

# 扁桃体の役割を射程に入れた「面白い」の言語理論の提案

## A theoretical approach for humor comprehension based on the role of the amygdala

中村 太戯留<sup>† ‡</sup>

Tagiru Nakamura

武蔵野大学{<sup>†</sup>データサイエンス学部, <sup>‡</sup>教養教育リサーチセンター}

{<sup>†</sup> Faculty of Data Science, <sup>‡</sup> Research Center for Liberal Education}, Musashino University

tagiru\_n@musashino-u.ac.jp

### 概要

ユーモア理解において不調和の感知段階と解消段階という過程が関与し、ユーモアを生じる要の解消段階において扁桃体が重要な役割を果たすことが示唆されている。扁桃体は、一見すると明示的ではない隠れた敵意や社会的な脅威などの関連性感知に関与する神経基盤と考えられている。また、保護されているという認識を伴った遊び状態の重要性が指摘されていることも合わせて考えると、ユーモア理解は扁桃体のこのような役割を利用した一種の遊びと考えられる。

キーワード：humor, amygdala, protective frame

### 1. はじめに

ユーモア理解において不調和の感知段階と解消段階という過程が関与し、ユーモアを生じる要となるその解消段階においてヒトの脳内にある扁桃体が重要な役割を果たすことが示唆されている<sup>[18]</sup>。本研究では、その扁桃体の役割を射程に入れ、意味づけ論<sup>[9,26]</sup>を手掛かりとした「面白い」の言語理論の構築を目的としている。

### 2. 意味づけ論の概念装置

本研究では、意味づけ論の概念装置のうち、「共有感覚(coherence monitoring, 一貫性の監視)」と「辻褃合わせ(incongruity resolution, 不調和の解消)」に注目する。共有感覚は、「会話の当事者にとって、会話が成立しているかどうかを決めるのは〈意味の共有感覚〉である」(p.41)と言及しており<sup>[26]</sup>、この共有感覚が得られない状態がすなわち不調和の感知に相当すると考えられる。一方、辻褃合わせは、「意味や意味の関連をそれなりに齟齬のないまとまりとして意味づけようとする志向性」(p.32)であり<sup>[9]</sup>、すなわち不調和の解消に相当すると考えられる。

また、意味づけ論<sup>[9,26]</sup>の特徴として、発話の意味と発話者の意味を明確に分けて論じている点を挙げる事ができる。発話の意味を構成するためには、「対象把握」と「内容把握」が必要であり、発話者の意味を構成するためには「意図把握」「態度把握」そして「表情把握」

が必要であり、合計で5つの把握の相が関与すると考えられている。なお、ここでは意味づけ論にならない、ある個人が既存の内的知識として有している意味世界を「情況」、その個人に向けられた言語的な外的情報を「コトバ」と呼ぶことにする<sup>[9,26]</sup>。対象把握は「コトバが何を指しているのかを意味づける相」(p.82)と定義しているのに対して、内容把握は「コトバがどのような内容をいっているのか(叙述内容)を意味づけ、コトバから語られた事態を構成する相」(p.82)と定義している<sup>[9]</sup>。例えば、「あなたはお坊さんですか?」「そうです!」であれば、「そう」が指しているのは僧侶なのか同意を表す返事なのかを特定しようとするのが対象把握の相で、その結果としてコトバの意味全体を構成しようとするのが内容把握の相で、両者を合わせて「発話の意味」を構成すると考えられている。一方、意図把握(行為意図の把握)は「ある発話によって、発話者は何をしたいのか、あるいは何をしたいのかを捉える意味の相」(p.84)、態度把握(発話態度の把握)は「発話者が話題となっている状況をどのような態度で語っているかを捉える意味づけ(の相)」(p.84)、そして表情把握は「この人は、不安を感じている、喜んでいる、威張っている、落ち着いている、といった雰囲気や様子や印象を、相手の動作や声の韻律などを手掛かりにしながらかん得し、理解すること(の相)」(p.85)とそれぞれ定義している<sup>[9]</sup>。例えば、先程の「そうです!」であれば、発話者の目が笑っているという把握が表情把握の相、そのため相手は誠実にあるがまを語っているわけではなくてユーモアをいっているという把握が発話態度の把握の相、そして発話者は聴者を笑かそうとしているという把握が行為意図の把握の相で、これらを合わせて「発話者の意味」を構成すると考えられている。

