

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 19 日現在

機関番号：33111

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2011 年度

課題番号：20500727

研究課題名（和文） 顔面筋の活動パターン解析による食事・食品評価の研究

研究課題名（英文） Analyses of facial expression muscle activity
for evaluation of foods.

研究代表者

蘆田 一郎（ASHIDA ICHIRO）

新潟医療福祉大学・健康科学部・講師

研究者番号：10323958

研究成果の概要（和文）：本研究課題は、1) 喫食・喫飲時における顔面表情の変化を捉えるためにビデオ映像と筋電図を同期的に記録するシステムを構築した、2) 食品の提示時および喫食時における表情変化を解析した、3) 四基本味溶液による刺激に対して眼瞬が固有の応答を示し、食品評価の新たな指標となる可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：The present research 1) developed a synchronized recording system for video-movie of facial expressions and electromyography (EMG) of mimetic muscles in feeding, 2) analyzed changes in facial expressions and EMGs when test foods were provided to and fed by subjects, and 3) examined the taste responses in the eye-blinking and suggested that the eye-blinking should be used as a new indicator of taste (and food) evaluation.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 20 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
平成 21 年度	500,000	150,000	650,000
平成 22 年度	500,000	150,000	650,000
平成 23 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：食行動・表情・定量的解析

1. 研究開始当初の背景

(1) 食事がもたらす顔面表情の変化は、乳幼児から高齢者まで広く観察される。食卓に向かっただけで、視覚・嗅覚情報に基づいて顔面表情は大きく変わる。また、口に入れた食物による触覚などの体性感覚や味覚の情報も顔面表情をときに大きく変える。梅干しやレモンを口にしたときの顔面

表情を例に挙げるまでもない。しかし、このような食事に伴う顔面表情の変化は日常的に知られていながら、その定量的な解析は必ずしも十分ではない。すなわち、これまでの顔面表情に関する研究報告においては、例えば各種味溶液を口に与えた刺激に対して乳児が示す相貌変化を連続写

真によって比較するなど、その解析法の多くは定性的である。定量的な解析法を用いても、顔面の動きを数値化するに止まっている。対して、客観的かつ定量的な解析(例えば、表情筋の筋電図を使用した解析)は、現在までのところおこなわれていない。

- (2) 研究代表者らは、これまで、食事に伴うヒトの様々な運動や反応に興味を持ち、研究をおこなっている。例えば、咀嚼筋・嚥下関連筋活動、舌筋活動、口の動きに連動した頭頸部の動き、などである。その結果、「1. 食事などに伴う口の動きは頭頸部に特有の同期運動を誘発する」、「2. 嚥下時の姿勢(体幹角度)は舌筋活動の持続時間に影響を及ぼす」、「3. 食品の温度や味は嚥下筋活動時間や活動量に影響しないが、筋活動パターンに影響する可能性が示唆される」などの研究成果を挙げ、国際誌に報告してきた(5. 主な発表論文等、[雑誌論文]①・②・③・⑤・⑦・⑧)。これらのうち、特に知見 3.を受けて、筋の活動時間や活動量だけではなく、その時系列上のパターンをも解析する手法として、「Tp法」と称する手法の開発に成功した(5. 主な発表論文等、[雑誌論文]①・⑤・⑦・⑧)。この成果は、従来の言語に依る食品の評価(官能評価)に加えて、言語に依らない筋活動パターンを用いた食品評価の可能性を示唆する。

2. 研究の目的

- (1) 記録システム：本課題研究では、まず、喫食ないし喫飲時の表情変化をビデオ撮影するとともに顔面表情にかかわる筋に由来する表面筋電位の記録が必要である。本課題研究の第一目的は、これらの同時的記録システムの確立とした。
- (2) 食品の提示および喫食時の表情変化：(1)

のようなシステムのもと、第二目的として、実際の食品(被験者への事前聞き取りに基づく好ましい食品および好ましくない食品)を提示および喫食させた際の応答(表情の外貌的变化および表情筋活動)を調べた。

- (3) 味溶液刺激による表情変化：ただし、「喫食」に際しては、咀嚼・嚥下に伴う筋活動によりこれらの(相対的に小さな)応答が覆い隠されてしまう可能性があった。そこで、第三目的として、味溶液による刺激実験をも試み、咀嚼・嚥下を極力伴わない状況下での表情変化を記録・解析した。

