

令和 4 年 6 月 6 日現在

機関番号：27102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K11354

研究課題名(和文) 快情動「美味しい」に關与する高次脳機能の解析

研究課題名(英文) Activities of the prefrontal cortex related to pleasant emotion by food

研究代表者

吉野 賢一 (YOSHINO, KENICHI)

九州歯科大学・歯学部・教授

研究者番号：90201029

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：「美味しい」は生命や健康の維持、あるいはQOL向上に重要である。しかしながら、この情動は摂食者の主観的かつ定性的であり、さらにその者の生理的状态が大きな影響を与えるため不明な点が多い。そこで本研究では、近赤外脳機能計測と視線動向計測を用いて「美味しい」に關連する前頭前野の活動と眼球運動を客観的かつ定量的な評価を試みた。その結果、「美味しくない」による前頭前野の活発化、「美味しそう」による注視時間の延長、「美味しい」による縮瞳を見出した。食事に関連する情動を客観的かつ定量的に評価した本研究結果は、新たな摂食嚥下リハビリテーション(リハ)評価・手法へとつながるものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

医療・介護の現場では、生命維持や生活支援を目的とした様々な摂食嚥下リハ訓練が行なわれているが、それらの効果は主観的および定性的に評価されることが多い。しかし、各々の患者に適した訓練の質的・量的負荷や時間・頻度などを選択し、効果的かつ効率的な摂食嚥下リハ訓練を実施するためには、科学的根拠に基づいた客観的かつ定量的な評価が不可欠と考えられる。本研究は、fNIRSとアイトラッキングという非侵襲的手法を用いることにより情動を客観的かつ定量的に評価できる可能性を示唆した。このことは高齢者、認知症患者や摂食嚥下障害者の健康寿命の延伸およびQOL向上に寄与する新たな摂食嚥下リハの評価・手法へとつながる。

研究成果の概要(英文)：The emotions "Delicious" promotes not only the intake of necessary nutrition but also brings satisfaction and happiness. When considering our life and QOL, it is important. However, since this emotion is based on subjective and qualitative evaluation of the people, and the physiological condition of them has a great influence, there are few studies on "delicious". Therefore, we use the fNIRS and the eye movement measurement to objectively and quantitatively investigate prefrontal cortex activity and eye movements related to "deliciousness". As a result, 1) the unpleasant emotion activates the brain activity in the prefrontal cortex, 2) the emotion of "looks delicious and wants to eat" tends to lengthen the time to watch the subject, 3) the pupil diameter tends to become smaller due to "delicious". Based on these results, objectively and quantitatively measuring the changes in brain activity and eye movement during emotions can be the basis for new methods of oral rehabilitation.

研究分野：神経生理学

キーワード：情動 近赤外脳機能計測(fNIRS) アイトラッキング 前頭前野

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

1) 日本は 2010 年に超高齢社会へと突入し、今後も高齢者率は高くなると予測されている。それに伴い肺炎による死亡者数が年々増加しており、その多くは誤嚥が原因とされている。誤嚥のリスクを減らす対策として、とろみ調整食品（以下、とろみ剤）の使用がある。とろみ剤を添加することで液体の流動性が低下し、液体が気管に流れ込みにくくなるため、嚥下障害を有する患者の誤嚥を軽減または防止できる。そのため、とろみ剤は医療機関や介護施設において広く用いられている。とろみ剤の添加は、粘性に加え硬さや食感など食品の性状を変化させるため、口腔粘膜で受容される触覚や圧覚などの感覚情報に影響を及ぼす。したがって、とろみ剤により性状を変化させた食品を摂取することで脳に何らかの変化を及ぼすことが推測される。しかし、とろみ剤が食品の物性や誤嚥に及ぼす影響についての報告はあるが、脳活動との関連については不明な点が多い。

2) 人は、料理や食べ物に対して、「食べたいと思う／好きな」料理や「食べたいと思わない／嫌いな」料理といった嗜好感覚を持つ。このような嗜好感覚に影響する要素は、その人の性格、生活習慣、その時々における気分や体調、あるいは周りの環境といった様々な要因と、視覚・聴覚・味覚・嗅覚・触覚といった感覚器から得られる感覚情報によって現れ、中でも視覚から得られる情報量は多く、全体の約8割を占めるとも言われている。視覚の中でも特に視線については、選択肢がある中では、好ましいものに長く視線が注がれるという研究や、視線運動から潜在的興味を推定する研究など、視線計測技術を用いた研究が報告されているが、料理や食べ物に関する視覚的要素と嗜好感覚との関連についての研究は少ない。一方、嗜好感覚と脳活動との関連に関しても、前頭前野における脳活動は嫌いな食べ物を摂取すると増加し、好きな食べ物を摂取すると減少することが報告されているが、まだまだ不明な点が数多く残されている。