### 3. 不調和解消における扁桃体の賦活

この不調和の解消段階において、扁桃体が重要な役割を果たす可能性が示唆されている<sup>[18]</sup>。ユーモア理解

においては、いつもと違う何か<sup>[8]</sup>や曖昧で不調和な何か<sup>[9]</sup>といった不調和を、何らかの新たな関係性<sup>[11,16,17]</sup>や最初の想定の中に何らかの間違い<sup>[12]</sup>を見いだすことにより解消する、という段階的な処理が関与すると考えられている<sup>[7,8,25]</sup>。ユーモア理解の神経基盤を調査した実証的な研究においては、多様な神経基盤が提案されているが、不調和の解消段階に特有な神経基盤に関しては統一見解に至っていない<sup>[29]</sup>。その理由は、おそらくこれまでの実証的な研究が不調和の感知段階と解消段階とを分離できていないことによると考えられる<sup>[18]</sup>。実際には、両段階は連続して生じているようで、また両段階を分離する明確な行動的な指標は存在していない<sup>[29]</sup>。そこで、「Aと掛けて、Bと解く。その心は、X」という言語表現を用い、不調和を感知するが解消できない状態でユーモア理解の処理を一時停止することで、不調和の解消段階のみが単独で生じる方法が提案されている<sup>[18]</sup>。例えば、「貯金と掛けて、奥さんの笑顔と解く。その心は」まで刺激を提示した段階では、貯金と奥さんの笑顔の共通点をにわかには見いだせないという不調和の感知段階で処理が一時停止する。その後、「なくなると怖い」というXを提示した段階では、不調和の解消段階のみが生じる。そして、このXを「面白い」と評価した実験参加者の脳活動を機能的核磁気共鳴措置で観測したところ、扁桃体が賦活したという所見が報告されている<sup>[18]</sup>。

扁桃体は、一般的には危険を速やかに自動的に感知して避けるための機構とみなされているが、ポジティブとネガティブのどちらの情報も重要度を評価する役割を担っており、より大きな目的としては生物学的な刺激の入力に対する情動的な評価、すなわち関連性感知に関与すると考えられている<sup>[22]</sup>。この関連性の感知に関与すると考えられる部位は他にもあり、眼窩前頭野は感情価の区別、前部帯状回はモノの生物学的な価値の算定、前部島皮質は情動反応、そして上丘および下丘と視床枕は無関係な刺激の除去にそれぞれ関与すると考えられているが、扁桃体は出力投射の数が圧倒的に多く、その他の関連性感知に関与する部位との重要な違いとなっている<sup>[21]</sup>。また、その圧倒的に多い出力投射により皮質ネットワークの機能を調和させることにも関与する可能性が示唆されており<sup>[21]</sup>、そのため、扁桃体はユーモア処理における不調和解消に関与する可能性の最も高い神経基盤と考えられる。

ヒトの社会的機能における扁桃体の役割としては、社会的に目立つ刺激の認知とそれに対する反応が挙げ

られている<sup>[30]</sup>。ただ、恐怖に関する実験において、時々恐怖を予告する刺激の方が、常に恐怖を予告する刺激よりも大きな反応を示すことが報告されている<sup>[14]</sup>。また、扁桃体の活動は、一見すると不明確な間接的な攻撃が示されるような実験条件の方が、明確な身体攻撃が示されるような実験条件よりも大きな反応を示すことが報告されている<sup>[13]</sup>。そのため、扁桃体は曖昧性と関連性に敏感であると考えられている<sup>[22]</sup>。関連性に関しては、「ある事柄が、自分の目標達成、自分の欲求実現、自分が有する幸福や属する種の幸福の維持に(楽観的であれ悲観的であれ)有意な影響を及ぼすならば、それは関連性のある事柄である」(p.311)と述べられている<sup>[22]</sup>。これらを総合すると、扁桃体は、一見すると明示的ではない隠れた敵意や社会的な脅威などの関連性の感知に関与する可能性の高い神経基盤と考えられる。

