

短 報

## 味覚刺激による表情表出と利き手との関係

### Relationships between Facial Expressions in Response to Gustatory Stimulation and the Dominant Hand

藤平 保茂<sup>1)</sup> 真狩 望<sup>2)</sup>

**要 約**：本研究は、味覚刺激によって喚起される表情表出における左右差と利き手の関係を検証した。酸味の代表である梅干の味覚を感じているとイメージし恣意的に表出した表情を「作り笑い」とし、また実際に梅干を食した時のこの味覚刺激により自発的に表出された表情を「自然表情」とすることで、これらの表情に違いがあるのかを検証した。さらに、梅干が苦手な被験者に梅干を食させ、顔面表情筋表出において左右での差があるのかを検証した。そして、梅干が苦手な被験者に対し、被験者の利き手を聞き取り、表情が大きく表出した顔面側と利き手との関係について検証した。その結果、「自然表情」では左右非対称の動きが見られ、また表情表出の大きさにおいて、「自然表情」のほうが「作り表情」に比べ左右差があることが認められた。さらに、梅干が好きではない被験者全員の「自然表情」にて、ほとんどの被験者の利き手と同側の表情が大きく表出することが明らかになった。これらのことから、「自然表情」にて、被験者の利き手と同側に表情の反応が大きく出現することが示唆された。

**キーワード**：味覚刺激、左右差、利き手、優位半球、自然表情、作り表情

#### 1 はじめに

近年では、インターフェイスの普及により、文字でのコミュニケーションが多用され、直接的な他者との関わりが希薄な時代になってきている、と指摘されている。

わが国では、昔から、「目は口ほどに物を言う」ということばを使っている。これは、ことばに出して言わなくても目の表情を見ればその人が心に思っていることがわかる、という意

味である<sup>1)</sup>。われわれ人間社会において、相手とのコミュニケーションをとる手段は言語に限らない。例えば、顔の表情や身振りがある。Mehrabian は、相手に好意を伝える力を心理実験の結果、言語情報が7%、聴覚情報が38%であったのに対し、視覚情報（表情や身振り）が55%であったことを報告している<sup>2)</sup>。つまり、言語を直接介さない非言語的手段を用いることで、われわれは自分の感情や情動、精神状態を伝え、また反対に、相手のそれらを察し認識することができることが考えられる。このように、非言語的コミュニケーション手段のなかでも表情は、最も重要な手段の一つである。

このような「表情という視覚情報を読み取り、

Yasushige Fujihira  
大阪河崎リハビリテーション大学  
リハビリテーション学部 理学療法学専攻  
E-mail : fujihiray@kawasakigakuen.ac.jp

1) 大阪河崎リハビリテーション大学 理学療法学専攻  
2) 聖稜リハビリテーション病院 リハビリテーション科

相手の情動を推量する」という一連のメカニズムをコンピュータによって解析・定量的評価を行うこと、そのメカニズムを模倣したシステムを構築するための研究が、近年盛んに行われてきた。当初、表情認知研究の多くは、対象とする表情を基本6表情（喜び、驚き、恐怖、怒り、嫌悪、悲しみ）としてきた。しかし、これらの研究は自発的な表情でない恣意的な作り表情を対象とした場合<sup>3)</sup>がほとんどで、それらの表情がどの程度自然な状況下で表出されているのか、という問題が指摘された<sup>4)</sup>。それ以降、日常生活の中で見せる自然な表情を扱った研究が行われている。

