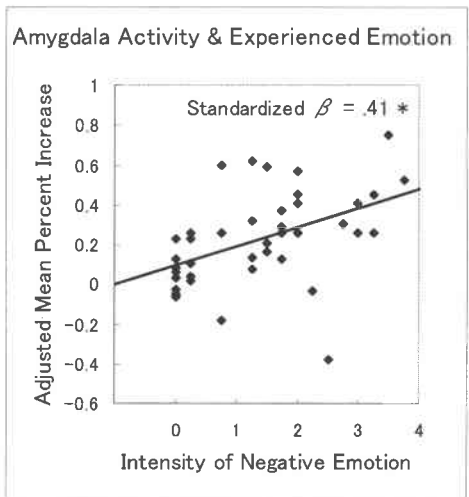
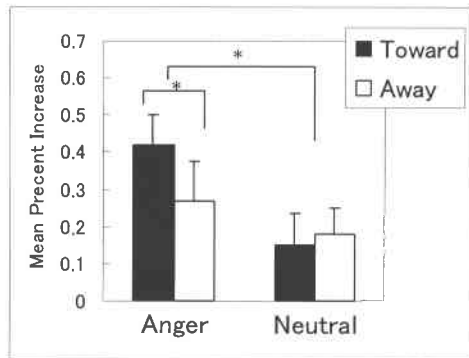
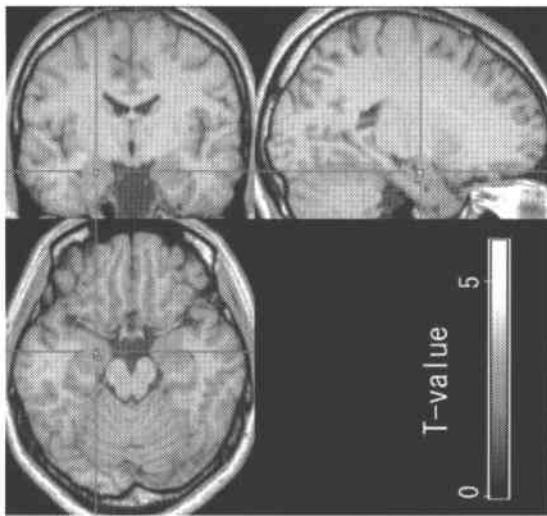
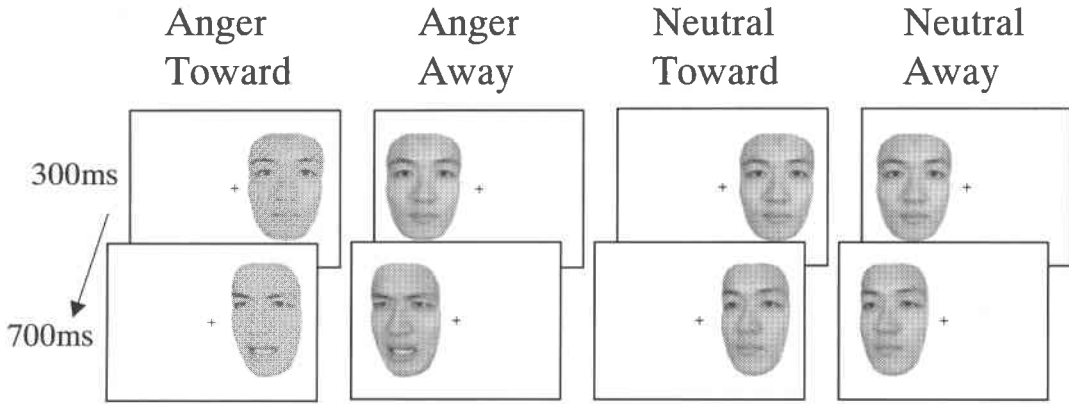


図2 Satoらの研究<sup>20)</sup>の説明  
 上段:刺激呈示例。表情(怒り・中性)×顔向き(こっち向き・あっち向き)の4条件。中段左:表情と顔向きの交互作用が示された左扁桃体の領域。中段右:左扁桃体の活動パターン。下段:左扁桃体の活動と主観的情動反応との正の関係。

