

# 表情筋<sup>(1)</sup>筋電図を指標とした感情<sup>(2)</sup>研究

古西 浩之・八木 昭宏

## 表情研究について

はじめに

顔には外界の情報を取り入れる感覚器官が数多く配置されている。さらに、顔は言葉を介さない意思疎通 (nonverbal communication) の為の表出 (display) 装置でもある。表出される多くが感情についての情報であり、その際の顔の形態の変化を「表情」と呼ぶ。心理学者は人間の感情と表情の関係について古くから研究を行ってきた (Woodworth, 1938 : Schlosberg, 1952 : Schlosberg, 1954)。現在、表情に関連した心理学的研究は多岐に渡るが、大まかに分けて

(1) 感情と表情との関わりを対象としたもの

(2) 表情の認知に関わるもの

の二つに大別できるだろう。勿論このような単純な分類では説明できず、双方に関わる研究も多いが、(1)を「表情表出者の心理状態についての研究」、(2)を「表情知覚者側の認知心理学的研究」と言い換えることもできる。

本論文では (1) の感情と表情の関係について、主に表情筋筋電図 (Facial

- 
- (1) 表情筋 (muscles of facial expression or mimic muscles) は顔面筋 (facial muscles) のうち特に表情に関係する表層の筋である。本論文では Facial Electromyogram (FEMG) を表情筋筋電図と訳し、顔面筋筋電図と同義に使用する。
- (2) 本論文では「感情」を「情動」、「情緒、情感」の総括的な概念として使用する。これらの用語は feeling, emotion, affection の日本語訳であるが現在も訳語の統一がはかられておらず、混乱を招くことが多い。一般に「情動」は急激に生じ、比較的激しい一過性のものであり人間・動物両方の研究で使用される。「感情」は人間の主観的な概念を含み、主に positive-negative (快—不快) で分類され、「情感」に比べ穏やかで比較的永続的なものと考えられている。

Electromyogram, FEMG) を指標とした研究について考察する。顔についての包括的な研究については吉川・益谷・中村 編 (1993) 「顔と心―顔の心理学入門―」を参照されたい。

## 初期の表情研究

### 表情研究のさきがけ

顔に対する科学的なアプローチは解剖学の分野から行われた。Duchenne (1862) は、顔のいろいろな筋を電氣的に刺激することで、本人の意志に関係なく様々な表情が作られることを見いだした。進化論で知られる Darwin (1872) も人と動物の表情についての著書の中で、表情の生存的価値を強調している。彼によると、動物は歯をむき出しにして怒りや威嚇の表情を見せることにより、今にも相手に咬みつけることを表しているという。また、驚いて目を見開くという行為は、外界からの刺激を多く取り入れるためとも述べている。Darwin の述べた感情の表出は生得的であるという説は、先天盲の人も表情を見せること (Goodenough, 1932) や、親が教えなくても嬉しそうな顔をする赤ん坊の例からも支持されている。しかし、すべての表情が生得的なものではなく、発達段階で学習していく表情も多い。それは、生得的な表情に対し、社会的な表情と呼ばれる。

### 感情研究における表情

本節では表情研究の大きな流れ (次頁 Fig. 1 参照) の一つである感情との関わりについて概説する。初期の頃には、表情からその人の感情がどれほど正確に推測できるかという点が研究されてきた。ここでは表情研究から生まれた感情モデルを紹介する。

