

# 感情の記憶について

福田 正治

**要 旨**：感情の記憶が脳の記憶系の中で独立して存在するかは明らかでない。ここでは感情の記憶システムを、主観的感情体験を伴う感情記憶成分と身体表出を伴う情動記憶成分の2成分に分けると、感情記憶は宣言的記憶で顕在記憶としての特性を有し情報としての意識的な感情とみることができる。情動記憶は非宣言的記憶で潜在記憶としての特性を有し、生命維持としての無意識的な感情とみなすことができる。感情に関する記憶をこのような独立した2つの脳システムに分けると、感情の記憶に関する心理や情報処理、感情疾患の特性がより明確になる可能性があることを示唆した。

**【Key words】** 感情記憶, 情動記憶, 顕在記憶, 潜在記憶, 扁桃体

## はじめに

人生のあらゆる記憶には、感情という色彩がついている。小さいころ親と公園で遊んだ記憶には楽しさが、成功の記憶にはうれしさが、そして失恋の記憶には悲しみの感情がついてまわっており、感情を持たないエピソード記憶はピピットな記憶として残っていないものである。過去の写真を見て一人にんまりと微笑む姿の中に、またアルバムの中の卒業写真を見て青春時代の彼女・彼氏の思い出の中に感情がある。感情が伴っているからこそ人生のあらゆる経験は、その豊かさを誇らしげに語ることができる。もちろん地球の年齢や数学の公式、国の名前などの記憶には感情の衣は存在していない。

このように感情を伴った出来事の記憶はどのように脳の中に蓄えられているのだろうか。記憶を失っていくという健忘症に伴う記憶の研究が進んでいるが、感情の記憶に焦点を当てた研究は非常に少なく、感情の記憶の障害という視点はない。

しかし今日、感情に関する心理学的、神経生理学的、臨床学的研究が進み、かなりの知見が集積されている<sup>8,9)</sup>。その中で、感情の記憶の独立性も示され、特に恐怖情動

ではPTST、うつ病などとの関連が指摘されている<sup>14)</sup>。

## 1. 感情の分類

感情には異なった種類の感情があることは経験的に知っていることである。それらがどのように分類されるかについてはさまざまな議論がある。最も有名なものは基本情動理論で、感情は数種類の基本的な感情に分類されるという考え方で、古くはギリシア時代のストア学派に求められる<sup>11)</sup>。その考えが継承され、デカルトの基本情念論やスピノザの情念論に引き継がれてきている<sup>2,28)</sup>。現代ではヒトの表情から6種類の基本感情が存在するとの仮説がEkmanによって提唱されている<sup>5)</sup>。これは人間の感情についての議論で感情(情動)は動物にも存在し、ヒトの感情は動物との連続性がある。動物から考察して、基本的な感情を主張する人もいる<sup>12,19)</sup>。

著者は動物とヒトを含めて概念的な感情分類として進化論的感情階層仮説(感情階層説)を唱えている<sup>8,9)</sup>。広義の感情を、無意識で自動的な情動(emotion)と意識的で認知的な感情(feeling)の2種類に大きく区別している(図1)。さらに進化にしたがって、身体に直結した快・不快の原始情動、動物にも存在する5種類の喜び、愛情、

怒り、恐れ、嫌悪のコア情動、そして動物が集団を構成するようになって必要とされてきた社会的感情、さらには人間が文化の中で作り出してきた知的感情の4種類に分ける考え方である(図1)。その他、機能的には人間社会の感情の働きに焦点を当てた社会構成主義的考え方、また情報科学からの影響での認知科学的なとらえ方も指摘されている。詳しくは、拙著を参照されたい<sup>8,9)</sup>。