るが、ここでは身体反応、知覚・注意の促進、記憶の促進という3つの情動反応を例として取り上げる。

1. 皮質下・皮質上経路による扁桃体の感覚入力  
 —意識下・意識上での情動—

心理学研究から、意識下—刺激を知覚しない段階—で情動反応が喚起されることが示されている<sup>20)</sup>。

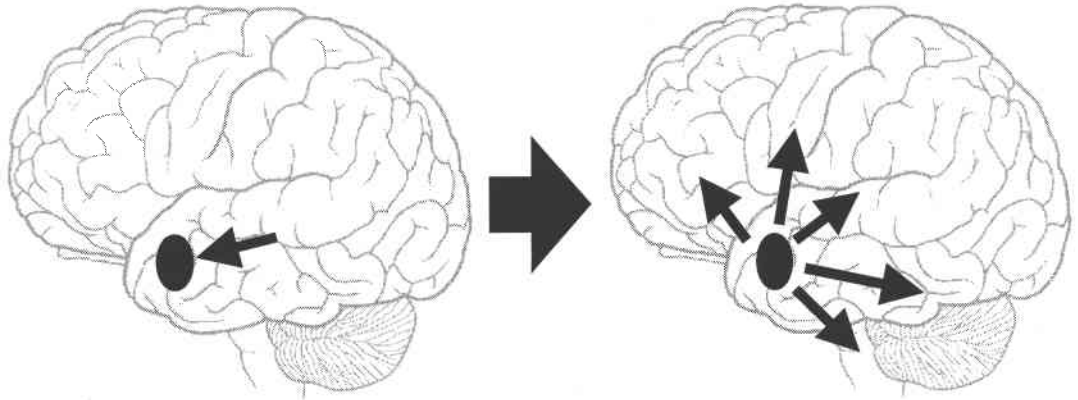


図3 情動における扁桃体のはたらき

扁桃体は情動において、刺激の感覚入力を受けてその適応的意義を評価し（図左）、それに応じて反応指令を生成し脳内各所に出力する（図右）という過程に関わっていると考えられる。

扁桃体が皮質経路だけでなく皮質下からの入力を受けるといふ解剖学的知見に示唆を受けて、扁桃体が意識下の知覚に関わるのではないかという仮説が、いくつかの研究によって検討されている。例えば、佐藤らの研究<sup>22)</sup>では、扁桃体の大部分を含む片側側頭葉の切除術を受けた患者を対象として、不快・中性刺激を片側視野に閾下呈示する実験によって、この問題を検討した。視覚経路の解剖学的構造から、刺激の片側視野呈示によって、片側の半球を優先的に刺激することができる。情動反応の指標として皮膚電気活動を計測した。その結果、閾下刺激が健常な半球に入力された場合には情動反応による違い（不快>中性）が示されたが、刺激が切除半球に入力された場合には情動反応は示されなかった。こうした結果から、扁桃体が意識下の情動処理に不可欠な役割を果たすことが示される。Morrisらの脳画像研究<sup>17)</sup>では、前もって2つの怒り表情のうち片方の表情に、不快音で条件づけがなされた。そして、これらの怒り表情を健常者に閾下または閾上で呈示した。その結果、刺激が閾下呈示された場合に、条件づけされなかった表情刺激に比べて、条件づけされた表情刺激に対して右扁桃体が高く活動することが示された。さらに脳活動の回帰分析を行ったところ、扁桃体と上丘および視床枕の活動との間に関係があることが示された。こうした結果から、上丘-

視床枕-扁桃体という皮質下の経路で視覚入力を受けて、扁桃体が意識下の情動処理を遂行する可能性が示唆される。

深部脳波研究から、不快な情動刺激に対して扁桃体が、潜時約150~200msですばやく活動することが示されている<sup>19)</sup>。視覚での意識については視覚野における刺激呈示後約200~300msの活動が対応すると考えられている<sup>26)</sup>。これらの知見は、扁桃体のすばやく活動が、意識が生じる前のものであるという考えに合致する。

まとめると、扁桃体は、皮質下から入力される感覚情報を利用してすばやく活動し、意識下の段階で情動処理を遂行すると考えられる。ただし、扁桃体は皮質を介する入力も受けていることから、すばやく処理に続いて精緻な情動処理を遂行するという多段階の処理を遂行すると考えられる。

## 2. 扁桃体から視床下部・脳幹への出力

### —情動の身体反応—

心理学研究から、情動に伴って様々な身体の反応が起こることが示されている<sup>15)</sup>。

身体反応に強く関係するのが、脳幹および視床下部である。脳幹は様々な機能的に異なる部位から構成されており、各部位が特異な身体反応に関わっている。例えば、弧束核は副交感神経系のはたらきを調整し、縫線核は脊髄に出力して感覚や

運動を調整し、中脳中心灰白質はすくみ行動に関係する。視床下部も、様々な機能的に異なる部位から構成されており、脳幹に出力を送ったり、あるいは直接身体にホルモンを放出したりすることによって、身体反応のコントロールに強く関わっている。