### 表情研究から生まれた感情モデル

Flois-Whitman (1930) は俳優にいろいろな表情を演じさせた72枚の表情写

表情研究の主な流れ

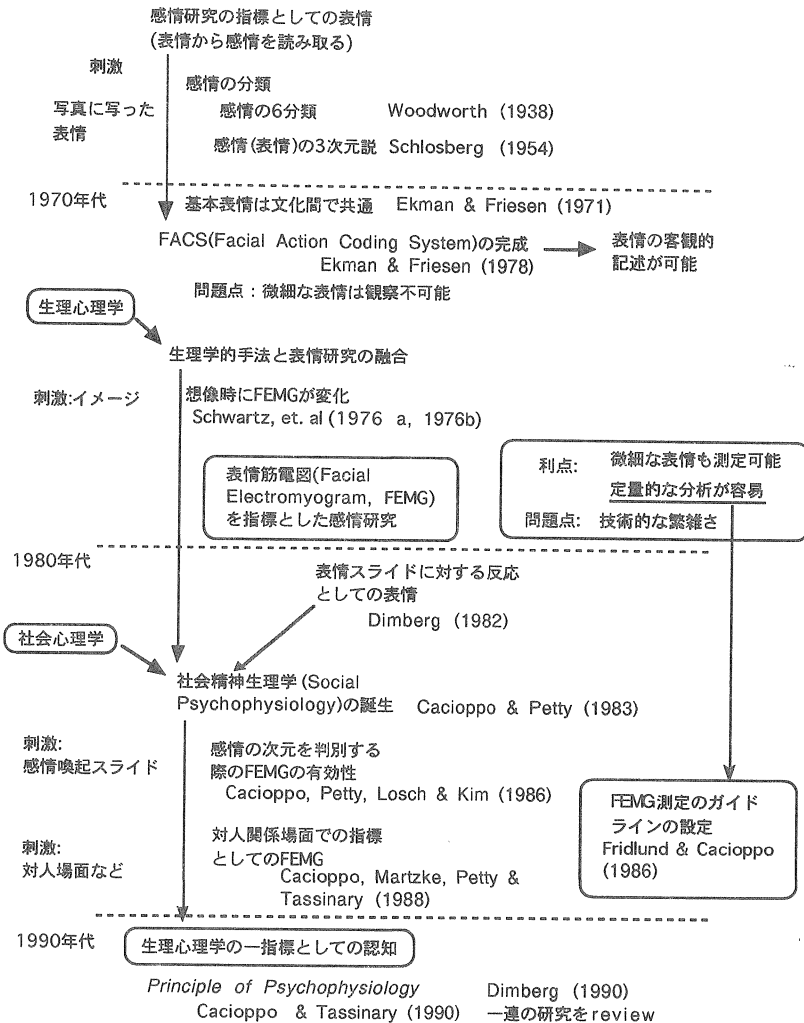


Fig. 1 主な表情研究および FEMG の研究

真を使用し、表情からその人の感情を判定させる実験を行った。しかし、正答率が低く、表情から感情を判定・分類することは困難と考えられてきた。

Table 1 Woodworth (1938) の表情の分類

1. 幸福 (happiness), 陽気 (mirth), 愛 (love)
2. 驚き (surprise)
3. 恐れ (fear), 悲しみ (suffering)
4. 怒り (anger), 決意 (determination)
5. 嫌悪 (disgust)
6. 軽蔑 (contempt)

Woodworth (1938) は、正答ではなく、誤答に焦点をあてることによって、感情の分類を行った。Woodworth によると、基本的な感情は大まかなカテゴリーを用いると、隣のカテゴリーにしか誤らないことを発見し、6分類を提唱した (Table 1)。ここで注目されるのはその研究方法である。彼は誤答に着目することで、主観的な人間の心的過程に対し、新たな研究の可能性を開いた。この後 Schlosberg (1952) は Woodworth の基本感情の1と6をつなげて円環状にし、この円環が「快—不快」, 「注目—拒否」の2つの次元からなることを見いだした。さらに Schlosberg (1954) は「覚醒—睡眠」の軸をもうけて感情 (表情) の3次元説を唱えた (Fig. 2, 次頁)。

その後多くの研究者が感情の次元を研究し、「快—不快」, 「覚醒—睡眠」の軸について意見の一致が見られている。「注目—拒否」の次元については、他の研究者により「支配—服従」 (Mehrabian, 1981) などと呼ばれたりするが、本質的には差のないものである。さらに、感情語を用いた研究でも同様の次元軸が報告されている (Davits, 1969)。

### 基本感情と基本表情

表情は、いったい幾つぐらいの種類があるのだろうか。主要な感情理論家によると、基本感情 (あるいは一次的感情) は8個から10個程あるという (Mandler, 1984)。その中でも、恐怖・怒り・喜び・嫌悪・関心 (期待)・驚きの6つの基本感情は多くの理論家で共通している。これらの基本感情は表情から導き出されたものであり、基本表情もほぼ同一と考えて良い。ちなみに、Ekman