扁桃体損傷の神経心理学的な知見からも、扁桃体が関連性感知に関与するという仮説は支持されている<sup>[30]</sup>。Urbach-Wiethe病により後天的に両側偏扁桃体を損傷した2名の女性の患者に関する所見として、多くの検査(知能と学業成績、記憶、発話と言語機能、視覚機能と視覚構成機能、実行統制機能と関連する機能、標準的なパーソナリティ評価、社会的機能についての追加検査)を実施したところ、ほとんど異常性は認められなかったが、言語流暢性検査とハノイの塔の結果が良くないことが報告されており、何らかの弱い「実行機能」(思考や行動を制御する機能)の障害が示唆されている<sup>[30]</sup>。また、この患者は、恐怖の表情を認知することが他の情動と比べて大きく損なわれていること、恐怖の表情の認知に強く関連する人の目への注視が損なわれていること、そして目に注視するように明示的に教示するとその実験に限っては実験成績が改善する(後日の実験ではもとに戻る)ため恐怖の表情自体は認知できることから、環境を探索して関連性を感知する機能が失われている可能性が示唆されている<sup>[30]</sup>。

これらを総合すると、扁桃体は、不調和を解消するために環境を探索し、関連性を感知することで不調和を解消するという活動において、重要な役割を果たす部位であると考えられる。

#### 4. 不調和解消における「見だし」

ところで、ユーモア理解における不調和解消のタイプとしては、「何らかの新たな関係性を見いだすタイプ」と「最初の想定の中に何らかの間違いを見いだすタイ

ブ」に大別することができる。例えば、「貯金と掛けて奥さんの笑顔と解く。その心は、なくなると怖い」の例<sup>18)</sup>では、貯金と奥さんの笑顔の新たな関係性を見いだしている。一方、「オライリーは武装強盗の件で裁判を受けた。陪審員が“無罪”と告げると、“素晴らしい！金は返さなくていいんだな？”とオライリーは言った」(p. 90)の例<sup>25)</sup>では、オライリーが無罪という想定の間違ひを見いだしている。このどちらのタイプからもユーモアが生じうることを考慮すると、両タイプの共通点、すなわち「何らかの見いだし」、おそらくは「関連性の見いだし」をしていることがユーモアを生じる要である可能性が考えられる。

不調和解消理論の中には、不調和のみで十分であり、解消段階は必須ではないとする主張もある<sup>19)</sup>。実験参加者は精神物理学の実験に参加する旨の説明を受け、見た目が同じ複数個の重りを基準の重りと比較するように求められた。最初は重さのそれほど変わらない重りを比較し、やがて非常に軽い重りや、非常に重い重りを比較した際、実験参加者は微笑んだり、大声を出して笑ったりしたことが報告されている<sup>19)</sup>。わずかな重さの違いの判断を求める文脈で、あからさまな違いの判断を突然求められることは不調和であり、その不調和は一見すると何も解消されていないように見える。しかし、そうだろうか。意味づけ論<sup>9,26)</sup>では、辻褃合わせ(不調和解消)の対象として、発話の意味と発話者の意味(意味を捉える枠組み要因)を挙げている。この実験<sup>19)</sup>における重さ判断では発話は関与しないため、「行為」と読み替えて考えてみると、相手が要求した「行為の意味」と、その行為を要求した「行為者の意味」(行為を捉える枠組み要因)とが介在すると考えられる。行為者の意味として通常は「誠実に実験参加を依頼している」という枠組みが想定されているが、この想定が間違ひであることを見だし、例えば、「実験参加者をからかおうとしている」に調節することで行為者の意味の不調和を解消したと捉えることが可能である。このように考えると、重さ判断の実験<sup>19)</sup>は、不調和の解消段階が必須ではないことを示すというよりは、むしろ、行為者の意味のような「枠組み」の不調和解消が関与しうることを示す好例に見える。