動物を対象とした研究から、扁桃体から脳幹や視床下部への出力が、情動に伴う身体反応に関わっていることが示されている<sup>14</sup>。ネズミを対象とした研究から、中心核といった扁桃体の局所破壊が、脳幹や視床下部に関わる特定の身体反応を障害することが示されている。サルを対象とした研究から、扁桃体を冷却して活動を停止させていると、情動刺激を呈示しても視床下部の活動がほとんど起こらないことが示されている<sup>18</sup>。

身体反応への扁桃体の関与は、ヒトを対象とした脳画像研究からも示されている。例えば、Williamsら<sup>27</sup>は、恐怖および中性表情を見ているときの脳活動を計測中に、皮膚電気活動を同時計測した。その結果、扁桃体の活動と皮膚電気活動の変化との間に対応があることが示された。

まとめると、扁桃体は、視床下部や脳幹に出力し、情動の身体反応を喚起すると考えられる。

### 3. 扁桃体から視覚野へのすばやい出力

#### —情動による知覚の促進—

心理学研究から、情動を喚起する刺激が知覚を促進することが示されている<sup>29</sup>。

脳損傷患者を対象とした Anderson と Phelps の研究<sup>4</sup>から、扁桃体がこのような情動的な刺激の知覚に関与していることが示されている。この実験では、すばやく次々と単語が呈示される条件下において、色が違う単語を同定するよう求められた。1つの単語を同定すると、その後一定期間後続単語の知覚が妨害されることが知られている。この条件において、後続刺激の情動的意義がその単語の同定に与える影響が検討された。扁桃体損傷患者と健常者について実験された。その結果、健常者においては、後続刺激が情動後の場合に中性語の場合よりも正答率が高かった。それに対し、扁桃体損傷患者ではこうした違いが示されなかった。この結果から、情動的意義による刺激の知覚

促進において扁桃体が不可欠な役割を果たすことが示される。

また、脳活動計測から、こうした心のはたらきが扁桃体から視覚野へのフィードバックによって実現される可能性が示唆されている。Breiterらの脳画像研究<sup>9</sup>では、恐怖・幸福・中性の表情を見ているときの脳活動が計測された。その結果、扁桃体と視覚野の紡錘状回と呼ばれる部位において、恐怖や幸福の表情に対して中性表情よりも高い活動が示された。この結果から、情動刺激の処理において扁桃体とともに視覚野が高く活動することが示される。また Sato らの研究<sup>21</sup>では、恐怖・幸福・中性の表情を見ているときの事象関連電位が計測された。その結果、後方側頭葉において、刺激呈示後約200~300msの時間帯で、恐怖・幸福表情に対して中性表情よりも高い活動が示された。また独立成分分析の結果、この視覚野の活動が、辺縁系の活動を反映する可能性のある前方正中部の活動と結合したものであることが示された。こうした結果から、情動刺激の処理においては、視覚野がすばやく活動しており、またこの視覚野の活動が扁桃体の活動に影響を受けたものであることが示唆される。視覚的な意識は刺激呈示後約200~300msの視覚野での活動により生じると考えられており<sup>20</sup>、このような脳活動が情動刺激への知覚促進に対応している可能性が考えられる。

まとめると、扁桃体は情動反応の1つとして、視覚野にすばやくフィードバックを送り、情動刺激の知覚や注意を調整すると考えられる。

### 4. 扁桃体から海馬・尾状核・新皮質への出力

#### —情動による記憶の促進—

心理学研究から、情動を喚起する刺激に対しては、より正確な記憶が形成されることが示されている<sup>28</sup>。

ネズミを対象とした研究から、扁桃体から海馬など他の部位への影響がこうした記憶促進に関わっていることが示されている<sup>16</sup>。ネズミに、不快刺激に対する回避行動を学習させたとき、扁桃体を刺激すると成績が良くなり、扁桃体を損傷すると成績が悪くなる。ネズミの場合には、海馬が空

間的記憶、大脳基底核が手がかり記憶という別のタイプの記憶に関わることがわかっており、扁桃体の刺激はどちらの記憶にも影響することから、扁桃体がどちらの部位にも促進的な影響を及ぼすと考えられる。また単一細胞記録研究から、扁桃体活動が新皮質での記憶表象形成に影響することも示唆されている。