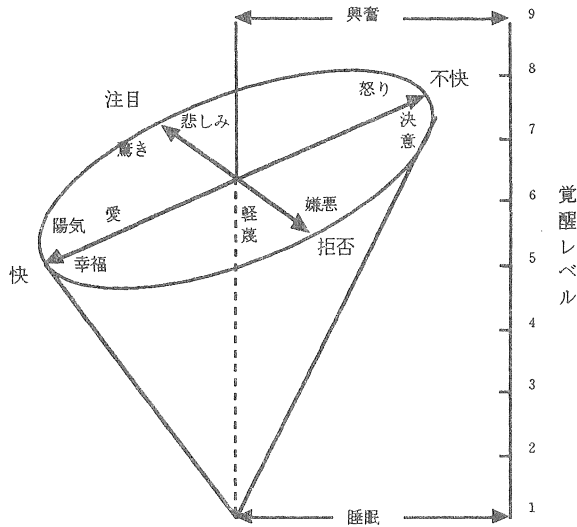


Fig. 2 Schlosberg (1954) の感情（表情）の3次元の分類

& Friesen (1975) は喜びのかわりに幸福、関心（期待）のかわりに悲しみを基本表情としてあげている。基本感情は組み合わせられることによって無限の混合感情を生み出す。例えば Plutchik (1980) は、失望（disappointment）は驚き（surprise）と悲しみ（sadness）を組み合わせで生まれるとしている。

#### 表情のフィードバック仮説

感情が生起する過程についての理論には、感情の起源を末梢の身体変化におくもの（James-Lange 説）と、中枢におくもの（Cannon-Bard 説）が広く知られている。さらに認知の重要性を強調した認知説（Schachter & Singer, 1962）等がある。過去の感情理論については Mandler (1984)、松山・浜 (1974)、福井 (1990)、安田 (1993) 等に詳しい。

感情が生起された結果、顔面に表情が生起するというのが上述の伝統的な感情と表情の関係である。しかし、最近、表情筋から中枢へのフィードバック

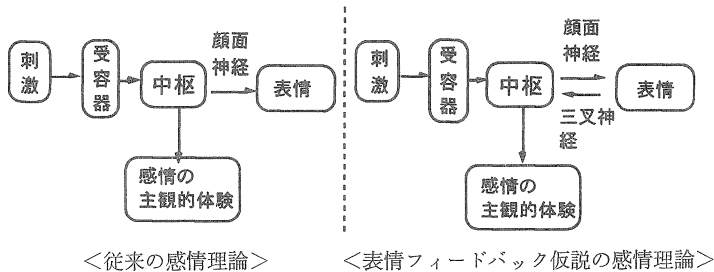


Fig. 3 表情フィードバック仮説の感情理論と従来の感情理論との違い

が、感情を規定する要因の一つとなっているとする「表情のフィードバック仮説(Facial Feedback Hypothesis, FFH)」と呼ばれる仮説が注目を集めている (Fig. 3)。初期の FFH では自分の表情に気づくことによって感情状態が規定されるというものであった (e. g., Tomkins, 1962)。これは James-Lange 説の一種ともいえる。James-Lange 説では、様々な感情に対応する生理反応があるとは考えられなかったため、感情理論の主流からはずれた。しかし、表情は多くの感情に対応できるだけの自由度を持っていることから、FFH は多くの実験とともに検証されつつある。FFH では以下の三つの仮説を前提としている。

必要条件仮説 1. 顔の反応がなければ感情は生起しない。

充分条件仮説 2. 顔の反応があれば必ず感情は生起する。

単調仮説 3. 顔の反応と感情体験は同方向で、正の関係がある。

これらの仮説を前提に、最近では実験的表情的操作が主観的感情体験に与える影響についての考察が行われている。これは刺激を見る際に被験者の表情を操作し、刺激の評価を変化させようとするものである。被験者に frown (しかめ面) や sad 等の表情をさせることで、刺激対象をより不快に評価する一方、smile, happy 表情によって刺激対象をより快として評価することが報告されている (Laird, 1974 ; Riccelli, Antila, Dale & Klions, 1989)。

## 初期の FEMG 研究

表面電極を使用した EMG の研究は70年ほどの歴史をもち(Jacobson, 1930), FEMG と感情との研究は 20 年ほど前に始められた (Tassinari & Cacioppo, 1992)。1983 年に出版された “Social Psychophysiology ; A Sourcebook” (Cacioppo & Petty, 1983) には, それまでの表情と感情の研究成果がまとめられている。FEMG の研究は臨床の分野から始められた。

Sumitsuji, Matumoto, Tanaka, Kashiwagi, & Kaneko (1965) は針電極により10ヶ所の FEMG を測定し, 作られた表情を FEMG から判別できることを示した。また表情表出時の FEMG が Schlosberg (1954) の感情 (表情) の 3 次元に対応していることも見いだしている (角辻, 1967)。