自然な表情を扱った研究では、自発的な笑いとう恣意的な作り笑いに対する研究にて、その表出過程において、口と目の動きの開始時点が異なり、自発的な笑いでは口から先に動き出すことが報告された<sup>5) 6)</sup>。また、被験者の意思や感情に影響を受けにくい味覚刺激による表情変化や表情表出過程への研究がある<sup>7-10)</sup>。味覚刺激に対して表出する特有の表情は、味覚顔面反射 (gustofacial reaction) と呼ばれており、被験者の個性やその時の感情、または実験環境などの影響を受けにくい。そのため、味覚刺激による表情を解析することは、より本質的な表出過程の解析が可能と考えられているからである。加藤ら<sup>11)</sup>や飛谷ら<sup>12)</sup>は、苦味ならびに塩味による味覚刺激に対し、自発的な表情では口から先に表情表出が起こり、目が動き出すと共に顔全体に表情変化が起こり、恣意的な作り表情では、口と目が同時に動き出すかまたは、目が先に動き出すことを報告した。これらの報告は、自発的な表情と恣意的な表情とではその表出過程に違いがあることを見出した研究である。

箱田ら<sup>13)</sup>は、4種（甘味、塩味、酸味、苦味）の味覚刺激によって喚起される表情とその認知について研究を行った結果、酸味や苦味に対しては明瞭な表情変化が起こるが、甘味に対する

変化は不明慮であり、塩味に対する反応はそれらの中間に位置すること、甘味、酸味、苦味、を味わっている顔については正確に味覚経験の内容を推論することができるが、塩味に対する反応は苦味と酸味に誤って判断されやすいこと、甘味に対する評価は他の味に対するよりも低かった、と報告した。また長谷川<sup>14)</sup>は、同じように4種の味覚刺激によって誘発された表情の知覚について研究を行った結果、酸味刺激によって誘発された表情のみが酸っぱい味をあらわす表情として知覚されたが、それ以外の刺激では、異なる表情として知覚される、もしくは明確な区別が認められない結果となった。これらの結果から、酸味刺激が、最も自発的な表情を表出させることが可能な味覚刺激であり、表出された表情を正しく知覚・認知される味覚刺激であると考えられる。

一方、ヒトの顔で左右非対称性が見出されることが多い。大脳皮質のなかで、Broca野やWernicke野など、いわゆる言語中枢が発見されて以来、言語機能は（右利きのヒトの）左半球優位であることが、多くの研究によって示されてきた。表情や言葉の抑揚を表出し、そうした情報から感情を理解するといった非言語的コミュニケーションの機能は、右半球優位であることが示唆されている。ヒトの成人に表情表出に関する研究はこれまでもいくつかなされており、主に右半球が優位であることがわかっている<sup>15)</sup>。表情筋の支配も交叉支配であり、特に顔の下半分の筋はそれが顕著に現れる。つまり表情としては、顔面の左半分の方が右半分に比べてより強く現れる<sup>15)</sup>。しかしながら表情表出に関する研究報告には一貫性が見られず、また、脳の非対称性は、故意的な表情表出に限られる、あるいは自然な表情においても非対称性は存在するなど、表情表出に関する未解決な問題が多かった。さらに、乳幼児を対象として表情の非対称性に関する研究も一貫性は認められていな

かったため、中村<sup>15)</sup>や中村ら<sup>16)</sup>は、ヒトの成人の表情表出も1歳未満の乳児の表情表出についても、右半球優位であることを見出した。

これまでのように、顔面表情の表出に関する先行研究では、表情表出過程や表出された表情への認知に関する研究がほとんどである。これらの研究は自発的な表情（以下、「自然表情」）と恣意的な作り表情（以下、「作り表情」）での比較に主な研究目的をおいている。しかし、自然表情における顔面での左右の比較に視点をおいた研究は、筆者が文献検索した限りでは見当たらない。さらに、表情筋は脳神経に支配された筋であるにも関わらず、優位半球との観点から、利き手との関係を報告した研究は少ない。そこで、本研究の目的は、酸味の代表である梅干を味覚刺激とし、梅干の味覚を感じているとイメージした「作り表情」と、梅干により表出された「自然表情」の表情表出に違いがあるのかを検証した。また、表情筋の表出程度が大きい顔面側と利き手との関係を検証した。