ヒトを対象とした損傷研究からも、扁桃体が情動的な刺激の記憶に関与していることが示されている。例えば Adolphs らの研究<sup>1)</sup>では、健常者と扁桃体損傷患者を対象として、紙芝居のように物語とスライドを呈示した。内容は、母と子が、父の入院している病院を訪ねるというもので、中盤のスライドは手術場面を含んだ情動的なものだった。1日あるいは1週間後、各スライドに対する記憶成績を調べたところ、健常被験者では情動的スライドの記憶が他のスライドよりも良かったが、扁桃体損傷患者ではこうした特徴が見られなかった。この結果から、情動による刺激の記憶促進において扁桃体が不可欠な役割を果たすことが示される。

ヒトを対象とした脳画像研究からも記憶促進への扁桃体の関与が示されている。例えば Cahill らの研究<sup>2)</sup>では、不快と中性のフィルムを呈示しているときの脳活動を計測した。そして、3週間後にフィルムについての記憶テストを行った。記憶テストの結果、中性フィルムに比べて不快フィルムで成績が良かった。脳活動の解析の結果、不快フィルムの場合に、記憶成績と扁桃体活動の間に相関関係が示された。ヒトにおける記憶の神経機構はまだ明らかではないが、動物と同様に海馬などへの扁桃体の影響によると考えられる。

まとめると、扁桃体は、海馬・大脳基底核・新皮質といった部位に出力し、情動刺激の記憶形成を促進すると考えられる。

## VII. おわりに

本稿では、情動処理における扁桃体の役割について考察した。心理学研究から示される情動とは、刺激の適応的意義を評価し、それに応じた多様な反応を喚起する心のしくみであると言える。情動

という心のはたらきの上で扁桃体は、刺激の意義評価および反応指令の生成という過程に関わっていると考えられる。扁桃体の情動処理は、皮質下の経路を介して非常にすばやく意識下の段階で起こる。扁桃体からの出力を受けて、視床下部や脳幹が関わる身体反応、視覚野が関わる刺激への注意、海馬などが関わる促進的記憶など、脳内各所のはたらきによる様々な情動反応が喚起される。このように、情動において扁桃体は重要な役割を果たしている。

なお、刺激の意義評価および反応生成といった処理には、扁桃体以外の部位も重要な役割を果たすことは指摘しておかねばならないだろう。多くの研究から、前頭眼窩野や側坐核といった部位がこうした処理に関わる証拠が示されている。知見から、これらの部位は扁桃体とは異なった種類の情動処理に関与していることが示唆される。また、扁桃体とこれらの部位の間には密な相互結合があることから、これらの領域が神経ネットワークを形成し、より複雑な情動処理に関与する可能性も指摘されている。

情動における扁桃体の役割については、現状では明らかでないことも多い。例えば、扁桃体が、どのようなタイプの情動に関わるか、どのような評価を行うのかについて、一致した見解は得られていない<sup>23)</sup>。しかし、情動の神経科学研究が現在目覚ましい勢いで進歩していることに疑いはない。扁桃体を中心とした脳のしくみの解明が進むことで、情動という興味深い心のはたらきをより深く理解することが可能となるであろう。

## 文 献

- 1) Adolphs, R., Cahill, L., Schul, R. et al.: Impaired declarative memory for emotional material following bilateral amygdala damage in humans. *Learn. Mem.*, 4; 291-300, 1997.
- 2) Amaral, D.G.: The primate amygdala and the neurobiology of social behavior: implications for understanding social anxiety. *Biol. Psychiatry*, 51; 11-17, 2002.
- 3) Amaral, D.G., Bauman, M.D., Capitanio, J.P. et al.: The amygdala: Is it an essential component of the neural network for social cognition? *Neuropsychologia*, 41; 517-522, 2003.