表面電極を使用した FEMG の測定は, うつと非うつ傾向の被験者が, 様々な場面を想像した際の FEMG の変化について報告された (Schwartz, Fair, Salt, Mandel & Klerman, 1976a, 1976b)。Schwartz らは日常生活の場面を想像している時に眉をしかめる皺眉筋が, うつの被験者において高い活動を示すこと, また幸福な想像をするときに大頬骨筋が余り変化しないことを報告した。さらにうつ傾向が弱まる経過が FEMG に反映されること (Schwartz, Fair, Mandel, Salt, Mieske & Klerman, 1978) や, 男性より女性のほうで FEMG の変化が大きいこと (Schwartz, Brown & Ahern, 1980) を明らかにした。

Dimberg (1990) は彼の一連の研究をまとめ, FEMG は感情研究に有効な指標であると述べている。彼によると, FEMG の変化は感情喚起刺激 (表情顔写真) に対して自発的に現れ (Dimberg, 1982), 男性より女性の方が反応がみられやすい (Dimberg & Lundquist, 1990) と結論している。また彼は表情顔写真に対して条件づけなどの学習がおこり (Dimberg, 1986), 被験者に対する感情に一致した反応であるとまとめている。

Cacioppo は現在, 社会的な立場から FEMG について研究しており, 1983年

に前述の社会精神生理学のソースブックを編集した (Cacioppo & Petty, 1983)。これは対人関係などの社会的な事象において精神生理学的 (生理学的) な測定を行う際の注意点をまとめたものである。社会心理学の分野では生理指標によって positive-negative の感情状態を区別することは不可能と考えられていた。しかし、彼らは FEMG を指標とすることにより感情の方向性が測定できることを示した (Cacioppo, Petty, Losch, & Kim, 1986)。彼は、被験者にスライドを見せ、その好感度 (嫌い-好き)、覚醒度 (リラックスした-覚醒した) を評定させた。その後、被験者の評定値とスライドを見ている時の FEMG との関係を調べた。その結果、大頬骨筋の EMG 積分値は、positive な感情と正の相関があり、皺眉筋の積分値は、negative な感情と正の相関があることが測定された。また、インタビュー中の FEMG 波形から、感情状態に特有の波形パターンがあることを報告している (Cacioppo, Martzke, Petty & Tassinari, 1988)。

## 表情筋の生理および FEMG の測定について

### 表情筋の分布

表情筋は片側約 30 の筋によって構成されている。生理心理学の研究で測定されるのは主に Fig. 4 (次頁) に示した 10 の筋の活動である。その中でも特に、眉を内下方に引き下げる皺眉筋 (Corrugator supercilii, corr.)・眼輪筋 (Orbicularis oculi, orb.)・口角を外上方に引き上げ、笑い顔をつくる大頬骨筋 (Zygomaticus major, zyg.)・口元を引き下げる口角下制筋 (Depressor anguli oris) が用いられることが多い。

### 表情筋の生理

ここでは表情筋の形態の特徴について簡単に述べる。筋は速い運動に適したものと、遅くても持続的な緊張維持に適したものがある。古くは前者を速筋 (fast muscle) または白筋 (white muscle)、後者を遅筋 (slow muscle) また



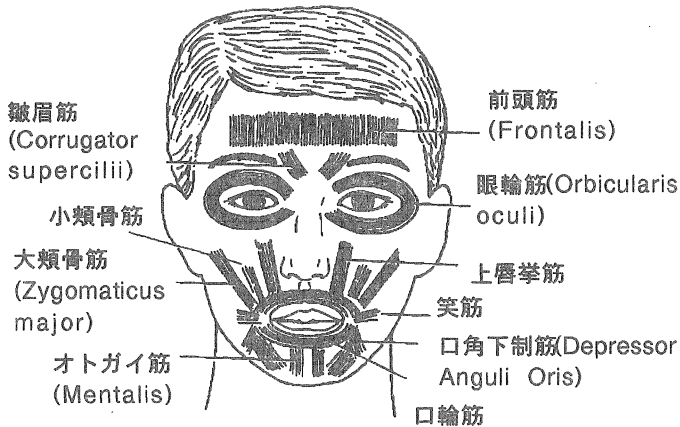


Fig. 4 主な表情筋 (藤原, 1993)