## 5. ユーモア生起と「遊び状態」

この重さ判断の課題<sup>19)</sup>に関しては、実験室を離れて消費者調査のふりをして鉄道の駅で実験すると、その

笑いが消失したことも報告されている<sup>20)</sup>。これは、乗客がどこかに移動するために急いでいるなど、真面目な気持ちで実験に参加していたため、ユーモア反応を発生させるために必要な遊びとしての心構えを持ってない傾向にあったことが要因と考えられている<sup>16)</sup>。反転理論<sup>5)</sup>は、心的エネルギーの高低要因(高い状態と低い状態)に加え、心的エネルギーを捉える心の枠組み要因(真面目状態[目標志向状態, *telic mode*]と遊び状態[活動志向状態, *paratelic mode*])を提案し、ユーモアは遊び状態で心的エネルギーが高いときに生じると指摘している。そして遊び状態においては、「保護されている」という認識の枠組み(*protective frame*)が必須の条件と考えられている<sup>1,2,6)</sup>。例えば、檻もなにもない状態でトラとヒトが対面する状態では保護してくれるものは何もないためそのヒトは真面目状態になるが、トラが檻の中にいればそのヒトは保護されているため遊び状態になると想定される。真面目状態では、心的エネルギーが低いとリラックスして快であるのに対して、高いと不安で不快となる。一方、遊び状態では、心的エネルギーが低いと退屈で不快であるのに対して、高いと興奮して快となる。例えば、屏風に描かれたトラとの対面は心的エネルギーが低く、実物のトラとの対面は高いことが想定される。そのため、重さ判断課題を実験室などの「保護されている」という認識を生じうる環境<sup>19)</sup>で実施すると遊び状態となりユーモアを生じうるのに対して、鉄道の駅などの「保護されている」という認識を生じにくい環境<sup>20)</sup>で実施すると真面目状態となりユーモアを生じにくいと考えられる。

ユーモアは皮肉からも生じることが知られている<sup>15)</sup>。例えば、「母親が太郎くんに散らかった部屋を片付けるように言いましたが、マンガに夢中になっていました。しばらくしても、散らかったままなので、母親は太郎くんに言いました。“お部屋はすっかりきれいね！”」(p.1779)の例<sup>28)</sup>は、もちろん、これは皮肉であるが、微笑む人もおり、ユーモアを生じうる表現と考えられる。意味づけ論<sup>9,26)</sup>では、皮肉もユーモアと同様に発話者の意味に関する現象と捉えられており、発話に関する何らかの意図的な不調和の感知を契機として、「誠実にあるがまますべてを語っている」という想定が間違ひであることを見だし、「皮肉を言おうとしている」に調節することでその不調和を解消すると捉えることが可能である。そして、上記の例<sup>28)</sup>で、太郎くんが遊び状態であればユーモアを生じうることが予想され、真面目状態であれば生じないことが予想される。

ところで、扁桃体の賦活は、ユーモア理解における不調和解消の際に報告<sup>18)</sup>されているだけではなく、皮肉理解に特有の部位としても報告されている<sup>27)</sup>。両者の共通点としては、不調和の感知と解消に関与していることが挙げられる。また、発話者の意味の調節<sup>19,26)</sup>に関与していることも挙げられる。このように考えると、いくつかの重要な疑問が生じてくる。不調和の解消<sup>25)</sup>と、心の枠組み要因(遊び状態か真面目状態か)<sup>5)</sup>は独立なのか、それともどちらの心の枠組み要因に帰属するのかも含めて不調和の解消なのか。心の枠組み要因<sup>5)</sup>や「保護されている」という認識<sup>6)</sup>と関連した神経基盤はどこか(同じ扁桃体内なのか、他の部位なのか)。扁桃体が、一見すると明示的ではない隠れた敵意や社会的な脅威などの関連性の感知に関与するならば<sup>22)</sup>、ユーモア理解とは、隠れた敵意や社会的な脅威を感知する遊びとみてよいか。