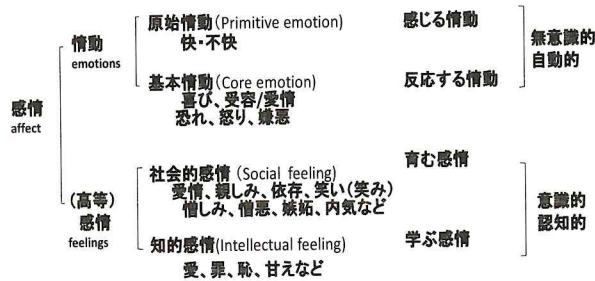


Fig.1 感情の分類

原始情動は、身体の状態に関係したもので身体維持の行動と直結しており、本能行動としての摂食、飲水、性行動は快・不快の原始情動を誘発する。快情動は接近行動を、不快情動は回避行動を示す。コア情動は、動物が複雑な環境の中で種を維持し、個体を維持するために必要な脳の判断基準である。これには基本的に5種類の喜び、愛情、怒り、恐れ、嫌悪が相当し、喜び、恐れ、嫌悪は個体の維持に、愛情と怒りは種の維持に必要な情動である。原始情動とコア情動は、進化的に古く、脳の下部で制御され、遺伝的に決められ、それらは無意識的で自動的に制御される生命維持としての情動である(図2)。そして動物が集団を伴って生活するようになると感情の種類は格段に増えてくる。それらは、コア情動の暴走を防ぎ集団の関係性を維持するための社会的感情で、行動として共感、連合、裏切り、騙しなどが発生してくる。そして人間社会に至ると、言葉を発明し、文化を造るようになってくる。そうすると知恵としての感情や人間独自の感情を作り出すことが出来、愛や罪、恥や慈悲などの知的感情が文化の中で認められる。社会的感情と知的感情はヒトでは意識的に、そして認知的に処理される情報としての感情となる。これは地域、文化、宗教によって異なっているが、人間に普遍的な感情であるかは議論の余地がある。

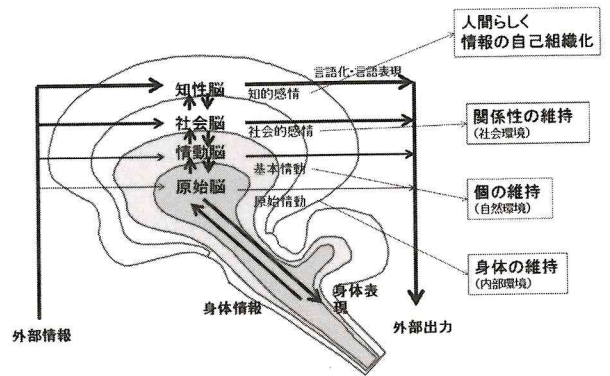


Fig.2 感情階層説と脳

## 2. 感情記憶の分類

感情の記憶に関連する議論を始めるにあたって、一般的な記憶の分類が参考になる。長期記憶は大きく宣言的記憶と非宣言的記憶(手続き記憶)に分けられる(図3)<sup>29)</sup>。宣言的記憶はさらに意味記憶とエピソード記憶に分けられる。意味記憶は数式を覚えたり、漢字や英語の単語を覚えるなどの記憶を意味する。一方のエピソード記憶は生活の中での出来事の記憶を意味する。入学式や入社、合格発表など人生の節目々々での楽しかったこと、うれしかったこと、悲しかったこと、苦しかったことなどをわれわれは出来事といっしょに記憶している。

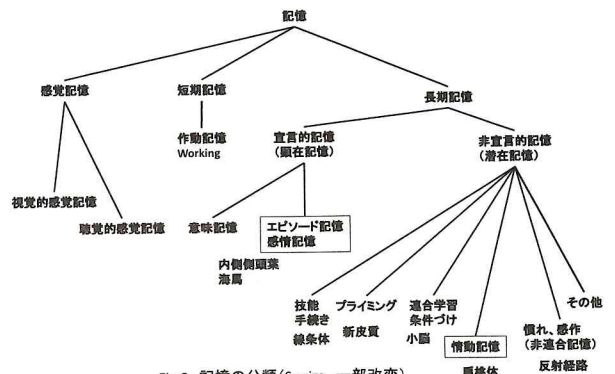


Fig.3 記憶の分類(Squire、一部改変)

一方の非宣言的記憶は、技能や手続きの運動学習、条件づけの連合学習、プライミング、慣れ、感作などの非連合学習・記憶を示し、一般には無意識の記憶と考えられている。学習過程は認知的であっても、学習が進むにつれて、認知プロセスを経ずに自動的かつ無意識に動作が遂行される。よく例として挙げられるのは、自転車の練習である。子供が最初に自転車に乗るとき、ハンドルの持ち方やペダルの漕ぎ方、ブレーキの掛け方など教えられたことを反復しながら、親に手伝ってもらって練習を繰り返すことになる。これは認知的で、次は何をしなければならぬかを考えながら、動きを何回も練習しなければならぬ。すべての人が経験したように、慣れる