3. 研究の方法

- (1) 記録システム：ビデオ動画に関しては、表情の微小な変化を空間的および時間的な高解像度により記録することが肝要である。また、顔面表情筋の筋電位は、例えば咬筋などと比べて低値となるため、記録電極を的確な場所に設置する必要がある。加えて、喫食・喫飲の事前情報(とりわけ、今回は被験者による目視の対象物および時間)の記録のために眼球運動測定器を利用した。
- (2) 食品の提示および喫食時の表情変化：被験者(健常な男女学生)の嗜好を事前に聞き取り、好ましい食品としてチョコレートとケーキ、好ましくない食品としてレモンとセロリ、中立的な食品としてセンベイとグミ菓子を被験食品とした。食品の提示時および喫食時を記録し、後に動画上で顔面表情変化の基準となる眉、目尻、口角などの移動量を計測した。また、表情筋(笑筋および皺眉筋)の表面筋電図(活動期間、最大電位、活動パターン)を記録および算出した。
- (3) 味溶液刺激による表情変化：被験者(健常な男女学生)の四基本味(甘味S;塩味

N ; 酸味 C ; 苦味 Q) に関する認知閾値および忌避限界濃度を事前に調べ、低濃度（平均認知閾値の2倍）および高濃度（忌避限界濃度の最低値）を設定した。被験者の頭部を固定し、シリコンチューブを介して口腔内（主として舌表面を想定）を味刺激した。被験者の顔面表情をあらゆる特徴点（眉の両端、目尻、口角など）に目印を貼付し、顔面全体を正面からビデオ撮影した。

4. 研究成果

- (1) 記録システム：笑筋や皺眉筋といった比較的薄い筋から表面筋電図を記録する上では、小児の心電図に用いる小型粘着電極が有効であった（図2の写真参照）。また、市販のビデオカメラによる動画は、十分な空間的・時間的解像度を有していた。生体信号と動画データを同期するために、発光ダイオードの点灯と同時に直流信号を発生する装置を自作した（5. 主な発表論文等、〔雑誌論文〕④）。一方、眼球運動測定器については、実験セッションの都度必要となる初期設定（校正）に30分以上を要するケースが頻発し、被験者の疲労を招くところから使用を断念した。
- (2) 食品の提示および喫食時の表情変化：ケーキの視認時（図1）には笑顔が見られ、笑筋活動（全波整流・積分筋電位）の増大が認められた。また、被験食品のうち、レモンの喫食時、セロリの視認時および喫食時（図2）には「顔のしかめ」が見られ、皺眉筋活動が増大した。