いずれにせよ、扁桃体はポジティブとネガティブのどちらの関連性感知にも関与することを考慮すると、ユーモアを生じるためには不調和解消の結果として生じた情動がポジティブである必要がある。

## 6. 不調和感知の神経基盤

ユーモア理解の神経基盤に関するメタ分析の結果、脳のほぼすべての領域の関与が明らかとなっている<sup>18)</sup>。具体的には、大脳皮質の外側領域は、前頭極、前頭前野背外側部、上前頭回、中前頭回、下前頭回、島皮質、側頭極、上側頭回、上側頭溝、中側頭回、下側頭回、上頭頂小葉、下頭頂小葉、側頭頭頂接合部、側頭後頭接合部、紡錘状回、そして外側後頭葉であった。内側領域は、眼窩前頭皮質、腹内側前頭前野、内側前頭前野前部、内側前頭前野後部、中心前回および中心後回、後帯状皮質、楔前部、そして内側後頭葉であった。皮質下領域は、扁桃体、背側線条体、腹側線条体、視床下部、視床、海馬傍回、海馬、中脳、そして小脳であった。これらの領域のうち、扁桃体、下前頭回、そして中側頭回の報告頻度が他の領域よりも有意に高い結果となっていた<sup>18)</sup>。

扁桃体が不調和の解消において重要な役割を担うとするならば<sup>18)</sup>、それ以外の部位は不調和の感知に関与していると推測される。内側前頭前野は一貫性の監視(共有感覚)に関与しており<sup>27)</sup>、その前方は他者の心の忖度に、後方は不整合や間違いの感知に関与すると考えられている<sup>3)</sup>。また、前部島皮質は、視覚、聴覚、触覚

などの外受容感覚や、内臓感覚、関節感覚、筋肉感覚などの内受容感覚を対象として、入力信号についての予測やその予測誤差の検出(不調和の感知)に関与すると考えられている<sup>23,24)</sup>。そのため、内側前頭前野や島皮質は、共有感覚を手掛かりとした不調和の感知において何らかの役割を果たす候補と考えられる。

## 7. 「面白い」の言語理論の提案

本研究では、これらを総合して次のような「面白い」のプロセスモデルを提案する。

- (1) 聞き手や読み手は状況でコトバを受け取る(側頭葉の聴覚野や後頭葉の視覚野で言語的な外的情報を受け取る)。
- (2) 共有感覚を手掛かりとしてコトバの把握(対象、内容、意図、態度、表情)の処理を並列的に開始する(大脳の外側領域や内側領域、そして皮質下領域などが関与して情報を補填し、発話の意味や発話者の意味の構成を開始する)。
- (3) 共有感覚が得られずに不調和を感知した際は、辻褃合わせを試みる(内側前頭前野や島皮質が協働して、共有感覚[一貫性の監視]を手掛かりとした不調和の感知[予測誤差の検出]をし、その不調和を解消するための適切な処理を開始する)。
- (4) 何らかの見だし(関連性の感知)をした際に「保護されている」という認識の枠組みを有しており遊び状態であればユーモアを生じる(扁桃体は、不調和を解消するために環境を探索し、関連性を感知することで不調和を解消する。なお、「保護されている」という認識や遊び状態の神経基盤は不明)。
- (5) そのコトバの処理を終了する。

## 8. おわりに

ユーモア理解に関する理論的な先行研究では、不調和の解消が重要であることが示唆されている<sup>7,8,25)</sup>。この不調和の解消には、新たな関係性の見だし<sup>11,17)</sup>あるいは何らかの間違いの見だし<sup>12)</sup>が関与しており、両者の共通点として何らかの見だしをしている点が挙げられる。そして、ユーモアを生じる要となるその解消段階においてヒトの脳内にある扁桃体(皮質核付近)が重要な役割を果たすことが示唆されている<sup>18)</sup>。扁桃体は、一見すると明示的ではない隠れた敵意や社会的な脅威などの関連性の感知<sup>22)</sup>に関与する可能性が