## 2 方法

本研究は、2つの工程にて検証作業を行った。

はじめに、梅干の味覚を感じているとイメージした「作り表情」と、梅干により表出された「自然表情」の両者の表情表出に違いがあるのかを検証したうえで、梅干が苦手な被験者が梅干を食した時に表出される「自然表情」にて、表情表出筋の動きに左右差があるのかを検証した。

つぎに、被験者への聞き取りにて、表情筋の表出程度が大きい顔面側と利き手との関係を検証した。

### 2.1 対象

対象者（表1）は、本研究について事前に十分な説明を行い、同意を得た大阪河崎リハビリテーション大学（以下、本学）の学生で、無作

為に10名（男性5名、女性5名。平均年齢は $21.2 \pm 0.3$ 歳）を抽出し、「作り表情」と「自然表情」との表情表出に違いがあるのかを確認した。つぎに、10名の被験者のうち、「梅干が好きである」と自己申告した4名を除く6名（男性2名、女性4名）（以下、「梅干が好きではない」とする）を選出し、実際に梅干を食した「自然表情」での表情筋の動きの左右差の有無を確認した。さらに、この6名に対し、利き手側を聞きだした。これは、梅干が苦手であればあるほど、酸味刺激を強く感じ、酸味表情の強さが増加するであろうことから無意識に（反射的に）表情表出が容易となり、かつ、表出された顔面の表情筋の表出過程や程度を確認できるものと考えたからである。

なお、本研究は、本学の研究倫理審査委員会の承認を受け（OKRU22学2115）、倫理委員会規則に準じて行った。

表1 被験者の属性 (n=10)

	人			
性	男性	5	女性	5
年齢	21.2 ± 0.3			
梅干の嗜好	好き	4	好きではない	6
利き手	右	9	左	1

### 2.2 分析方法

#### 2.2.1 指標点の設定

表情表出時の動きの大きい部位を見出すために、予備実験にて被験者の表情表出の様子を観察した結果、眉毛の内側端の動きが大きかったこと、動きが見られなかったのが鼻尖であることを確認した。また、先行研究<sup>6-8)</sup>にて、顔面表情筋である顴眉筋の分析が多用されていることから、分析時の指標として、眉毛の内側端部（以下、A点）、鼻尖部（以下、B点）とした（図1a）。

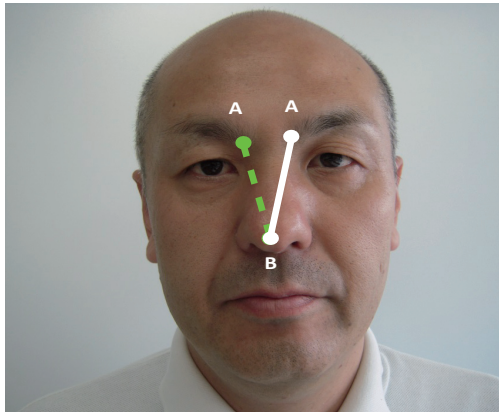


図1a 指標としての眉毛の内側端と鼻尖

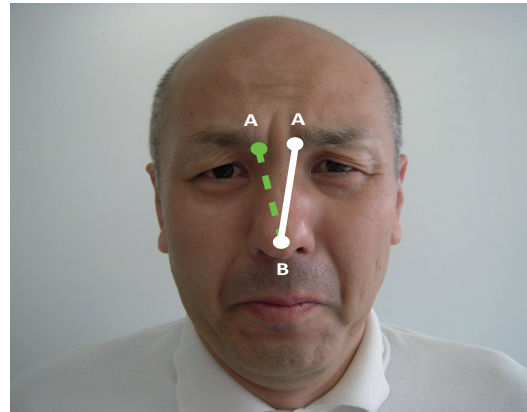


図1b 「作り表情」時の計測

## 2.2.2 撮影環境および機器

「作り表情」、「自然表情」の様子を撮影できるように、静かな部屋の中で被験者から60cm離れた机の上に設定されたカメラに向かって正面に座った。設定したカメラの背後にいる検者は、デジタルカメラ(Nikon COOLPIX S600)にて動画により被験者の表情の変化を撮影した。

