

令和 3 年 5 月 28 日現在

機関番号：82401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K03174

研究課題名(和文)食物のすばやい検出における扁桃体の役割

研究課題名(英文)The role of the amygdala in rapid food detection

研究代表者

佐藤 弥 (Sato, Wataru)

国立研究開発法人理化学研究所・科技ハブ産連本部・チームリーダー

研究者番号：50422902

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)：食物をすばやく処理する能力が、片側扁桃体損傷患者を対象として、視覚探索パラダイムで調べられた。複数の非食物刺激(車)の中に食物あるいはキッチンツールをターゲットとして呈示し、ターゲット検出の反応時間を計測した。刺激が損傷半球と健常半球のどちらに入力されるかで明確な違いは示さなかった。この問題をさらに、閾下感情プライミングパラダイムを用いた実験で調べた。食物あるいはモザイクをプライム刺激として閾下呈示し、後続の中性刺激の好き評定への影響を計測した。好き評定の食物とモザイクの差分データについて調べると、刺激が損傷半球に入力された場合健常半球に入力された場合より食物の影響が小さいことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は独創性・新奇性が高いことに学術的意義がある。基礎となる食物知覚の心理実験は、申請者らが独自に開発し世界で初めて報告したものである。これを扁桃体損傷患者に世界で初めて応用することで、新奇な知見を報告できる。本研究は、食物の処理というヒト生活の基礎となる過程を調べるため、応用的意義も高い。非健康的な食生活による肥満や生活習慣病は、世界的な大問題となっている。食物知覚の神経メカニズムを明らかにすることで、こうした問題について、理解を深め介入に貢献する知見を提供することができる。

研究成果の概要(英文)：The ability to rapidly process food was detected using a visual search paradigm with the group of patients with unilateral amygdala lesion. Photographs of fast food, Japanese food, or kitchen tools were presented alongside images of non-food distractors (cars). The reaction time results did not show clear-cut differences between the stimulation of the intact hemisphere and lesioned hemisphere. This issue was further investigated using a subliminal affective priming paradigm. Photographs of food or corresponding mosaic images were presented in the peripheral visual field subliminally. Target neutral stimuli were then presented, and participants rated their preferences for the targets. Preference differences between food and mosaics were lower when the images stimulated the intact hemisphere than the lesioned hemisphere.

研究分野：実験心理学

キーワード：食物 感情 扁桃体

1. 研究開始当初の背景

食物はすばやく検出される

食物はヒトの生活に重要である。食物を優先的に処理する心のはたらきは、進化の過程で適応的であったであろう。しかし現代社会では、肥満や生活習慣病の原因ともなる。

申請者らは心理学研究により、食物が非食物に比べてすばやく優先的に知覚されることを実証した(Sawada et al., 2017)。この研究では、視覚探索パラダイムを用い、複数の非食物刺激(車)の中に食物(ハンバーガー等)あるいは非食物(キッチンツール等)の刺激をターゲットとして呈示し、ターゲット検出の反応時間を計測した(図1左)。その結果、食物の検出では非食物に比べて、反応時間が短いことが示された(図1右)。さらに、高脂肪食品ほど反応時間が短いことが示され、こうした知見は、食物がその適応価値に応じてすばやく効率的に知覚されることを示唆する。