示唆されている。また、扁桃体内の皮質核<sup>[4]</sup>は、進化的には新しい部位で、霊長類における表情把握による迅速な社会的情報の伝達と関係することが報告されており<sup>[10]</sup>、系統発生全体を通して、社会的行動の複雑性が増すにつれて扁桃体の表面に位置する皮質核の機能が拡大しているという仮説が提案されている<sup>[10]</sup>。そのため、「保護されている」という認識の枠組み<sup>[6]</sup>を伴った遊び状態<sup>[5]</sup>の重要性が指摘されていることも合わせて考えると、ユーモア理解は扁桃体のこのような役割を利用した一種の遊びと考えられる。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 JP20K13034 の助成、国立生理学研究センター生体機能イメージング共同利用実験の支援を受けた。ここに感謝の意を表す。

## 文献

- [1] 雨宮俊彦, & 生田好重, (2008) “動機づけのダイナミズム：リバーサル理論の概要”, 関西大学社会学部紀要, Vol. 39, No. 3, pp.123-165.
- [2] 雨宮俊彦, (2016) 笑いとユーモアの心理学: 何が可笑しいの?, ミネルヴァ書房.
- [3] Amodio, D. M., & Frith, C. D., (2006) “Meeting of minds: The medial frontal cortex and social cognition”, *Nature Reviews Neuroscience*, Vol. 7, 268-277.
- [4] Amunts, K., Kedo, O., Kindler, M., Pieperhoff, P., Mohlberg, H., Shah, N. J., ... Zilles, K., (2005) “Cytoarchitectonic mapping of the human amygdala, hippocampal region and entorhinal cortex: intersubject variability and probability maps”, *Anatomy and Embryology*, Vol. 210, No. 5-6, 343-352.
- [5] Apter, M. J., (1982) *The experience of motivation: The theory of psychological reversals*, London: Academic Press.
- [6] Apter, M. J., (1992) *The dangerous edge: The psychology of excitement*, The Free Press. (デンジャラス・エッジ: 「危険」の心理学, 渋谷由紀(訳), 講談社, 1995)
- [7] Attardo, S., Hempelmann, C. F., & Di Maio, S., (2002) “Script oppositions and logical mechanisms: Modeling incongruities and their resolutions”, *Humor*, Vol. 15, No. 1, 3-46.
- [8] Forabosco, G., (1992) “Cognitive aspects of the humor process: The concept of incongruity”, *Humor*, Vol. 5, No. 1, 45-68.
- [9] 深谷昌弘, & 田中茂範, (1996) コトバの意味づけ論: 日常言語の生の営み, 紀伊國屋書店. (Fukaya, M., & Tanaka, S., (1996) *A sense-making theory for real language activities*, Tokyo: Kinokuniya.)
- [10] Goossens, L., Kukulja, J., Onur, O. A., Fink, G. R., Maier, W., Griez, E., ... Hurlmann, R., (2009) “Selective processing of social stimuli in the superficial amygdala”, *Human Brain Mapping*, Vol. 30, No. 10, 3332-3338.
- [11] Hillson, T. R., & Martin, R. A., (1994) “What’s so funny about that?: The domains-interaction approach as a model of incongruity and resolution in humor”, *Motivation and Emotion*, Vol. 18, No. 1, 1-29.
- [12] Hurley, M. M., Dennett, D. C., & Adams, R. B., (2011) *Inside jokes: Using humor to reverse engineer the mind*, Cambridge MA: The MIT Press. (ヒトはなぜ笑うのか, 片岡宏仁訳, 勁草書房, 2015)
- [13] Kling, A. S., Steklis, H. D., & Deutsch, S., (1979) “Radiotelemetered activity from the amygdala during social interactions in the monkey”, *Experimental Neurology*, Vol. 66, No. 1, pp. 88-96.
- [14] Lloyd, R. L., & Kling, A. S., (1991) “Delta activity from amygdala in squirrel monkeys (*Saimiri sciureus*): Influence of social and environmental context”, *Behavioral Neuroscience*, Vol. 105, No. 2, pp. 223-229.
- [15] Long, D. L., & Graesser, A. C., (1988) “Wit and humor in discourse processing”, *Discourse Processes*, Vol. 11, No. 1, 35-60.