にしたがって誰もペダルはどうぐのか、ハンドルはどう動かせばよいかなど考えずに自転車をよく乗りこなしてサイクリングを楽しんでいる。これは運動記憶として無意識のうちにコントロールされていることを意味し、これを非宣言的記憶という。そのほか楽器の練習や文字の書き方などもこれに属する。連合学習とは2つの刺激間の関係や刺激と行動の関係を学習することをいう。連合学習には古典的条件づけとオペラント条件付けがあり、古典的条件づけとはパブロフが最初に提案したもので、音または光（条件刺激）を用い、無条件刺激として食物を用いた実験である。条件刺激を提示した後、食物を与えると唾液分泌の無条件反応が起こる。条件刺激（音または光）と無条件刺激（食物）を繰り返し提示すると、2つの刺激間の関係を学習し、条件刺激だけで唾液分泌が起こるようになる。これを古典的条件づけ学習という。犬にかまれたことのある人が次に犬を見ると怖くなって冷汗や動悸が激しくなるのはこれに相当する。日本人のわれわれが梅干を思い浮かべるだけで唾液が出る場合もこれに相当している。これは最初に梅干を食べたとき、その酸っぱさで唾液が出た現象が身体記憶として記憶され、次に梅干を食べなくても梅干を思い浮かべただけで唾液が出るようになることをいう。この唾液が出ることを意識的に止めることはできず無意識に起こる。オペラント条件付けは特定の行動と報酬や罰の強化との関係を学習することをいう。ラットを用いた研究では、レバーを押した後に餌が出るというレバー押し行動を学習させることがよく用いられる。これはレバー押しという行動と餌という報酬の関係を学習したことによる。一般に報酬の場合には行動は反復され、嫌な罰の場合には反復されない傾向がある。人間でも成績が上がってほめるとますます上達する場合や、悪いことをすると手を叩いてしかるとその行動をやめさせることができるのはこのオペラント条件づけによる。

このようにわれわれの記憶はその内容によって宣言的記憶と非宣言的記憶の二つに分類されるが、特性から分類することもある。それは顕在記憶と潜在記憶の分け方である。顕在記憶とは意識を伴う記憶で想起においても意識的な操作を必要とし、西暦1600年に日本で何が起こったのか、appleという英語の単語の意味は何かということに対して、辞書を繰るように意識的にその記憶場所から引っ張り出してこなければならぬような記憶である。自分が20歳の時何があったのか、結婚した年は

何年かなどもこの顕在記憶に相当するし、円周率の $\pi$ を3.141592...と覚えているのもこれに相当する。前の分類でいえば宣言的記憶は顕在記憶だともいえる。

一方の潜在記憶とは無意識のうちに記憶されている事象をいう。上の非宣言的記憶に相当するもので、運動記憶の自転車の乗り方は、誰も意識してペダルの漕ぎ方を一々思い出しておらず、無意識の内にバランスをとり、倒れないでまっすぐに進むことができる。体操で逆上がりができるようになると体で覚えたといわれ、次から無意識のうちに試みることができる。

## 感情の記憶の分類

	陳述記憶 Declarative memory	手続き記憶 Procedural memory
顕在記憶 Explicit memory	感情記憶 Memory about emotion Memory with emotion Feeling memory 意識的（言語的） 前頭前野-海馬-扁桃体系	(学習時)
	潜在記憶 Implicit memory	情動記憶 Emotional memory Memory of emotion 無意識的、自動的（身体的） 扁桃体-線条体-小脳系 扁桃体-視床下部-脳幹系