は赤筋 (red muscle) などと呼んでいた。両者の区別は厳密なものではなく、前者は比較的表層の筋にみられる。表情筋は速い収縮が可能であるが、両者の中間に位置する筋である。表情筋は分類上は骨格筋 (skeletal muscle) であるが、発生学的見地から内臓筋とする解剖学者もいる (Noback & Demarest, 1975)。運動的には随意筋 (voluntary muscle) で、形態的には横紋筋 (striated muscle) である。表情筋のように筋のどちらか一方の端が皮膚につながっているものを皮筋と呼ぶ。表情筋は皮筋であるため、収縮することによって顔面上に、さまざまなしわを作り表情を形成する。表情筋が他の骨格筋 (横紋筋) と構造的に異なる点は筋膜 (fascia) が欠如しており筋束がばらけている点である。このため強い収縮は不可能だが、微細な運動が可能である。表情筋は顔面神経 (Facial nerves) の支配を受けており、両側に分かれた顔面神経には5つの枝がある (窪田 & Schumacher, 1992)。皺眉筋 (側頭枝支配)、眼輪筋 (側頭枝、頬骨枝支配)、大頬骨筋 (大頬骨枝支配)、口角下制筋 (頬筋枝支配) それぞれが神経枝の支配を受けている。顔面神経麻痺などの場合、麻痺側はたるんで見え、眼瞼裂 (まぶた) は拡大し、鼻は健側 (麻痺していない側) に歪み、口角はぶら下がったように見える。これは左右の表情筋は不随意的に拮抗し、

左右に引っ張りあってバランスをとっていることのあらわれでもある。表情筋の神経学的知見は Rinn (1984) に詳しく述べられている。また、筋についての総合的な解説は他の専門書 (Basmajian & DeLuca, 1985) を、解剖学的所見については (窪田 & Schumacher, 1992) などを参照してほしい。

## FEMG の測定

EMG および FEMG の測定のためのガイドラインは Cacioppo らによってまとめられている (Fridlund & Cacioppo, 1986)。この中では表情筋の測定部位について、電極の取付位置、清拭の方法、処理などが述べられている。彼らは EMG の周波数成分は 10 Hz から 500 Hz、できれば 1000 Hz まで測定すべきであるとしている。別の研究者 (Nilsson, Panizza, Hallett, 1993) は表面電極使用時の EMG の高周波数限界を 340 Hz, Peak 周波数を 54 Hz (Lindstrom & Petersen, 1983), 10%の力を加えることで高周波数限界 250 Hz, Peak 周波数 77~102 Hz, 20%の力を加えると高周波数限界 250 Hz, Peak 周波数 74~82 Hz になるという報告 (Christensen & Fuglsang-Frederiksen, 1988) をまとめている。さらに疲労によって低周波成分が多く現れるという報告がある (Mulder & Hulstijn, 1984)。この為、EMG 波形の記録は通常脳波のような pen recorder では不十分である。オシログラフ、あるいは AD 変換した後、処理を行う必要がある。また表面電極を用いた際の最適な Filter 設定は Hi-cut 1000 Hz (or 500 Hz), Low-cut 2 Hz (or 50 Hz) とされている (Fridlund & Cacioppo, 1986; Nilsson, Panizza, Hallett, 1993)。さらに AD 変換に必要最低限の周波数は 500 Hz である。FEMG の研究では生の波形を使用することは稀で、積分波形 (Integrated EMG, IEMG) を使用したり、包絡線を使用することが一般的である (Fridlund, 1979)。

## 最近の FEMG 研究

FEMG と感情状態との関係は約20年前に報告されてから、さまざまな分野で

研究されてきた。現在, FEMG は自律反応指標とともに, 感情研究の有効な指標として生理心理の分野でも認知されてきたといえよう (Cacioppo, Tassinari & Fridlund 1990)。

日本では大平 (1992) が想像課題において皺眉筋の活動が怒りで増加し, 喜びでは大頬骨筋活動が増加することを報告している。Kato & Yagi (in press) は, においをイメージさせたときの FEMG の変化を調べており, 不快なにおいをイメージしたときの皺眉筋領域, 鼻の周りの領域の EMG が大きく変化することを報告している。直接的な感情経験ではなく, においについての感情的反応を捉えようとしたところが, 今までにない FEMG の応用研究であろう。また, 演劇経験者と演劇非経験者の表情を FEMG で測定し, 量的な差異について報告したもの (山口, 1992) などがある。

