

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 22 日現在

機関番号：33111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24501001

研究課題名(和文)顔面表情および眼瞬の味応答に関する研究

研究課題名(英文)Effects of the taste stimuli on the facial expressions and the eye blink responses

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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、1) 健常成人の口腔内(舌表面)を高・低濃度の四基本味溶液で味刺激したところ、高濃度の酸味および苦味刺激が有意に多数で、潜時が短く、持続時間の長い眼瞬を誘発した一方、2) 食品の摂食は、使用した市販菓子類においては眼瞬に影響を及ぼさないことを明らかにした。また、それらの研究の過程で、より時間的解像度に優れた刺激-記録系の必要性が示唆されたため、3) 水圧センサを用いた高時間解像度で非拘束的な味溶液刺激システムの開発に成功した。

研究成果の概要(英文)：The present research 1) revealed that the taste stimuli of sour and bitter solutions in high concentrations increased the number of eye blinks, and shortened the latency and prolonged the duration of the first eye blink, but 2) did not find significant differences in the three eye-blink responses between seven test foods used (i.e., commercial confectioneries), and 3) developed a stimulation-recording system for the gusto-eye blink responses that does not require clamping of the head and tongue using a tasimetric sensor.

研究分野：味覚生理

キーワード：食行動 味覚応答 眼瞬 表情 健常成人

1. 研究開始当初の背景

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 (Norgren, 1976 など)。食品を見たり、匂いを感じただけでも顔面表情は変化するし、まして摂食 (口に入れた) 場合には、食品の味、口中からの匂い、舌触りや歯応えをはじめとする食感が味覚、嗅覚、触覚などを動員し、ときに顔面表情に大きな応答が現れる (生活体験として、梅干しやレモンを口にしたときの顔面表情変化は容易に想像がつくであろう)。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 (Steiner, 1979 など)。それは、味覚-表情応答の繊細な変化を客観的かつ定量的に記録・解析することは、近年の顔面画像解析技術 (典型的には、市販デジタルカメラによる「笑顔検出」) をもっても容易ではないためと推察される。

研究代表者もまた、先の課題研究 (基盤研究(C); 20500727「顔面筋の活動パターン解析による食事・食品評価の研究」) において、食事 (各被験者の事前調査をおこない、被験者の好む菓子類や、好まない香草類を提供) ないし味溶液 (四基本味) による視覚的および味覚的刺激に伴う顔面表情の変化を動画解析的および筋電図的手法により分析したが、それらの多くのケースにおいて有意な表情変化は認められなかった。しかしながら、口腔内の味における舌の味刺激後の眼瞬に着目して解析したところ、味刺激の味質や濃度が「眼瞬 (まばたき)」に影響をおよぼしている可能性が示された。眼瞬は、一般には光・音・触覚ないし痛みに対する防衛反応として知られ、味刺激に対する応答としての報告は見られない。

眼瞬の動画を用いた記録に際しては、眼瞬が比較的速い現象 (100 ms 単位) であるところから、時間的解像度の高い刺激-記録系が必要である。例えば、市販のデジタルビデオカメラを導入した場合、その時間分解能は秒間 30 フレーム = 1 フレーム約 33 ms となるため、眼瞬の正確な開始・終了時点を同定できない可能性がある。刺激 (とくに味溶液刺激) 方法に関しては、いくつかの実験装置が開発されているものの (Matsuo ら、1996; Goto ら、2015 など) それらは頭部や顔面の拘束を必要とするなど、自然な眼瞬応答の記録には向かない。それに加え、近年では「完全に閉眼には至らない動作も眼瞬として扱うべき」とも考えられており、眼瞬として判断する基準設定や閉眼動作パタンの解析手法も開発しなければならないと考えられる。この点に関して、研究代表者を含む研究グループは、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、研究をおこなってきた。例えば、咀嚼筋と嚥下関連筋活動の関係 (5. 主な発表論文等、〔雑誌論文〕) や、食品の大きさや形状や味が咀嚼筋活動パターンにおよぼす影響 (同: 〔学会発表〕) などである。その研究過程において、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」を開発しており、前述の「眼瞬動作パターン」の解析に際しても有用と考えられる。