Fig.4 感情記憶の分類

記憶を大きく分類した時、この論文の本題である感情の記憶はどこに分類されるのだろうか。感情に関する記憶は一つのカテゴリーに収めるには複雑で、特性により大きく2つの成分、感情の顕在記憶部分と潜在記憶部分に分けられる（図4）。顕在記憶部分をここでは感情記憶と呼び、潜在記憶部分を情動記憶と名付けて区分する。感情と情動の言葉の使い方には諸説あり学問的にも統一されていないが、情動は無意識的な身体的変化を伴う感情で、狭い意味での感情は、情動成分に主観的体験の意識が加わったものと考えられ、日常的に感じているものは感情として捉えられている（図1）。ライオンを見て怖いと感じるのは、一つには経験的であり、もう一つには本能的なところがある。檻に入っているライオンや子供のライオンは何ら怖さを感じないが、おとなしい大人のライオンでも直接接触しようとすると決して触れることができない怖さがある。前者の部分を感情記憶と呼び、後者の部分を情動記憶と呼ぶと、その区別がわかりやすい。そうすると記憶の分類で述べた議論が役に立ってくる。図4は感情の記憶の種類の関係を表示したものである。



感情記憶は宣言的記憶で顕在記憶である。一方の情動記憶は非宣言的記憶で潜在記憶である。英語表記で表すと感情記憶は、memory about emotion, memory with emotion, feeling memory で感情を伴った記憶と考えられる。一方の情動記憶は、英語表記で emotional memory, memory of emotion といえる。

このように感情の記憶を感情記憶と情動記憶に分けると図3の記憶の種類・分類の中でどこに位置づけられるかが問題になる。これまでの議論から認知的で意識的な感情記憶はエピソード記憶の中に含まれ、また無意識で自動的な情動記憶は連合記憶の中に位置づけられることになる。しかし今日、感情記憶と情動記憶が図3の中で、単独で表示されるかは今後の議論を待たなければならないが、少しずつ神経科学の中で独立に機能していることが指摘されてきている<sup>6, 7, 15, 16, 21</sup>。

情動(脅威)関連の記憶系

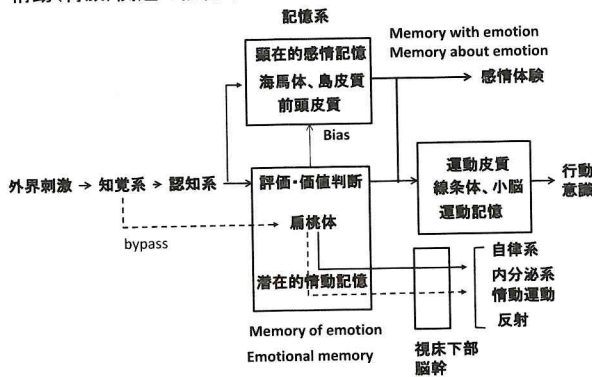


Fig.5 感情記憶の記憶過程

感情記憶の観点から情報の流れを示したものが図5である。感情的な出来事はまず感覚系の興奮を引き起こし、一方は認知系に入り、次いで身体変化を伴わない出来事の記憶となり、これらの多くは言葉を伴って意識され出力される。したがってこれは認知的表出で、成功した事実と失敗した事実として記憶され言葉として出力される。もう一方は嬉しかったとか悔しかったという意識的な感情記憶となる。そして出力として表れるときは感情体験として意識され、また感情行動として表れてくる<sup>26</sup>。

感情的出来事が出力されるには別のルートがあり、それは感覚系の興奮が情動記憶系を刺激することである。この系は無意識的な身体表出を伴い、表情の変化、血圧の上昇、心拍の上昇、呼吸促進、体の緊張、震えなどの身体変化として現れる。この記憶は潜在記憶であるため独立して出現することは少なく、通常は顕在記憶としてのエピソード記憶を思い出したときに自動的に組み合わせ

さって現れる。楽しい出来事を思い出したとき、笑みが自然にこぼれてくるのはこの情動記憶系の働きによる。そして感情記憶と情動記憶が一体となって現れてくるために感情経験に色彩を帯びてくるのである<sup>1, 13</sup>。

時間が経つと、事実としての感情記憶は残り、「成功して嬉しかった」という文字に書かれた感情表現と同じくなくなっていく。一方の情動記憶は認知的な感情記憶との一体性は弱くなり、多くの場合、10年後、20年後にその成功もうれしさを伴わず話すことになる。この点が上で述べた感情の顕在記憶と潜在記憶の違いで、真に感情表現が迫ってくるのは、これら二つの記憶が連合して認知的表出と情動的・身体的表出が一体となるときである。この関係が崩れてくると顕在記憶と潜在記憶が分離して病的な感情表出となり、うつ病やPTSDのような潜在記憶から直接身体表出だけが表に出てくることになる。