### FEMG を指標とした新しい試み

FEMG の研究は1980年代に大きく発展し, その結果, 感情研究の指標として有効であることが確認されてきた。しかし, 多くの研究が, 積分した FEMG を使用していること, FEMG の変化量が  $\mu V$  レベルのわずかであることが実験を困難にしている。つまり EMG は本来数百  $\mu V$  の電位を持つものであるが, FEMG の研究で紹介されている電位はあまりにも小さいのである。勿論, 実験条件間での差を統計的に吟味することにより, わずかな差が統計的に意味のあるものであるかは十分に考察されている。しかし, FEMG の利点を活かした新しい感情研究の実験方法も, 今後報告されてくるであろう。ここでは我々の研究室で行ってきた実験について報告する。

#### FEMG による表情生起時間の測定

筆者らは FEMG の新しい利用法として, 表情変化の反応時間 (Reaction Time, RT) を測定した (古西 & 八木, 1992)。positive, negative, neutral の3種のスライドに対し, しかめ面 (皺眉筋を収縮), 笑い顔 (大頬骨筋を収

縮)を素早くつくらせた。その後、筋を収縮するのに要した時間を FEMG 波形から算出した。その結果、被験者の中には表情生起時間が影響を受ける者がいた。これらの被験者は、negative スライドに比べ、positive スライドによって大頬骨筋収縮が促進され、皺眉筋収縮が抑制された。表情生起時間は、真の表情を隠す偽りの表情 (Ekman, 1985 ; Ekman & Friesen, 1975) の研究に有効な手法となるかもしれない。反応時間 (Reaction Time RT) と腕の EMG との関係を扱った研究はいくつか報告 (Tomberg, Levarlet, & Desmedt, 1991) されている。表情生起の際の FEMG を分析することでボタン押しなどのできない表情筋の動きのメカニズムを探ることも可能になるだろう。

#### 笑い抑制課題の FEMG 研究

筆者ら (Konishi & Yagi, in press) は笑いを抑えながらコミカルなビデオを見る際の大頬骨筋と口角下制筋の拮抗関係について実験を行なった。この実験では、表情の動きをより細かく見るための指標として FEMG を利用した。笑いそうになった時、無表情を装う為に、多くの被験者が口角下制筋を収縮させた (口元を引き締めた)。FEMG の波形については数人の被験者が、大頬骨筋より僅かに早く口角下制筋を収縮させていた。また、ほとんどの被験者が大頬骨筋より口角下制筋を強く収縮させたため、表情はゆがんでしまっていた。被験者間でデータの分散が大きく、明確な FEMG 波形の違いは観察されなかった。Jäncke (1993) は被験者間の FEMG の振幅の違い (個人差) は外向性、内向性などの性格特性に関係すると報告している。内向性被験者は外向性の被験者より positive スライドに対して口角下制筋の活動が高いが、皺眉筋・大頬骨筋は両グループで差は見られなかった。口角下制筋は笑いを抑える筋であることから、彼は内向性被験者は positive な感情の表情を抑えるのではないかと考察している。

## 結 び

FEMG が感情研究の指標として報告されてから約 20 年が経った。その間、表情研究や感情研究と共に発展してきたといえる。過去の研究の多くは、FEMG を積分波形の変化量の多少でのみ捉えていたものが多かった。FEMG は時間、振幅、周波数から分析できる。積分波形以外の情報を FEMG から取り出す実験方法、解析方法について検討することが望まれる。また、表情の多くは社会的な表情であり、真の表情はすぐに偽の表情で隠されてしまう (Ekman, 1985)。我々は、FEMG の利点を生かし、微細な表情を測定するときの FEMG の研究のパラダイムを考える必要がある。

## REFERENCES

- Basmajian, J. V., & DeLuca, C. J., 1985, *Muscles Alive: Their functions revealed by electromyography* (5th ed.), Baltimore: Williams & Wilkins.
- Cacioppo, J. T., & Martzke, J. S., Petty, R. E. & Tassinari, L. G., 1988 Specific forms of facial EMG response index emotions during an interview, *Journal of Personality and social Psychology*, 54, 592-604.
- Cacioppo, J. T., & Petty, R. E. (Eds.), 1983, *Social psychophysiology: A sourcebook*. New York: Guilford Press.
- Cacioppo, J. T., Petty, R. E., Losch, M. E., & Kim, H. S., 1986, Electromyographic activity over facial muscle regions can differentiate the valence and intensity of affective reactions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50, 260-268.
- Cacioppo, J. T. & Tassinari, L. G. (Eds.), 1990, *Principles of Psychophysiology. Physical, social, and inferential elements*, New York: Cambridge University Press.
- Cacioppo, J. T., Tassinari, L. G. & Fridlund, A. J., 1990, The skeletomotor system. In J. T. Cacioppo & L. G. Tassinari (Eds.), *Principles of Psychophysiology. Physical, social, and inferential elements* (pp. 325-384). New York: Cambridge University Press.
- Christensen, H. and Fuglsang-Frederiksen, A., 1988, Quantitative surface EMG during sustained and intermittent submaximal contractions, *Electroencephal-*