### 2. 研究の目的

1) 飲料にとろみ剤を添加することで被験者の嗜好性の主観的評価を変化させた時、被験者の脳活動にどのような変化が現れるのかについて検討し、嗜好性(快／不快情動)と脳活動との関連について客観的・定量的に評価する。

2) 料理の背景色を変えることで被験者の嗜好性の主観的評価を変化させた時、被験者の視線動向にどのような変化が現れるのかについて検討し、嗜好性(快／不快情動)と視線滞留時間との関連について客観的・定量的に評価する。

3) 味を変えることで被験者の嗜好性の主観的評価を変化させた時、被験者の脳活動と視線動向を同時計測し、それぞれの計測値と被験者の嗜好の主観的評価との関連について客観的・定量的に評価する。

### 3. 研究の方法

1) 被験者にとろみ剤を用いて粘性を変化させた 3 種類の緑茶を味わう課題を行わせた。とろみ剤を添加しない緑茶(とろみ無)に加え、日本摂食嚥下リハビリテーション学会の嚥下調整食分類 2013(とろみ)の規定に準じてとろみ剤を 1.5mg/100ml(とろみ中)および 3.0mg/100ml(とろみ強)添加したものを用意した。課題シーケンスは、「飲水・飲料摂取・挙手」を 1 試行とし、試行前に 10 秒のレストを設けた。被験者の口腔内にスプーン 1 杯の水を滴下し、10 秒のレスト後にスプーン 1 杯の緑茶を滴下した。被験者が緑茶の味や粘性を認識した時点で挙手をさせた。試行は 7 回行い、各試行の飲料摂取では粘性

の異なる3種類の緑茶(とろみ無、中、強)を1種類ずつ摂取させた(以下、緑茶課題)。緑茶課題が終了した被験者に、りんごジュースを用いた課題(以下、ジュース課題)を緑茶課題と同様の手順を行った。摂取した飲料の粘性および嗜好性の主観的評価には Visual Analog Scale (VAS)を用いた。100mmの直線の左端を0、右端を100とし、粘性については0を「さらさら」、100を「どろどろ」とした。嗜好性については0を「まずい」、100を「おいしい」とし、各試行後、直線上に印をつけさせることにより粘性および嗜好性の主観的評価を行った。脳活動の測定はfNIRSを用いた。国際10-20法に準じて前頭極正中部とセンサーバンドの下段中央部が一致するように被験者の前頭部に装着し、課題遂行中の前頭前野領域(左右46野、10野、11野)(図1)の活動を測定した。粘性および嗜好性の主観的評価とそれぞれの飲料を飲んでいる時の脳活動とを比較した。

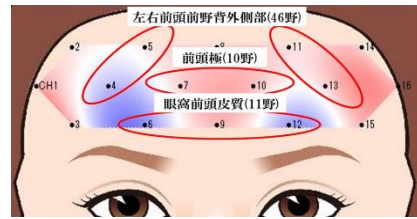


図1:各脳領域に相当する測定領域

2)被験者に眼球検出ユニット・眼球撮影カメラを装着したゴーグルを装着してもらい、パソコン画面上に映し出される質問スライド①～⑥に対して口頭で答えてもらった。質問スライド①は、鶏の唐揚げ、ホワイトシチュー、ミートソースパスタ、野菜炒めを主菜として、鶏の唐揚げと野菜炒めにはご飯、味噌汁、ほうれん草のお浸しを、ホワイトシチューにはパン、野菜サラダ、フルーツミックスを、ミートソースパスタには、野菜サラダ、コンソメスープをそれぞれ付け合わせた4つの写真を掲載し、この中から、「食べたいと思う」料理と「食べたいと思わない」料理の2つを答えてもらった。続いて、質問スライド②～⑤には、それぞれ鶏の唐揚げ、ホワイトシチュー、ミートソースパスタ、野菜炒めを、3種類の異なる背景色で撮影した写真を写し、その中から、「食べたいと思う」料理と「食べたいと思わない」料理の2つを答えてもらった。最後の質問スライド⑥には、被験者が質問スライド①で答えた「食べたいと思う」料理に、質問スライド②～⑤のいずれかで「食べたいと思わない」料理の背景色を組み合わせた写真と、質問スライド①で答えた「食べたいと思わない」料理に、質問スライド②～⑤のいずれかで「食べたいと思う」料理の背景色を組み合わせた写真を提示し、この2つの中から「食べたいと思う」料理を選んでもらった。被験者の嗜好意識への背景色の影響と、「食べたいと思う」料理への注視時間との関係について検討した。