- [16] Martin, R. A., (2007) *The psychology of humor: An integrative approach*, London: Elsevier Academic Press.
- [17] Mio, J. S., & Graesser, A. C., (1991) “Humor, Language, and Metaphor”, *Metaphor and Symbolic Activity*, Vol. 6, No. 2, 87-102.
- [18] Nakamura, T., Matsui, T., Utsumi, A., Yamazaki, M., Makita, K., Harada, T., Tanabe, H. C., & Sadato, N., (2018) “The role of the amygdala in incongruity resolution: The case of humor comprehension”, *Social Neuroscience*, Vol. 13, No. 5 553-565.
- [19] Nerhardt, G., (1970) “Humor and inclination to laugh: Emotional reactions to stimuli of different divergence from a range of expectancy”, *Scandinavian Journal of Psychology*, Vol. 11, No. 3, 185-195.
- [20] Nerhardt, G., (1976) “Incongruity and funniness: Towards a new descriptive model”, In A. J. Chapman & H. C. Foot (Eds.), *Humor and laughter: Theory, research, and applications* (pp. 55-62), London: John Wiley & Sons.
- [21] Pessoa, L., & Adolphs, R., (2010) “Emotion processing and the amygdala: From a ‘low road’ to ‘many roads’ of evaluating biological significance”, *Nature Reviews Neuroscience*, Vol. 11, No. 11, 773-783.
- [22] Sander, D., Grafman, J., & Zalla, T., (2003) “The human amygdala: An evolved system for relevance detection”, *Reviews in the Neurosciences*, Vol. 14, No. 4, 303-316.
- [23] Seth, A. K., (2013) “Interoceptive inference, emotion, and the embodied self”, *Trends in cognitive sciences*, Vol. 17, No. 11, 565-573.
- [24] Seth, A. K., & Friston, K. J., (2016) “Active interoceptive inference and the emotional brain”, *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, Vol. 371, No.1708, 1-10.
- [25] Suls, J. M., (1972) “A two stage model for the appreciation of jokes and cartoons: An information processing analysis”, In Goldstein, J. H., & McGhee, P. E. (Eds.), *The psychology of humor: Theoretical perspectives and empirical issues* (pp. 81-100), New York: Academic Press.
- [26] 田中茂範, & 深谷昌弘, (1998) 意味づけ論の展開: 情況編成・コトバ・会話, 紀伊國屋書店. (Tanaka, S., & Fukaya, M., (1998) *A continuation of sense-making theory: Sense-making, literal expression, and communication*, Tokyo: Kinokuniya.)
- [27] Uchiyama, H. T., Saito, D. N., Tanabe, H. C., Harada, T., Seki, A., Ohno, K., ... Sadato, N., (2012) “Distinction between the literal and intended meanings of sentences: A functional magnetic resonance imaging study of metaphor and sarcasm”, *Cortex*, Vol. 48, No. 5, 563-583.
- [28] Utsumi, A., (2000) “Verbal irony as implicit display of ironic environment: Distinguishing ironic utterances from nonirony”, *Journal of Pragmatics*, Vol. 32, No. 12, 1777-1806.
- [29] Vrticka, P., Black, J. M., & Reiss, A. L., (2013) “The neural basis of humor processing”, *Nature Reviews Neuroscience*, Vol. 14, No. 12, 860-868.
- [30] Whalen, P. J., & Phelps, E. A., (2009) *The Human Amygdala*, The Guilford Press.