3. 感情記憶のメカニズム

感情に関する記憶を理解するためには、感情の神経メカニズムを理解しなければならない。今日、感情に関する神経メカニズムは、恐怖情動の分野で最も解明されている。他の情動の神経メカニズムに関してはまだ不明なところが多く、恐怖情動との共通基盤が存在するのか、それとも独立した神経システムが存在するかは不明なところが多い。しかし恐怖情動の神経メカニズムの解明が進んだことにより、感情の記憶に関する研究も次第に明らかになりつつある<sup>14, 16, 19, 24, 25</sup>。

情動の神経メカニズムの研究は1970年代まで限られた研究室で進められていたが、情動の研究が世界的に広がったのはアメリカのルドーらの研究によることが大きい<sup>16</sup>。彼らはラットを用いて恐怖条件づけ学習課題を用いた恐怖情動に着目した。この学習課題は、条件刺激として光または音を動物に聞かせ、ある時間後(数秒以内)に無条件刺激として短い時間の電気ショックを床に与えたとき、最初、動物はその電気ショックの痛みと不快感のために飛び上がるような行動を示す(条件反応)。次いで条件刺激である音または光を動物に提示すると動物は次に電気ショックがくると学習していて、体をこわばらせ動きが止まるすくみ行動を示す。この学習は1回の条件づけでも獲得し、この条件刺激に対するすくみ行動をもって恐怖条件づけが学習されたと考えられている。すなわち動物は条件刺激が提示されると、電気ショックの恐怖を予測し一種の回避行動を起こすと考えられている。

この恐怖条件づけ行動はラットの脳の一部である大脳辺縁系の扁桃体を損傷すると完全に消失することから、この扁桃体が恐怖条件づけにとっての責任部位であることがわかる。ルドーらが発見したことは、この発現経路には、音の条件刺激の場合、感覚視床から聴覚皮質を介して扁桃体に入る入力と、感覚視床から直接扁桃体に入る二重経路が存在することを示したことであり(図5, 6)。すなわちこれまで聴覚皮質を介して扁桃体に音刺激情報が入力するという単一経路だけを考えていたものが、その聴覚皮質を破壊してもこの恐怖条件づけ学習は可能であることを示したことによる。その後、この恐怖条件づけ学習に関する神経経路は図6に示すように扁桃体の中でも複雑な神経回路を形成していることが明らかになった<sup>16)</sup>。感覚情報は感覚視床を介した聴覚皮質からの入力と感覚視床からの入力の両方が扁桃体の外側核に入りし、この情報は扁桃体基底核、および扁桃体副基底核を介して扁桃体中心核に入ってくる。中心核からは視床下部、中脳、橋、延髄などに投射し、これらの部位は情動反応に現れる防御行動、自律神経反応、無痛、反射増強、下垂体-副腎ホルモン反応の制御部位である。中心核の破壊ではこれら情動反応の表出が障害され、例えば音を聞いて恐怖感を感じたときの心拍数の増加が阻止される。ヒトにおいて扁桃体を損傷した患者では恐怖条件づけが起こらない。患者は恐怖表情も認知できず、それに伴う生理的反応も出なかった。しかし条件づけを行ったという事実は覚えていた。

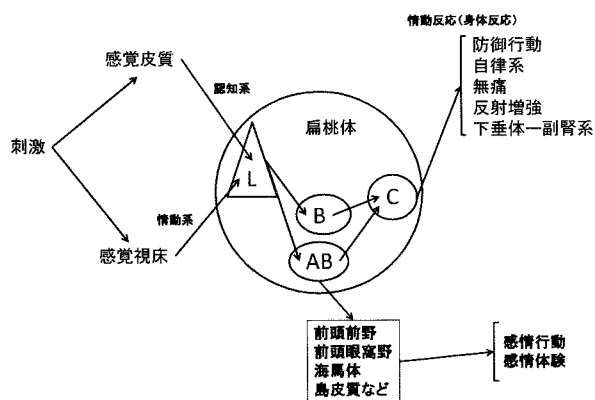


Fig.6 扁桃体の情動神経回路 (LeDoux, 一部改変)  
L: 扁桃体外側核、B: 扁桃体基底核、AB: 扁桃体副基底核、C: 扁桃体中心核

一方の皮質ルートは、扁桃体副基底核から前頭前野、前頭眼窩野、島皮質、海馬体などに投射し、感情行動や感情体験に関与する(図6)。前頭前野や海馬体はエピソード記憶に感情を連合させている部位であることが指摘され、前頭眼窩野は報酬値の連合に関係している。また