- ography and clinical Neurophysiology*, 70, 239-247.
- Davitz, J. R., 1969 *The Language of Emotion*. Academic Press.
- Darwin, C., 1965 (orig. 1872), *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, Chicago Press.
- Dimberg, U., 1982, Facial reactions to facial expressions, *Psychophysiology*, 19, 643-647.
- Dimberg, U., 1986, Facial expressions as excitatory and inhibitory stimuli for conditioned autonomic responses, *Biological Psychology*, 22, 37-57.
- Dimberg, U., 1990, Facial electromyogram and emotional reactions, *Psychophysiology*, 27, 481-494.
- Dimberg, U. & Lundquist, L. O., 1990, Gender differences in facial reactions to facial expression, *Biological Psychology*, 30, 151-159.
- Duchenne, G. B., 1862, *Mechanisme de la physionomie humaine ou analyse electrophysiologie de l'expression des passions*, Paris, Bailliere.
- Ekman P., 1985, *Telling Lies*, Carol Mann Agency, New York. (工藤 力訳編, 1992, 暴かれる嘘—嘘偽を見破る対人学—, 誠信書房)
- Ekman, P. & Friesen, W. V. 1971, Constants across cultures in the face and emotion, *Journal of Personality and social Psychology*, 17, 124-129.
- Ekman, P. & Friesen, W. V. 1975 *Unmasking the Face*. Prentice-Hall. (工藤 力訳編, 1987, 表情分析入門, 誠信書房)
- Ekman, P. & Friesen, W. V., 1978, *Facial Action Coding System (FACS): A technique for the measurement of facial action*, Palo Alto, California: Consulting Psychologists Press.
- Flois-Whitman, Jean. 1930, The Judgment of facial expression, *Journal of Experimental Psychology*, 12, 113-151.
- Fridlund, A. J., 1979, Contour-following integrator for dynamic tracking of electromyographic data, *Psychophysiology*, 16, 491-493.
- Fridlund, A. J., Cacioppo, J. T., 1986, Guidelines for human electromyographic research, *Psychophysiology*, 23, 567-589.
- Goodenough, F. L., 1932, Expression of the emotions in a blind-deaf child, *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 27, 328-333.
- 福井康之, 1990, 感情の心理学, 川島書店
- 藤原武弘, 1993, 第6章 社会精神生理学, In 堀 忠雄, 斎藤 勇 (編), 脳生理心理学重要研究集(1): 意識と行動, 誠信書房
- Jacobson, E., 1930, Electrical measurements of neuromuscular states during mental activity: I, Imagination of movements involving the skeletal muscle. *American*