## 2.2.3 運動(表情表出)解析

撮影した動画から、毎秒30コマに分画することができるフリーソフト(AVI2JPG)を使い静止画像にした。パーソナルコンピュータ上の静止画像に対し2点計測ソフト(2点間計測器)を使い、「作り表情」、「自然表情」時の左右の顔面におけるA点とB点の2点間のピクセル距離を測定した(図1b)。なお、測定ポイントとして、「作り表情」、「自然表情」とともに最も変化の大きいポイントを測定した。

## 2.2.4 データ処理

顔面を左右に分け、平常時である真顔であるA-B点の指標間ピクセル距離を基に、「作り表情」、「自然表情」時の表情筋の運動にて変化した左右でのA-B点の指標間ピクセル距離を算出し、指標間距離が大きい側と小さい側の2群を設定した。表情の左右差を調べるために、

2群における変化したピクセル値に対し、Excel統計Statcel2(オーエムエス出版)を用いて統計処理を行った。左右側および2群間の正規分布を確認後、正規分布していない場合はウィルコクソン符号付順位和検定にて、正規分布をしている場合は対応のあるt検定を実施した。なお、有意水準を5%未満とした。

## 2.2.5 利き手側の聞き取り

検者は、被験者に対し「利き手はどちらですか」と質問し、被験者の自己申請にて、利き手側の回答を得た。

## 3 結果

梅干の味覚を感じているとイメージし恣意的に表出した「作り表情」と、梅干を実食して得られた「自然表情」表出に違いがあるのか検証した結果、「作り表情」と「自然表情」の表層変化の共通点として、主に眉毛内側端の動き(皺眉筋)が大きかった。反対に相違点として、「作り表情」では、ほぼ左右対称的な動きであったが、「自然表情」では、非対称的な動きであった。統計処理にて、顔面の動きにおける左右の指標間距離を比較したところ、「作り表情」、「自然表情」とともに、有意な左右差は認められなかつ



た ( $p=0.68$ ,  $p=0.29$ )。但し、眉毛内側端以外の部位の動きでは、表出するタイミングや程度において被験者ごとに異なっていた。

つぎに、梅干が好きではない6名における「自然表情」にて、表情表出筋の動きに左右差があるのかを検証した。表情表出の大きい顔面側は、6名中3名が左側で、3名が右側であった。被験者の顔面における動きが大きい側と小さい側の2群における変化した平均ピクセル値は、表2の通りである。統計処理の結果、A - B点の指標間距離を比較したところ、有意な左右での動きの差が認められた ( $p<0.01$ )。一方、梅干が好きな4名では、有意な左右での動きの差が認められなかった ( $p=0.26$ )。

表2 「自然表情」における変化した A-B 点間平均ピクセル距離と比較

梅干の嗜好	大きい側	小さい側	p 値
好きではない(n=6)	7.50	5.33	0.005
好き (n=4)	8.25	6.75	0.257

つぎに、表情筋の表出程度が大きい顔面側と利き手との関係を検証した結果、被験者全員の場合も、梅干が好きではない6名の被験者の場合も、梅干が好きではない右利きの1名を除き、顰眉筋の動きの大きかった側は利き手側であった (表3)。

表3 「自然表情」における表情表出と利き手との関係

被験者	梅干しの嗜好度	表情表出の大きい顔面側	利き手
A	好きではない	左	左
B	好きではない	左	右
C	好きではない	右	右
D	好きではない	右	右
E	好きではない	右	右
F	好きではない	右	右
G	好き	右	右
H	好き	右	右
I	好き	右	右
J	好き	右	右