2. 研究の目的

- (1) 本課題では、まず、先の課題研究において示唆された基本味の水溶液による眼瞬応答について、定量的に解析することを第一の目的とした。
- (2) 次に、(1)の結果を受け、第二の目的として、実際の食品 (菓子類) を摂食した際の眼瞬応答を同様に解析した。
- (3) (1)と(2)を実施した後、いずれにおいても「味刺激の刺激時点」が要求される時間解像度 (低くとも数 10 ms 単位) に達していないと示唆されたため、第三の目的として、高時間解像度の味溶液刺激装置の開発を試みた。

3. 研究の方法

- (1) 味溶液刺激による眼瞬応答: 被験者 (健康な男女学生 8 名) の四基本味 (甘味、塩味、酸味、苦味) 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、顔面の正面より市販のデジタルビデオカメラ (秒速 30 フレーム) による記録を始め、無針シリンジにシリコンチューブを装着した味溶液刺激器具を介して口腔内 (主として舌表面を想定) を味刺激した。その際、シリンジの底部 (押下部) にポリエチレンフィルム (フィルムの変形加速度を検知するセンサ) を貼付して信号を記録し、味刺激時点とした。記録・解析した眼瞬応答は「刺激後 5 秒内の眼瞬数 (完全に閉眼したもの)」「第 1 眼瞬の潜時」「第 1 眼瞬の持続時間」であった。
- (2) 食品による眼瞬応答: 被験者 (健康な男女学生 7 名) に被験食品 (3 種のグミ菓子、マシュマロ、2 種のセンベイ、カステラ) を摂食させ、その様子を顔面の正面より市販のデジタルビデオカメラ (上半身) と高速 (秒速 60 フレーム) 赤外線デジタルカメラ (右眼) にて撮影した。市販カメラの映像による摂食時点を味刺激の時点と仮定した一方、高速カメラの映像を専用に開発した眼瞬測定装置により解析した。解析項目は(1)に準じた。
- (3) 味溶液刺激時点の刺激時点に関する時間的解像度を向上するため、刺激液を送るシリコンチューブを分岐させ、一方を被験者の口腔内を想定した水滴センサ (センサに味溶液がかかると信号を生成する) に、他方は水圧センサに接続して水圧センサの応答と水滴センサの時差およびそのバラツキを統計検

定した。

4. 研究成果

(1) 眼瞬の回数や時間について計量したところ(5. 主な発表論文等、〔雑誌論文〕) 味刺激後5秒間の眼瞬回数(図1A): 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($P_s < 0.01$) 味刺激から第1眼瞬開始までの潜時(図1B): 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($P_s < 0.05$) 第1眼瞬の閉眼時間(図1C): 高濃度の酸味および苦味刺激は、DWに比べて約190%延長した。

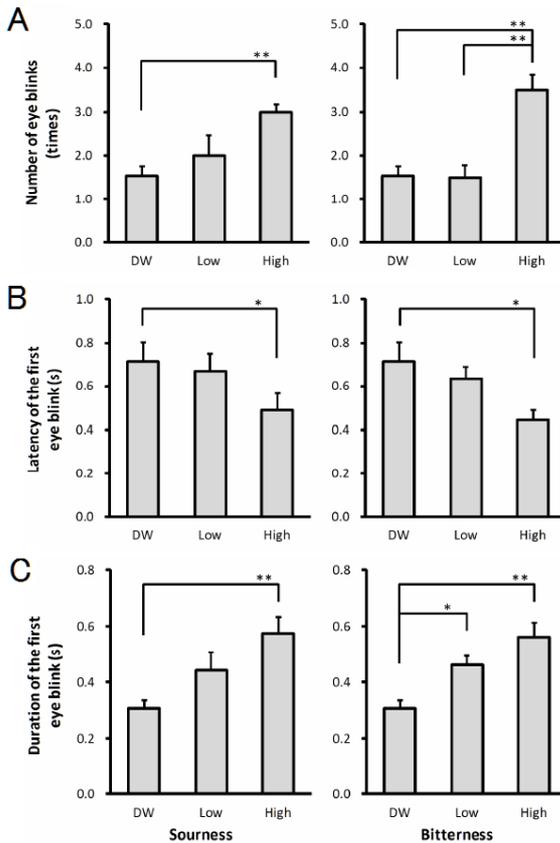


図1. 味溶液による眼瞬応答(抜粋: 酸味と苦味)