島皮質は感情と身体感覚の連合に関与し身体意識、痛覚意識などに関連している。この系を通してわれわれは感情記憶を色彩の帯びた感情体験として意識できる。

海馬体の損傷により宣言的記憶が障害されることはヒトの健忘症の症例から証明されている。またサルを使った健忘症モデルの作成も海馬体の存在が記憶にとって本質的であることを示している。海馬体の細胞では長期増強(long-potentialiation、LTP)が特徴的である<sup>14)</sup>。長期増強とは、神経細胞につながっている特定のシナプス入力に対して、ニューロンの興奮性が長期的に増強することをいう。海馬に入力する嗅内皮質からの貫通線維に電気刺激を加えると海馬の歯状回で興奮性シナプス後電位(EPSP)の集合した電位が記録される。この電気刺激を100Hzで数秒間加えるとその集合EPSPの振幅は増強する。この増強は数か月持続することもあり、このLTPが記憶の細胞メカニズムであると考えられている。このLTPの特性としてまとめると

- ①グルタミン酸 NMDA 受容体が関与している。NMDA 受容体の働きを阻害する AP5 を投与すると、すでに成立している LTP には影響しないが、新たな LTP の成立を阻害する。NMDA 受容体は通常 Mg イオンによってチャネルがふさがれているが、シナプス後膜である神経細胞が脱分極すると、前シナプスから放出されたグルタミン酸で Ca イオンがそのチャネルから流入する。細胞内に入った Ca イオンはセカンドメッセンジャーとして働く。
- ②長期増強によりシナプス後膜に存在する NMDA 受容体の一つである AMPA 受容体の数が増加する。これは電気刺激により AMPA 受容体が樹状突起のシナプス後膜の方へ移動して起こることが 2 光子レーザー走査顕微鏡で観察され示された。その結果 Ca イオンの流入が増える。
- ③カルシウム依存性酵素である CaM-KII (カルシウム-カルモジュリン依存性タンパク質リ酸化酵素 II) が細胞内の次のステップとして関係している。CaM-KII 欠損マウスを作製し、LTP を調べると NMDA 受容体は正常にもかかわらず LTP を引き起こすことはできなかった。
- ④形態学的変化で、LTP により樹状突起棘(dendritic spine)の新しいシナプス結合の形成である。LTP により樹状突起棘が終末ブトンに向かって 2 つに分かれて接触することが観測され、接触する面積が増えたと考えられる。

⑤シナプス後膜での形態的变化がシナプス前膜の形態的变化を誘導する。これにはシナプス後膜から放出される一酸化窒素 (NO) が関与し、シナプス後膜の形態的变化に対応したシナプスブトンの増加をもたらす。

⑥LTP が数時間以上持続するためには細胞内のたんぱく質合成が関与している可能性がある。タンパク質阻害薬を高頻度刺激する前に投与すると LTP の誘発を阻害できたが、1 時間後に投与しても LTP は持続した。このことが LTP の長時間の持続には細胞内のタンパク質合成の変化が必要であることを示している。

ここで感情の記憶に関係している扁桃体について眺めてみると、LTP は視床の刺激により扁桃体外側核のシナプス結合において起こることが示されている<sup>10)</sup>。また LTP を起こす神経伝達物質のグルタミン酸受容体を阻害する薬を投与すると扁桃体における情動反応の発現は阻害されなかったが、情動反応の獲得が阻害された。その受容体の量を増加させると LTP の反応は促進することが示された。さらにタンパク質合成阻害薬を扁桃体外側核に投与すると情動反応の長期保持が阻害されることが示された。