## 4 考察

「作り表情」は、被験者の意図的な表情筋の随意運動にて表出させることができる。一方、「自然表情」は、味覚顔面反射として表出され、被験者の意図は影響されない。本研究では、「作り表情」に比べ「自然表情」のほうが片側の表情筋が大きく収縮することを確認した。堀尾ら<sup>8)</sup>の研究では、筋電図を使って表情筋の筋活動の程度を調べ、その結果、顰眉筋、側頭筋、咬筋にて、酸味に対して大きな反応があったことを報告し、嫌な味に対しては反応がはっきり現れたとしている。このことから、梅干による酸味刺激が被験者にとって嫌な、不快な刺激となって反射的に反応を引き出したと考える。今回の研究では、顔面部位での動きに違いが生じたことを確認できたという点で、毎秒200～240フレームで撮影可能な高速度カメラを使った解析方法での先行研究<sup>7) 9) 10) 11) 12)</sup>と同じ結果が確認できた。また、味覚刺激に対する「作り表情」と「自然表情」との表出を比較・検証し、その表出過程に違いがあることを見出した先行研究<sup>11) 12)</sup>とも一致した。これらの研究で、苦味ならびに塩味による味覚刺激に対し、口と目が同時に動き出すかまたは目が先に動き出すことを報告されている。一方、本研究では、酸味刺激にて目の動きを分析対象としたが、苦味・塩味による味覚刺激も酸味刺激も被験者にとって不快な刺激として捉えれば同様な刺激と考えられるため、本研究で得られた結果に対する信頼性はあるものと考えられる。

自然な表情表出には、感情などによって自然に表出されるものであり、複雑な種々の表情が混ざりあってある表情が発生し、感情の度合いによっても表情表出は大きく変わる。酸味の代表である梅干による味覚刺激による結果にて、梅干が好きではない被験者に限ってではあるものの、本研究にて得られた味覚刺激に対する表

情表出と利き手との関係性に関する所見を得られたことは、神経解剖学的な視点から自然な表情を扱った研究、利き手に関する研究に大きく寄与するものと考ええる。

### 利き手との関係について

本研究では、梅干が好きではない6名の被験者が梅干を食した時に表出される「自然表情」にて、表情表出筋の動きに左右差が認められた。これまでの研究では、ヒトの成人の表情表出は、左顔面のほうがより強く、よって右半球優位であることが示されてきた。また、中村<sup>15)</sup>の実験でも、特に怒り顔や嫌悪感といったネガティブな感情の表出において同様の結果が報告されている。被験者6名が梅干に対し不快な刺激としてネガティブ感情を抱いたならば、6名全員に、左側の表情表出が大きくなるはずである。しかし、今回の実験にて、被験者6名が梅干を食した時に表出される「自然表情」にて表情表出の大きい顔面側は、6名中3名が左側で、3名が右側であった。この結果は、右半球優位による左顔面のほうがより強く現れるとした研結果究<sup>15)</sup>を一部支持した結果とも考えられるが、反対に異なる結果とも解釈できる。

また、ヒトの第一次味覚野は、頭頂弁蓋部と島皮質の移行部 (area G) である<sup>17)</sup>。脇田ら<sup>18)</sup>は、右利きの被験者において area G の位置が左側の皮質で右側よりもしばしば後方に位置していたことを見出し、言語野のある優位半球では area G の位置が後方にあるのではないかという作業仮説を立てて研究を進めた。その結果、優位半球のほうが劣位半球よりも後方に位置することを見出したが、はっきりとした利き手を同定できていないとしている。本研究の結果より、脇田らの研究による area G の位置が利き手を同定できないという報告を一部支持したことになる。つまり、被験者によっては、優位半球の影響を受けずに表情表出が起こった可能性

を意味するものと考ええる。

表情筋は主に末梢神経である顔面神経に支配されているため、「作り表情」では随意運動となるため表情筋は同側の脳半球からの制御を受け収縮する。「自然表情」は随意運動による表出ではなく味覚顔面反射として表出されることから、反射弓は、表出する同側にある。したがって、「作り表情」でも「自然表情」でも、表情筋は同側の脳半球優位に制御され表出したことになる。一方、手の随意運動は反対側の脳半球により運動制御されているため、利き手は、反対側の脳半球からの制御を受け収縮する。したがって、ある目的を持った随意運動では、優位半球は、表情表出と利き手との関係は正反対な関係となる。