3)試験飲料として、薄い(原液17mL+水83mL)、普通(原液20mL+水80mL)、濃い(原液23mL+水77mL)の3種類のカルピスを用意した。3種類のカルピス100mLを無地の紙コップに入れ、アルミホイルで上面を被った後、透明のストローをさした状態で被験者に提供した。被験者は、前頭前野領域の脳活動をfNIRSにより測定すると同時に、眼球検出ユニット・眼球撮影カメラを装着したゴーグルを装着し、視線動向と瞳孔径も測定した。被験者は机に置かれた3種類の試験飲料をそれぞれ自由に飲み比べてもらい、試行終了後に一番美味しいと感じた主観的判断を回答してもらった。試験飲料を飲み直すことを許可した。3種類の試験飲料を飲んでいる時の脳活動と瞳孔径、各試験飲料への視線注視時間を、一番美味しいと感じた主観的判断と比較した。

#### 4. 研究成果

1)緑茶およびジュース課題で用いた飲料(とろみ無、とろみ中、とろみ強)に対する被験者の粘性および嗜好性の主観的評価を図2に示す。粘性の主観的評価は、緑茶課題とジュース課題ともに、とろみ無、中、強の順に有意に高くなった。嗜好性の主観的評価は、緑茶課題ではとろみ無、中、強の順に有意に低く、ジュース課題では3群間に有意な差を認めなかったが、

傾向としては緑茶課題と同じく、とろみ無、中、強の順に低かった。

課題遂行中の左右 46 野、10 野、11 野におけるとろみ中およびとろみ強の酸素化ヘモグロビンの変化量(脳活動量)を比較・検討した。緑茶課題の 11 野においてとろみ中よりとろみ強で脳活動量が有意に増加した(図 3)。その他の領野ではとろみ中およびとろみ強の脳活動量に有意な差を認めなかったが、傾向としては 11 野と同じであった。一方ジュース課題では、すべての領野においてとろみ中およびとろみ強の脳活動量に有意な差は認められなかった(結果は示さない)。この結果は、前頭前野における脳活動量は苦味および嫌いな食品を摂取すると増加し、甘味および好きな食品を摂取すると減少するという過去の報告と一致した。味覚の生理学的意義として、酸味や苦味などは腐敗や毒を意味する危険信号として認識され、生命や健康の維持のためには危険信号の情報を詳細に処理する必要があり、嗜好性が低い場合は前頭前野が賦活する可能性がある。本研究において被験者の嗜好性の低下が不快情動となり、前頭前野、とくに 11 野の脳活動に反映される可能性が示唆された。

2) 背景色が料理に対する嗜好感覚に影響を与えないと仮定した場合、質問スライド①で選んだ料理と、質問スライド⑥で選んだ料理は、被験者 19 名全員が、同じ料理を選択すると考えられる。しかし、質問スライド①で選んだ料理と質問スライド⑥で選んだ料理が同じ被験者は 7 名であり、残りの 12 名は異なった料理を選んだ(表 1)。すなわち「食べたいと思わない」料理を異なる背景色で示したことにより、「食べたい」と感じるようになった。この結果より、背景色が嗜好感覚に大きく影響することが示された。

質問スライド⑥の答えに関して、被験者の嗜好感覚に対する視線滞留時間について調べた結果、「食べたいと思う」料理を見る時間が「食べたいと思わない」料理を見る時間に比べ、長くなる傾向が認められた(図 4)。過去の研究では、選択肢がある中でより好ましいものにより長く視線が置かれるという報告があり、これと一致する傾向が認められた。したがって、視線滞留時間の計測は摂食嚥下障害患者に対