(2) 眼瞬の回数や時間について計量したところ(5. 主な発表論文等、〔学会発表〕) 眼瞬回数に差のある傾向が3種類のグミ菓子間に見られたが(図2AのGC_a, GC_g, GC_o) 有意差には至らなかった。市販菓子という比較的弱い味覚強度では刺激の絶対的強度ならびに刺激間の強度差が小さく、眼瞬数への影響が小さかったと考えられる。また、第1眼瞬の潜時(図2C)は他の2項目に比べて刺激菓子内のバラツキが大きいように見えるが、これは刺激時点の不鮮明が影響したと考えられる。今後は、刺激・記録装置の時間精度を改善するとともに、より強い刺激となる味や、より複雑な(例えば、ミラクルフルーツのように味覚変容された)味についての研究にも興味を持たれる(5. 主な発表論文等、〔雑誌論文〕)。

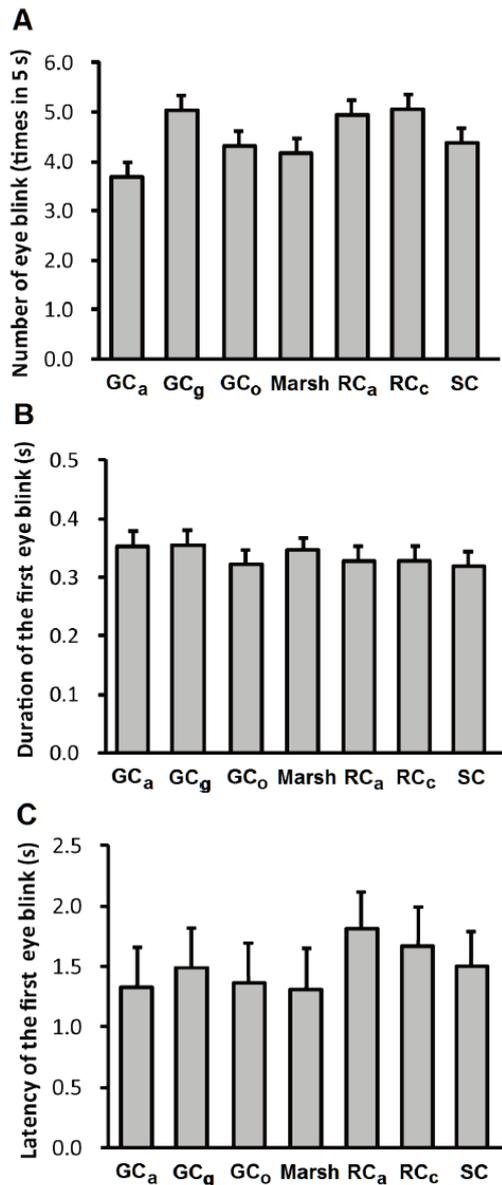


図2. 菓子類の摂食による眼瞬応答

(3) 新たに開発した味溶液刺激装置の概略図を図3に示す。シリンジ(a)から抽送された味溶液は分岐(b)で二方向に別れ、一方は主路を流れて口腔内に見立てた水滴センサ(d)に届き、他方は水圧センサ(c)に検知される。図4は、水圧センサの信号(赤色)と水滴センサの水検知信号(青色、ヒト対象の実験では口腔内・舌上の味刺激時点に相当)のサンプルであり、両信号の応答開始時点a、bの差(delay)をプロットしたものが図5である。図5に示された通り、水圧が低い(low、シリンジの押下が弱い・遅い)場合でも高い(high)場合でも、両センサによる出力信号の差は最大でも40ms程度にとどまり、水圧センサの信号は味刺激時点の高精度の示標となり得ると分かった。眼瞬の解析を動画にておこなう場合には本装置で十分な精度に達したと言えるが、今後必要になるとと思われる電気生理学的実験(例えば、ヒトの眼瞬を司

る眼輪筋の筋電図応答や、実験動物を用いた味刺激-眼瞬応答反射の神経応答など)においてはまだ不十分である可能性がある。そこで、シリンジの手動による押下ではなく、電磁弁を用いた味溶液の自動供給装置を導入することにより、更に高精度な刺激時点の推定が可能になると考えられる。