ところが、「自然表情」において、梅干が好きではない6名の被験者の左右の表情筋の表出程度が異なり、1名を除く5名において表出程度の大きい顔面側が利き手側と同側の関係となった。この結果を受け、利き手への運動制御のために優位に作用する脳半球からの観点から考察すると、「自然表情」にて大きく表出した表情筋は反対側の脳半球からの制御によるものと考えられ、同側の脳半球優位に制御され表出することと矛盾が生じる。このことから、「自然表情」における表情表出の発生機序は、随意運動とも反射運動とも異なる発生機序により表出したものと考えられる。

## 5 今後の課題

表情筋の表出には、被験者により梅干の得意・苦手による反応の大きさなどが異なるため、本研究のような質的要因を如何に考慮して分析するかが、今後の課題となった。

また、今回は被験者の人数、特に左利きが少なかったこともあり、実際に利き手と表情の動きの関連性についての確証は見出せなかったよ

うに思われる。対象人数を増やすことで、表情表出と利き手の関係性を検証する必要がある。また、本研究では、解析対象を、交叉支配を受ける表情筋ではあったものの顔の下半分に顕著に現れる口ではなかった。そのために、利き手との関係が明確ではなかったかも知れない。また、運動解析で得られたデータは、2点計測ソフト(2点間計測器)を使用したデータであるが、検者間や、同一検者であっても解析施行間による測定ポイントへのマーキングに誤差が生じる危険性がある。これらへの配慮は、今後の検討課題である。

今回の研究にて、梅干が好きではない被験者において顰眉筋の動きの大きかった側は、ほぼ被験者の利き手と同側であった結果から、利き手に関係が深い優位半球が、味覚顔面反射経路に関係していることが推測できた。嫌な味(5%食塩水)では帯状回、島皮質、扁桃体、運動野、眼窩前頭野で活動の差が見られるという報告がある<sup>19)</sup>。表情筋は、第7脳神経の顔面神経に支配されており、顔面神経には舌の前方2/3の味覚を伝える味覚線維がある。また、扁桃体は、大脳皮質の内側に位置する辺縁系の一部である。扁桃体は1次感情、すなわち我々の身に危険が及ぶような刺激を察知する際に必要になる感情反応に関与する部位で、自己の生存にとってそれぞれ有益および有害な刺激に対する快および不快情動に関与する<sup>20)</sup>。情報認知では、不快に関する情報が伝えられる<sup>21)</sup>。そして、島皮質は、嫌悪や不快感<sup>21)</sup>、味覚情報の処理に深く関与している<sup>22)</sup>。そのため、島皮質の味覚顔面反射に対する関与は否定できないものの、一部では、他の反射経路の可能性も否定できない。これにより、味覚顔面反射の影響を受けて起こるとされる表情表出の発生機序に対する影響因子として、扁桃体や島皮質の関与が推測できる。今後の研究により、味覚刺激による表情表出における脳の局在機能性、および表情表出の発生

機序が明らかにされることを期待したい。

## 6 結論

本研究は、味覚刺激によって喚起される表情表出における左右差と利き手の関係をみるために、酸味刺激の代表である梅干を使って、被験者の恣意的でない自発的に出現する表情筋の様子を観察し、表情筋の表出程度が左右の顔面で異なるかを検証した。その結果、梅干を好きではない被験者にて表情筋の表出程度が左右で異なることが確認され、その動きは、利き手と同側に大きく表出する可能性が高いことを見出した。