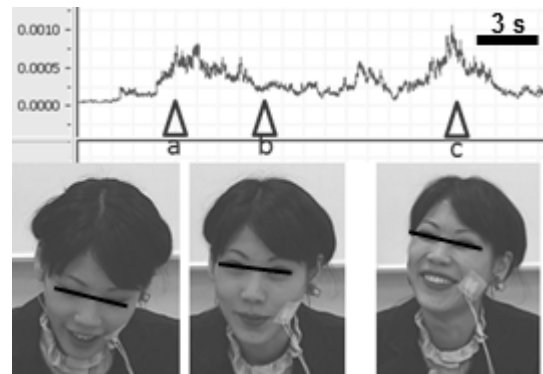


図1. ケーキ視認時の笑筋活動

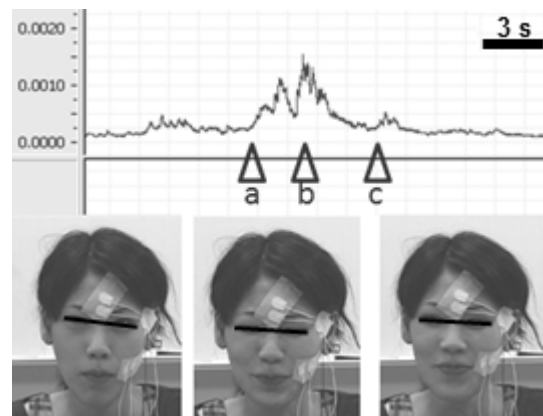


図2. セロリ喫食（第1咀嚼）時の皺眉筋活動

しかしながら、例えばセロリの喫食時には笑筋も同時に発火する場合があるなど、一貫した（統計的に有意な）結果は得られなかった。その理由として、笑筋の近傍に咬筋が走行しているところから、咀嚼を伴う場合に「大きな」咀嚼筋活動と「小さな」表情筋活動との識別が困難である点が挙げられる。一方、喫食を伴う場合には頭部の固定が困難であったため、正面に固定したカメラにより表情に関する特徴点の移動量を定量することはできなかった。これに関しては、今後、小型カメラを被験者に固定して（例えば、帽子のひさしなどに）撮影する予定である。

- (3) 味溶液刺激による表情変化：低・高濃度の酸味や高濃度の苦味で「眉をしかめる」等の応答を見せる被験者もいたが、多くの

ケースでは表情の変化は認められなかった。これより、日常に見られる喫食時の表情変化は、単純な味応答ではなく、視覚や嗅覚、さらには情動や周囲環境からもたらされると推察される。

一方、高画質の正面撮影動画を解析する過程で、味刺激後、被験者の眼瞬に味質固有の傾向が示唆された。そこで、眼瞬の回数や時間について計量したところ、

a) 味刺激後 5 秒間の眼瞬回数 (図 3) : 高濃度の酸味と苦味は蒸留水 (DW) の 2 倍近くの眼瞬が誘発した ($P_s < 0.01$)、b) 味刺激から第 1 眼瞬開始までの潜時 (図 4) : 高濃度の酸味および苦味刺激は、DW に比べて 70~60%短縮した ($P_s < 0.05$)、c) 第 1 眼瞬の閉眼時間 (図 5) : 高濃度の酸味および苦味刺激は、DW に比べて約 190%延長し、高濃度塩味刺激もまた約 150%延長した ($P_s < 0.05$) ことが分かった。

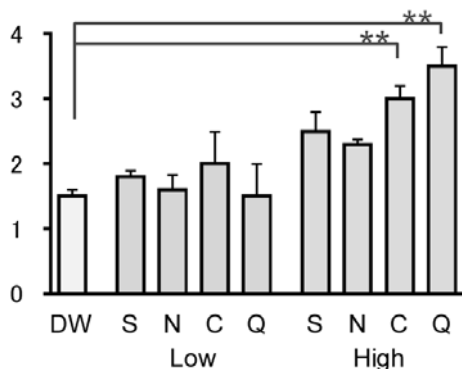


図 3. 味刺激後 5 秒間の眼瞬回数 (回)

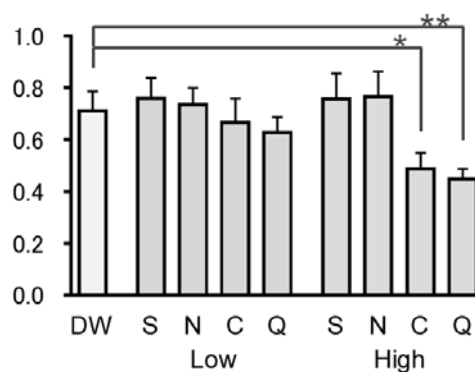


図 4. 第 1 眼瞬までの潜時 (秒)

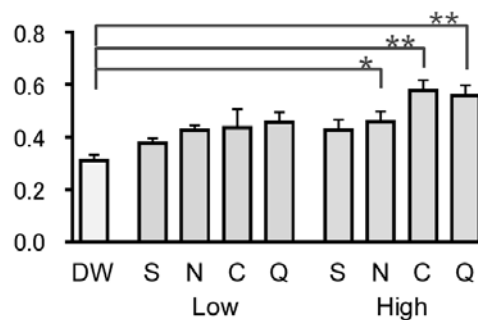


図 5. 第 1 眼瞬の持続時間 (秒)