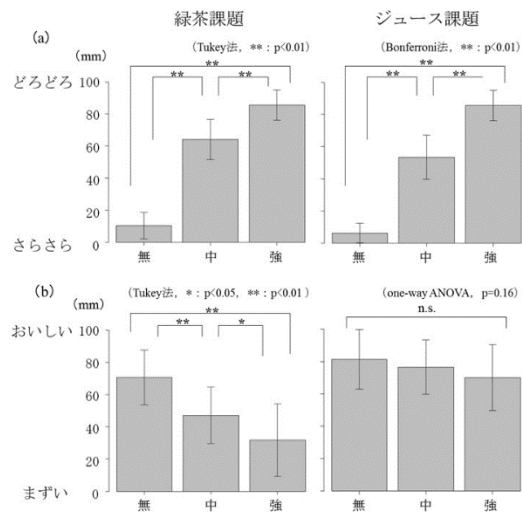


図 2: 飲料の粘性 (a) および嗜好性 (b) の主観的評価

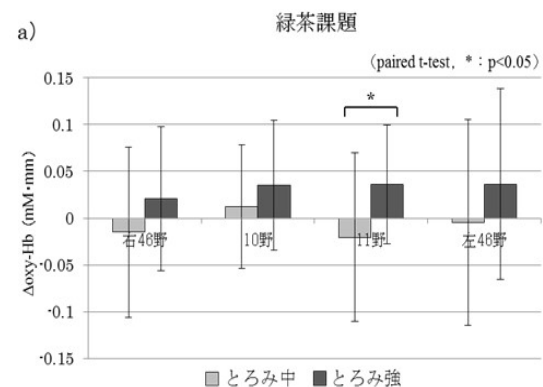


図 3: 粘性の強さによる脳活動量の変化(緑)

表 1: 嗜好性への背景色の影響

	質問スライド①で選んだ料理と質問スライド⑥で選んだ料理	
	同じ(名)	異なる(名)
仮定	19	0
結果	7	12

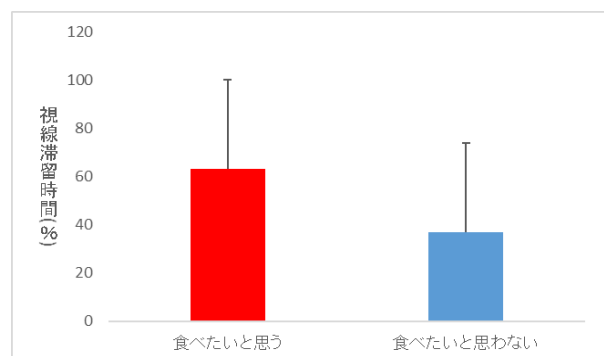


図 4: 嗜好と視線滞留時間との関連

するリハビリテーションを考える上で極めて有効な評価法であると考え。すなわち、意思疎通の困難な障害者や認知症高齢者に対して、視線滞留時間を計測することで「美味しい・好きな」食事を提供することができる可能性があり、QOLの向上に貢献できると考える。

3) 3種類の試験飲料を飲んでいる時の脳活動量について調べた。表2中の赤字は、被験者が一番美味しいと答えた試験飲料を示している。一番美味しいと答えた試験飲料を飲んだ時、脳活動量が最小となる被験者は3名(被験者A、C、E)、それ以外の被験者2名(被験者B、D)では最大となった。次に、3種類の試験飲料を飲んでいる時の総視線滞留時間について調べた。表3中の赤字は、被験者が一番美味しいと答えた試験飲料を示している。一番美味しいと答えた試験飲料に対する視線滞留時間が最も長い被験者が3名(被験者A、B、D)となった。さらに、3種類の試験飲料を飲んだときの瞳孔径について調べた。表4中の赤字は、被験者が一番美味しいと答えた試験飲料を示している。一番美味しいと答えた試験飲料を飲んだ時、瞳孔径が最小となった被験者が3名(被験者A、B、C)となった。以上の結果より、①「美味しい」という快情動により、脳活動が減少する場合と増加する場合の2つのパターンに分類されるかもしれない、②「美味しい」という快情動の発生源に対して、視線滞留時間が長くなる、③「美味しい」という快情動により体がリラックスして副交感神経優位な状態となり、瞳孔径が縮小した、と考えられた。本実験における被験者の数が5名であったことから、今後より多くの被験者に対して調査し、さらに評価する必要があるが、食事・飲料を摂取した時、摂取者の視線滞留時間や瞳孔径を計測することで「美味しい・好きな」食事・飲料を提供することができる可能性があり、QOLの向上に貢献できると考える。

表2: 3種類のカルピスを飲んだ時の脳活動量

	被験者	カルピス		
		薄い	普通	濃い
眼窩前頭皮質(11野)における酸素化ヘモグロビン変化量 (mM・mm)	A	0.222	-0.043	-0.046
	B	0.003	-0.009	-0.026
	C	0.067	0.069	-0.148
	D	-0.052	0.034	-0.038
	E	0.043	-0.043	-0.068

表3: 3種類のカルピスを飲んだ時の総視線滞留時間

	被験者	カルピス		
		薄い	普通	濃い
総視線滞留時間 (msec)	A	1	1	5
	B	17	15	14
	C	5	10	1
	D	3	35	3
	E	6	1	5

表4: 3種類のカルピスを飲んだ時の瞳孔径

	被験者	カルピス		
		薄い	普通	濃い
瞳孔の直径 (dot)	A	40.89	49.25	7.78
	B	42.33	44.63	42.96
	C	42.22	32.25	24.19
	D	45.93	47.62	46.54
	E	52.74	40.44	41.85

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------