最近、記憶の情動値を人為的に可逆的に変えることに成功した報告が出されている<sup>23)</sup>。ネズミを用い、報酬課題と恐怖課題を用い、海馬体の歯状回、および扁桃体の基底外側核の応答ニューロンを光感受性色素で標識した。この方法は特定の光を当てることで、細胞活性を人為的にコントロールすることができる方法である。ついで海馬体または扁桃体に特定の光を与えて、反応細胞を再活性化させながら学習課題の報酬および恐怖条件を逆転させた。そのご再び元の学習課題で記録すると、海馬体のニューロン反応は逆転していたが、扁桃体ニューロンの応答は逆転しなかった。海馬体のニューロンは情動価に対して可塑性の性質を持つことを示し、情動記憶の連合は回路レベルで変更可能であることを示唆した。このことは情動記憶が情報として制御可能であることを示している。

以上のことから扁桃体における情動記憶には LTP、グルタミン受容体、タンパク質合成の関与が強く示唆された<sup>14)</sup>。その他、島皮質、帯状回、OBF の関与も示唆されている。

扁桃体では、情動の条件づけ反応の消去に関する研究

もおこなわれている<sup>17,27)</sup>。この場合消去とは、条件刺激が無条件刺激なしで繰り返されると条件反応が減弱していくことをいう。つまり音刺激が電気ショックと結びつかなければ、もはや音で電気ショックを予測する必要がなくなるので、その関係が消失したことを学習する。これは顕在的学習の忘却とは異なるメカニズムであり、潜在的意識の中で連合的な関係が次第に減弱していくことはある種の忘却といえるであろう。

これまで感情に特化した記憶について論じてきたが、感情の記憶は通常出来事の記憶と密接に関連しているために、これが感情の記憶であると実験的に取り出して提示することは難しかった。しかし感情記憶は海馬体の記憶とは独立に存在するとも指摘されている<sup>6,21)</sup>。そして情動記憶もまた脳の中で独立に存在し、遺伝子によって制御されている。特にここで強調したのは、情動に関連する記憶で、言葉に表せない潜在記憶の成分についてその重要性を指摘した。この情動記憶は記憶の分類でいえば、非宣言的記憶に区分され、技能や条件づけなどと似たような特性を有している。特に恐怖などのネガティブな感情の影響が大きく、不安症や強迫障害、PTSD などの身体症状はこの影響下にある。不思議なことにポジティブな記憶の身体症状はあまり表出されない。

## まとめ

これまで感情に特化した記憶について論じてきた。感情の記憶は通常、出来事の記憶と密接に関連しているために、これが感情の記憶であると実験的に取り出して提示することは難しかった。しかし感情記憶とは脳の中で独立に存在し、独立したシステムによって制御されているということを示した。特にここで強調したのは、感情に関連する記憶で、言葉に表せない潜在記憶の成分についてその重要性を指摘した。災害や悲惨な事故にあった時、その出来事の記憶はもとより強く誘起された感情が深層の情動記憶システムに不可逆的变化を起こし、それが脳の中で構造的、生化学的変化を起こし、日常生活に戻ったとしても、その影響が無意識のうちに現れてくる可能性を指摘した。それが今日問題になっている PTSD の症状である。ある日突然、息切れがし、不眠症などが起こるのは無意識の情動記憶の影響であると考えられる。特に、PTSD に関連して恐怖情動の消去に関連する基礎

研究は興味深い<sup>3, 4, 20, 22</sup>。恐怖情動の記憶の消去には、扁桃体および前頭眼窩野、前脳基底部の関与が示唆されており、このメカニズムが明らかになれば感情疾患の認知神経リハビリテーションの応用にも期待される。