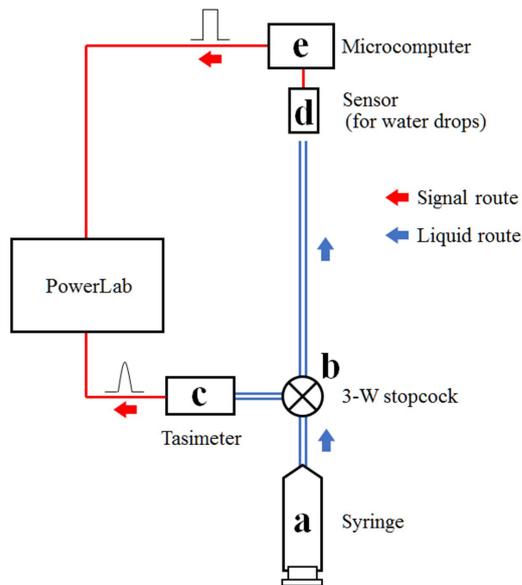


図 3. 開発した味溶液刺激装置

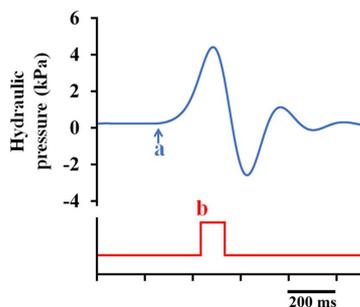


図 4. 刺激装置における水圧および水滴センサの出力 (例)

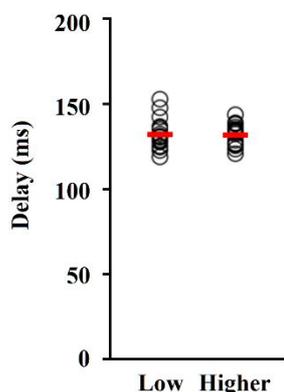


図 5. 両センサの応答の時差

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7件)

Miyaoka Y, Ashida I, Tamaki Y, Kawakami S, Iwamori H, Yamazaki T and Ito N. Quantitative analysis of relationships between masseter activity during chewing and textural properties of foods. *Food Nutrition Sci*, 査読有, 4, 2013, 144-9, doi: 10.4236/fns.2013.42020

Igarashi G, Higuchi R, Yamazaki T, Ito N, Ashida I, and Miyaoka Y. Differential sweetness of commercial sour liquids elicited by miracle fruit in healthy young adults. *Food Sci Technol Int*, 査読有, 19, 243-9, doi: 10.1177/1082013212443060.

Miyaoka Y, Ashida I, Tamaki Y, Kawakami S, Iwamori H, Yamazaki T and Ito N. Masseter activity patterns using T_P values during chewing of foods with different shapes and textural properties. *J Texture Stud*, 査読有, 44, 2013, 196-204, doi: 10.1111/jtxs.12012

Ashida I, Tamaki Y and Miyaoka Y. Eye blink responses to the four basic taste stimuli in healthy young humans. *J Behav Brain Sci*, 査読有, 4, 2013, 379-84, doi:10.4236/jbbs.2013.34038

Miyaoka Y, Ashida I, Tamaki Y, Kawakami S, Iwamori H, Yamazaki T and Ito N. Analysis of masseter activity patterns using tp values during chewing of foods with different shapes and textural properties. *J Texture Sci*, 査読有, 44, 2013, 196-204, doi: 10.1111/jtxs.12012

Miyaoka Y, Ashida I, Tamaki Y, Kawakami S, Iwamori H, Yamazaki T and Ito N. Sequential analysis of masseter activity patterns during chewing in healthy males. *J Medical Engineer Technol*, 査読有, 37, 2013, 91-95, doi:10.3109/03091902.2012.747007

Endo C, Hirata A, Takami A, Ashida I and Miyaoka Y. Effect of miraculin on sweet and sour tastes evoked by mixed acid solutions. *Food and Nutrition Sci*, 査読有, 6, 2016, 757-64, doi:10.4236/fns.2015.69078

[学会発表](計3件)

宮岡洋三、蘆田一郎、山崎貴子、伊藤直子、玉木有子、川上心也、岩森大、味覚信号に基づく咬筋活動パタンの分類、日本味と匂学会、2012.10.03、大阪府

蘆田一郎、玉木有子、宮岡洋三、市販菓子の喫食による味覚 - 眼瞬応答、日本味と匂学会、2013.09.05、仙台市

Ashida I, Miyaoka Y. Development of a stimulation-recording system for the gusto-eye blink responses in humans. 日本味と匂学会, 2015.09.24, 岐阜市

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・健康科学部・講師
研究者番号：10323958