- Journal of Physiology*, 91, 567-608.
- Jäncke, L., 1993, Different facial EMG-reactions of extraverts and introverts to pictures with positive and neutral valence, *Personality and Individual Differences*, 14, 113-118.
- Kato, M. & Yagi, A., (in press), The effects of pleasantness of odours on facial EMG. In K. Kurihara, N. Suzuki & H. Ogawa (Eds.), *Olfaction and Taste*, Springer-Verlag.
- 古西浩之・八木昭宏, 1992, 表情筋筋電位による反応時間の測定, 生理心理学と精神生理学, 10, 128.
- Konishi, H. & Yagi, A., (in press), Measurement of facial EMG during laugh suppression, In *Biobehavioral Self-Regulation in the East and West*, Springer-Verlag.
- 窪田金次郎・Schumacher, G. H., 1992, 図説・体表解剖学, 朝倉書店
- Laird, J. D. 1974 Self-Attribution of emotion: The effects of expressive behavior on the quality of emotional experience. *Journal of Personality and Social Psychology*, 29, 475-486.
- Lindstrom, L. & Petersen, I., 1983, Power spectrum analysis of EMG signals and its application. In J. E. Desmedt (Eds.), *Computer-Aided Electromyography. Progress in Clinical Neurophysiology*, Vol. 10. Karger, Basel, 1-51.
- Mandler, G., 1984, *Mind and Body: Psychology of emotion and stress*. New York: Norton. (田中正敏, 津田 彰監訳, 1987, 情動とストレス, 誠信書房)
- 松山義則, 浜 治世, 1974, 感情心理学(1), 誠信書房
- Mehrabian, A. 1981 *Silent Messages-Implicit Communication of Emotions and Attitudes*. Wadsworth Publishing. (西田 司他訳 1986, 非言語的コミュニケーション, 聖文社)
- Mulder, T., & Hulstijn, W., 1984, The effect of fatigue and repetition of the task on the surface electromyographic signal. *Psychophysiology*, 21, 528-534.
- Nilsson, J., Panizza, M. & Hallett, M., 1993, Principles of digital sampling of a physiological signal, *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 89, 349-358.
- Noback, C. R., & Demarest, R. J., 1975, *The Human Nervous System: Basic Principles of Neurobiology (2nd ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- 大平英樹, 1992, 表情筋電図を指標とした情動の潜在的表出についての検討, 東海女子大学紀要, 11, 259-271
- Plutchik, R., 1980, *Emotion-A Psychoevolutionary Synthesis*. Harper & Row.
- Riccelli, P. T., Antila, C. E., Dale, J. A., & Klions, H. L. 1989 Depressive and elative mood inductions as a function of exaggerated versus contra dictory facial

- expressions. *Perceptual and Motor Skill*, 68, 443-452.
- Rinn, W.E., 1984, The neurophysiology of facial expression: A review of the neurological and psychological mechanisms for producing facial expressions. *Psychological Bulletin*, 95, 52-77.
- Schachter, S. and Singer J.E. 1962 Cognitive, social and physiological determinations of emotional state. *Psychological Review*, 69, 379-399.
- Schlosberg, H., 1952, The description of facial expression in terms of two dimensions, *Journal of Experimental Psychology*, 44, 229-237.
- Schlosberg, H., 1954, Three dimensions of emotion, *Psychological Review*, 61, 81-88.
- Schwartz, G.E., Brown, S.L. & Ahern, G. L., 1980, Facial muscle patterning and subjective experience during affective imagery, *Psychophysiology*, 17, 75-82.
- Schwartz, G.E., Fair, P.L., Salt, P., Mandel, M.R. & Klerman, G.L. 1976 (a), Facial expression and imagery in depression: An electromyographic study, *Psychosomatic Medicine*, 38, 337-347.
- Schwartz, G.E., Fair, P.L., Salt, P., Mandel, M.R. & Klerman, G.L., 1976 (b) Facial muscle patterning to affective imagery in depressed and nondepressed subjects, *Science*, 192, 489-491.
- Schwartz, G.E., Fair, P.L., Mandel, M.R., Salt, P., Mieske, M. & Klerman, G. L., 1978, Facial electromyography in the assessment of improvement in depression, *Psychosomatic Medicine*, 40, 355-360.
- Sumitsuji, N., Matumoto, K., Tanaka, M., Kashiwagi, T., Kaneko, Z. 1965, A new method to study facial expression using electromyography. *Electromyography*, 11, 269-272.
- 角辻 豊, 1967, 顔の表情の筋電図学的研究, 精神誌, 69, 1101.
- Tassinary, L.G. & Cacioppo, J.T., 1992, Unobservable facial actions and emotion., *Psychological Science*, Jan Vol. 3(1) 28-33
- Tomberg, C., Levarlet, J.H. & Desmedt, E., 1991, Reaction times recording methods: reliability and EMG analysis of patterns of motor commands, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 81, 269-278.
- Tomkins, S.S., 1962, *Affect, Imagery, Consciousness: Vol. 1. The positive affects*. New York, Springer.
- 山口真美, 1992, 表情の筋電図による分析—演劇経験者と非演劇経験者での違い—, 社会心理学研究, 7, 180-188.
- 安田一郎, 1993, 感情の心理学, 青士社
- 吉川左紀子・益谷 真・中村 真編, 1993, 「顔と心—顔の心理学入門—」, サイエンス社
- Woodworth, R.S. 1938, *Experimental Psychology*. New York, Henry Holt.

——古西浩之 大学院博士課程後期課程——

——八木昭宏 文学部教授——