眼瞬は、一般に光・音・触圧ないし痛みに対する防衛反応として知られ、健常成人における味刺激に対する応答としての報告は見られない。今回の結果 (図 3, 4, 5) は、高濃度の忌避性刺激 (生物学的な機能として、食品が示す酸味には腐敗が、また苦味には毒性が想定されている) による防衛反応の可能性を示唆する。応答の経路としては、情動を司る扁桃体を介する多シナプス・長潜時の神経回路が一つの可能性として考えられる。他方、Gustofacial 反射における顔面表情筋活動は主に顔面神経 (VII) により支配されるが、眼瞬をもたらす眼輪筋もまた顔面神経の効果器であるところから、今回の眼瞬応答は未報告の味応答である可能性も十分にあると考えられる。

なお、主たる研究成果である(3) 味溶

液刺激による表情変化（とくに眼瞬応答）については、学会において発表したのみであり（5. 主な発表論文等、〔学会発表〕②）、現在、国際誌に投稿して査読を受けている段階である。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計9件）

- ① Ashida, I., Kawakami, S., and Miyaoka, Y. A new method of simulating surface electromyograms using probability density functions. *Comp Biol Med.* 査読有, 38, 2008, 837-44.
- ② Inagaki, D., Miyaoka, Y., Ashida, I. and Yamada, Y. Influence of food properties and body posture on durations of swallowing-related muscle activities. *J Oral Rehabil.* 査読有, 35, 2008, 656-63.
- ③ Inagaki, D., Miyaoka, Y., Ashida, I., and Yamada, Y. Influence of food properties and body position on swallowing-related muscle activity amplitude. *J Oral Rehabil.* 査読有, 36, 2009, 176-83.
- ④ Ashida, I., Miyaoka, S., and Miyaoka, Y. Comparison of video-movie-recorded laryngeal movements during swallowing by normal young men with piezoelectric sensor and electromyographic signals. *J Med Eng Tech.* 査読有, 33, 2009, 496-501.
- ⑤ Inagaki, D., Miyaoka, Y., Ashida, I., and Yamada, Y. Activity pattern of swallowing-related muscles, food properties and body position in normal

humans. *J Oral Rehabil.* 査読有, 36, 2009, 703-709.

- ⑥ Igarashi, A., Kawasaki, M., Nomura, S., Sakai, Y., Ueno, M., Ashida, I., and Miyaoka, Y. Sensory and motor responses of normal young adults during swallowing of foods with different properties and volumes. *Dysphagia.* 査読有, 25, 2010, 198-206.
- ⑦ Miyaoka, Y., Ashida, I., Kawakami, S., Tamaki, Y. and Miyaoka, S. Activity patterns of the suprahyoid muscles during swallowing of different fluid volumes. *J Oral Rehabil.* 査読有, 37, 2010, 575-82.
- ⑧ Ashida, I., Iwamori, H., Kawakami, S., Miyaoka, Y., and Murayama, A. Analysis of the pattern of suprahyoid muscle activity during pharyngeal swallowing of foods by healthy young subjects. *J Med Eng Tech.* 査読有, 34, 2010, 268-73.
- ⑨ Miyaoka, Y., Ashida, I., Kawakami, S., Tamaki, Y. and Miyaoka, S. Generalization of the bolus volume effect on piezoelectric sensor signals during pharyngeal swallowing in normal subjects. *J Oral Biosci.* 査読有, 53, 2011, 65-71.

〔学会発表〕（計2件）

- ① 宮岡洋三、蘆田一郎、岩森大、玉木有子、川上心也、宮岡里美、咀嚼時舌骨上筋群活動の食品識別能、日本官能評価学会、2010.11.20、東京都
- ② 蘆田一郎、玉木有子、宮岡洋三、健常成人口腔の四基本味刺激による眼瞬反応、日本味と匂学会、2011.10.06、石川県

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

蘆田 一郎 (ASHIDA ICHIRO)

新潟医療福祉大学・講師

研究者番号：10323958

(2)研究分担者

宮岡 洋三 (MIYAOKA YOZO)

新潟医療福祉大学・教授

研究者番号：10134941

岩森 大 (IWAMORI HAJIME)

新潟医療福祉大学・講師

研究者番号：90339961

玉木 有子 (TAMAKI YUKO)

新潟医療福祉大学・助教

研究者番号：00410267

川上 心也 (KAWAKAMI SHIN-YA)

新潟医療福祉大学・助教

研究者番号：60410271

大島 一郎 (OSHIMA ICHIRO)

新潟医療福祉大学・助手

研究者番号：60465466

（平成 20～21 年度）