- 4) Anderson, A.K. and Phelps, E.A.: Lesions of the human amygdala impair enhanced perception of emotionally salient events. *Nature*, 411; 305-309, 2001.
- 5) Arnold, M.B.: *Emotion and Personality*. Vol.1. Psychological Aspects. Columbia University Press, New York, 1960.
- 6) Breiter, H.C., Etcoff, N.L., Whalen, P.J. et al.: Response and habituation of the human amygdala during visual processing of facial expression. *Neuron*, 17; 875-887, 1996.
- 7) Brierley, B., Shaw, P. and David, A.S.: The human amygdala: A systematic review and meta-analysis of volumetric magnetic resonance imaging. *Brain Res. Brain Res. Rev.*, 39; 84-105, 2002.
- 8) Cahill, L., Haier, R.J., Fallon, J. et al.: Amygdala activity at encoding correlated with long-term, free recall of emotional information. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 93; 8016-8021, 1996.
- 9) Damasio, A.R.: *The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness*. Harcourt Brace, New York, 1999.
- 10) Ekman, P.: Facial Expressions. In: (eds.), Dalgleish, T. and Power, T. *The Handbook of Cognition and Emotion*. John Wiley & Sons, Sussex, UK, 1999.
- 11) Halgren, E.: Emotional neurophysiology of the amygdala within the context of human cognition. In: (ed.), Aggleton, J.P. *The Amygdala: Neurobiological Aspects of Emotion, Memory, and Mental Dysfunction*. Wiley-Liss, New York, 1992.
- 12) Keltner, D. and Gross, J.J.: Functional accounts of emotions. *Cogn. Emo.*, 13; 467-480, 1999.
- 13) Klüver, H. and Bucy, P.C.: Preliminary analysis of functions of the temporal lobes in monkeys. *Arch. Neurol. Psychiatry*, 42; 979-1000, 1939.
- 14) LeDoux, J.E.: *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life*. Simon & Schuster, New York, 1996.
- 15) Levenson, R.W.: Autonomic nervous system differences among emotions. *Psychol. Sci.*, 3; 23-27, 1991.
- 16) McGaugh, J.L., Rozendaal, B. and Cahill, L.: Modulation of memory storage by stress hormones and the amygdaloid complex. In: (ed.), Gazzaniga, S.M. *The New Cognitive Neurosciences*, 2nd ed. MIT Press, Cambridge, 1999.
- 17) Morris, J.S., Ohman, A. and Dolan, R.J.: A sub-cortical pathway to the right amygdala mediating "unseen" fear. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 96; 1680-1685, 1999.
- 18) Ono, T. and Nishijo, H.: Neurophysiological basis of the Klüver-Bucy syndrome: Responses on monkey amygdaloid neurons to biologically significant objects. In: (ed.), Aggleton, J.P. *The Amygdala: Neurobiological Aspects of Motion, Memory, and Mental Dysfunction*. Wiley-Liss, New York, 1992.
- 19) Oya, H., Kawasaki, H., Howard, M.A. et al.: Electrophysiological responses in the human amygdala discriminate emotion categories of complex visual stimuli. *J. Neurosci.*, 22; 9502-9512, 2002.
- 20) Robinson, M.D.: Running from William James' bear: A review of preattentive mechanisms and their contributions to emotional experience. *Cogn. Emo.*, 12; 667-696, 1998.
- 21) Sato, W., Kochiyama, T., Yoshikawa, S. et al.: Emotional expression boosts early visual processing of the face: ERP recording and its decomposition by independent component analysis. *Neuroreport*, 12; 709-714, 2001.
- 22) 佐藤弥, 久保田泰考, 扇谷明: 意識下と意識上での情動処理における扁桃体の機能: 一側側頭葉切除例からの知見. *脳の科学*, 22; 1203-1212, 2000.
- 23) Sato, W. and Murai, T.: Characteristics of the involvement of the amygdala in the recognition of emotional expressions: A review of neuropsychological research. *Psychologia*, 47; 125-142, 2004.
- 24) Sato, W., Yoshikawa, S., Kochiyama, T. et al.: The amygdala processes the emotional significance of facial expressions: An fMRI investigation using the interaction between expression and face direction. *Neuroimage*, 22; 1006-1013, 2004.
- 25) Tooby, J. and Cosmides, L.: The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments. *Ethol. Sociobiol.*, 11; 375-424, 1990.
- 26) Treisman, A.M. and Kanwisher, N.G.: Perceiving visually presented objects: recognition, awareness, and modularity. *Curr. Opin. Neurobiol.*, 8; 218-222, 1998.
- 27) Williams, L.M., Phillips, M.L., Brammer, M.J. et al.: Arousal dissociates amygdala and hippocampal fear responses: Evidence from simultaneous fMRI and skin conductance recording. *Neu-*

roimage, 14; 1070-1079, 2001.

- 28) Winograd, E. and Neisser, U.: Affect and Accuracy in Recall: Studies of "Flashbulb" Memories. Cambridge University Press, Cambridge,

1992.

- 29) 吉川左紀子, 佐藤弥: 社会的メッセージ検出機構としての顔知覚: 情動表情と視線方向による促進. 心理学評論, 43; 259-272, 2000.

### ～第2回「精神科治療学賞」のお知らせ～

精神科治療学では2005年(第20巻1号～12号)に掲載された研究報告、臨床経験、総説の中から原則として一編を選び、第2回「精神科治療学賞」を贈ります。選考にあたっては原著性を重視します。2006年1月に本誌上で発表する予定です。受賞者には賞状と副賞として賞金が贈られます。

「精神科治療学」編集委員会