### [文献]

- 1) 東郷吉男編“からだことば辞典” 東京堂出版, 東京, 2004, p.76.
- 2) Albert Mehrabian (西田力ほか訳) “非言語的コミュニケーション” 聖文社, 東京, 1987.
- 3) 菅原徹、山田昇、佐渡山亜兵 他 笑顔のメカニズムの解明 表情筋活動の表層変化の計測. 感性工学研究論文集 2005, Vol.5, No.2 : 47-54.
- 4) J.A.Russell and G.Lemay 表情表出の次元的文脈的観点. 心理学評論 2000, Vol.43, No.2 : 161-176.
- 5) 西尾修一、小山謙二 目と口の動きの時間的差異に基づく笑いの分類基準. 信学論 1997, Vol. J80-A, No.8 : 1316-1318.
- 6) 中村亨、小山謙二、西尾修一 表情と呼吸の時間差による「さくら笑い」の判定. 日本感情心理学会第5回大会 1997 : 17.
- 7) 桜井正広、宮川道夫 視覚・味覚刺激による自然表情の誘発と解析. 電子情報通信学会 2004 : 25-30.
- 8) 堀尾強、河村洋二郎 味の刺激が誘発する表情の変化. 日本味と匂学会誌 1995, 2(3) : 251-254.
- 9) 水野克彦、小野圭昭、岩山和史 他 味覚刺激

- に伴う顔面表情筋活動について. 日本補綴歯科学会雑誌 2004, Vol.48,112 回特別号: 110.
- 10) 水野克彦、小野圭昭、岩山和史 他 味覚刺激に伴う顰眉筋活動について. 日本補綴歯科学会雑誌 2005, 49(2): 353.
- 11) 加藤邦人、岸本憲昭、山本和彦 他 おいしさ表情認識に向けた味覚表情表出過程の解析. 電子情報通信学会 2007: 17-22.
- 12) 飛谷謙介、加藤邦人、山本和彦 味覚刺激による表情表出過程の解析. 電子情報通信学会 2011, 131(4): 586-591.
- 13) 箱田裕司、白水千草、中溝幸夫 味覚刺激による表情変化と認知. 電子情報通信学会 2001: 31-37.
- 14) 長谷川桐 味覚刺激によって誘発された表情の知覚. 川村学園女子大学研究年報2012, 第1号: 1-13.
- 15) 中村徳子 チンパンジー乳児とヒト乳児における表情表出の左右差. 昭和女子大学初等教育学科・子ども教育学科紀要 2007, No.800: 75-80.
- 16) 中村克樹 非言語コミュニケーションの脳内機能メカニズム. 国立精神神経センター神経研究所研究報告書, 2007. [http://www.jst.go.jp/kisoken/presto/complete/kyotyo/pdf/researcher/2000\\_08\\_nakamura.pdf](http://www.jst.go.jp/kisoken/presto/complete/kyotyo/pdf/researcher/2000_08_nakamura.pdf)
- 17) 菊池吉晃、小川尚 拡散強調画像法と脳磁場計測によるヒトの第一次味覚野の同定. 科学研究費助成事業研究成果報告書, 2011. <https://kaken.nii.ac.jp/d/p/21592210/2011/8/jaja.html>
- 18) 脇田真仁、小川尚、長谷川佳代子 他 左利き被験者の area G の位置 - 利き手と area G の位置の関係. 日本味と匂学会誌, 2006, 13(3): 461-462.
- 19) 相場覚、鳥居修晃 “知覚心理学 1528769-1-0111” 放送大学教育振興会, 東京, 2003, p.187.
- 20) 西条寿夫、堀悦郎、田積徹 他 表情認知における扁桃体の神経機構. 日本薬理学雑誌 2005, 125(2):68-70.
- 21) 田中裕二 コミュニケーションによって活動する脳の領域はどこ?. ナーシング・トゥデイ 2006, 21(14):15.
- 22) Ogawa H, Wakita M, Hasegawa K et al Functional MRI detection of activation in the primary gustatory cortices in humans. Chem. Senses 2005, 30:1-10.