## 文 献

- 1) ダマシオ, AR. 生存する脳, 田中三彦訳, 講談社, 2000.
- 2) Descartes, R. 情念論 (野田又夫訳), 世界の名著 22, 中央公論社, 1967.
- 3) Dias, BG, Banerjee, SB, Goodman, JV, and Ressler, KJ. Towards new approaches to disorders of fear and anxiety. *Current Opinion in neurobiology*, 23:346-352, 2013.
- 4) Donaldson, ZR, Nautiyal, KM, Ahmari, SE, and Hen, R. Genetic approaches for understanding the role of serotonin receptors in mood and behavior. *Current Opinion in Neurobiology*, 23:399-406, 2013.
- 5) Ekman, P. An argument for basic emotions. *Cognition and emotion*, 6:169-200, 1992.
- 6) Feinstein, JS, Duff, CM, Tranel, D. Sustained experience of emotion after loss of memory in patients with amnesia. *PNAS*, 107:7674-7679, 2010.
- 7) Feinstein, JS. Lesion studies of human emotion and feeling. *Current opinion in Neurobiology*, 23: 304-309, 2013.
- 8) 福田正治 感情を知る—感情学入門—. ナカニシヤ出版. 2003.
- 9) 福田正治 感じる情動・学ぶ感情—感情学序説—. ナカニシヤ出版. 2006.
- 10) Huang, YY., Kandel, ER. Postsynaptic induction and PKA-dependent expression of LTP in the lateral amygdala. *Neuron*, 21:169-178, 1998.
- 11) 廣川洋一 古代感情論. 岩波書店, 2000.
- 12) Izard, CE. *The Psychology of Emotions*. Plenum Press, New York, 1991 (荘巖舜哉訳, 感情心理学, ナカニシヤ出版, 1996).
- 13) ジェームス, W. 感情とは何か. *Mind*, 19:188-205, 1884 (福田正治訳, 感じる情動・学ぶ感情. ナカニシヤ出版, 2006).
- 14) カンデル他 カンデル神経科学. 金澤一郎, 宮下保司監修, メディカル・サイエンス・インターナショナル, 2014.
- 15) LaBar KS, Cabeza R. Cognitive neuroscience of emotional memory. *Nature:Reviews Neuroscience*, 7:54-64, 2006.
- 16) LeDoux, J. *The Emotional Brain*. Simon & Schuster, New York, 1996 (松本元他訳, エモーショナル・ブレイン. 東京大学出版会, 2003).
- 17) Myers, KM., Davis, M. Behavioral and Neural analysis of extinction. *Neuron*, 36:567-584, 2002.
- 18) 小野武年 脳と情動—ニューロンから行動まで—. 脳科学ライブラリー 3, 朝倉書店, 2012.
- 19) Panksepp, J. *Affective Neuroscience*. Oxford University Press, New York, 1998.
- 20) Paz, R., Pare, D. Physiological basis for emotional modulation of memory circuits by the amygdala. *Current Opinion in Neurobiology*, 23:381-386, 2013.
- 21) Phelps, EA. Human emotion and memory: interactions of the amygdala and hippocampal complex. *Current opinion in Neurobiology*, 14:198-202, 2004.
- 22) Power, MJ, Fyvie, C. The role of emotion in PTSD: Two preliminary studies. *Behavioural and Cognitive Psychotherapy*. 41:162-172, 2013.
- 23) Redondo, RL., Kim, J., Arons, AL., Ramirez, S., Liu, X., Tonegawa, S. Bidirectional switch of the valence associated with a hippocampal contextual memory engram. *Nature*, 513: 426-430, 2014.
- 24) Rolls, ET. *The Brain and Emotion*. Oxford University Press, New York, 1999.
- 25) Rolls, ET. *Emotion Explained*. Oxford University Press, New York, 2007.
- 26) Schachter, S., Singer, J. Cognitive, social and physiological determinants of emotional state. *Psychological review*, 69:378-399, 1962.
- 27) Soeter, M., Kindt, M. Dissociating response systems: Erasing fear from memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, 94: 30-41, 2010.
- 28) Spinoza, B. エチカ (工藤・斉藤訳), 世界の名著 25, 中央公論社, 1969.

- 29) Squire, L.R. Memory and Brain. Oxford University Press, New York, 1987 (河内十郎訳, 記憶と脳, 医学書院, 1989).

## Memory of Emotion

Masaji Fukuda  
Fukui College of Health Sciences

Abstract : It is unclear whether an emotional memory is separated from the other memory system in the brain. In the paper we proposed two kinds of emotional memory, conscious feeling memory with subjective experience, and unconscious emotional memory with body expression. These are corresponded to explicit memory as informational feeling, and implicit memory as biological emotion, respectively. These have two separated neuronal networks in the brain. This paper discussed characteristics of these two emotional memory systems.