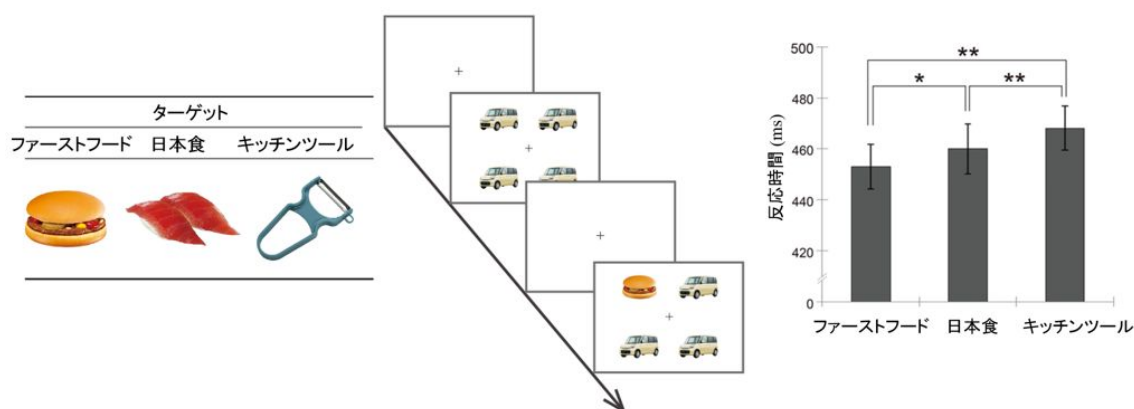


図1. 申請者らの研究(Sawada et al., 2017)の視覚探索パラダイムの説明(左)と結果(右)。

扁桃体はすばやく食物を処理する

食物をすばやく処理する神経基盤として、扁桃体が注目される。例えば、申請者らのヒト深部脳波計測研究から、扁桃体が生物学的価値の高い刺激の検出・反応に関与することが示されている(Sato et al., 2011)。

申請者らは、ヒトの扁桃体が食物に対してすばやく活動することを、機能的磁気共鳴画像を計測して証明した(Sato et al. 2019)。この研究では、視覚刺激が閾下呈示され場合にも、食物に対して非食物の場合より、扁桃体が強く活動することが示された。また皮質下経路の視覚野の関与が示された。こうした結果は、扁桃体がすばやく意識的知覚前の段階で扁桃体が食物を処理することを示す。

食物検出における扁桃体の役割は不明である

食物のすばやい検出が、どのような神経メカニズムにより実現されるか、不明であった。先行研究の知見は、扁桃体のすばやい活動が、食物の検出に関与することを示唆する。しかし、扁桃体が食物知覚に関与するという証拠はなかった。

2. 研究の目的

本研究は、食物のすばやい検出における扁桃体の役割を明らかにすることを目的とした。先行研究に基づき申請者は、この過程に扁桃体は不可欠であり、扁桃体が新皮質における200~300msの陰性変動に促進的影響を与えることで、優先的な食物知覚が実現されると仮説を立てた(図

2). 片側扁桃体損傷患者を対象として視覚探索パラダイムでの心理実験を実施し, 続いて脳波を計測する計画を立てた.

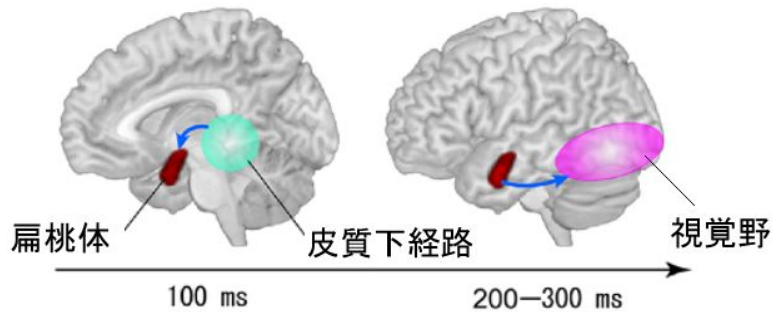


図 2. 食物知覚における扁桃体の関与の仮説. 申請者らの理論モデル(Sato et al., 2013: Communicative and Integrative Biology, 6, e24562)を改変.

3. 研究の方法

仮説を検証するため本研究ではまず, 片側扁桃体損傷患者を対象として, 食物知覚課題を調べる神経心理学研究を実施した(図 3). 課題は申請者らの先行研究(図 1)と同様の視覚探索パラダイムを用いた. 最終的に解析した臨床群の参加者(視野欠損や反応不備を除く)は片側扁桃体損傷患者群 10 名であった. 健常統制群については, 予備実験を含めて 37 名のデータを収集した.



図 3. 患者の構造画像例.

しかし, 視覚探索パラダイムの結果は, 明確ではなかった. この結果の一つの解釈として, 用いた視覚探索パラダイムでは被験者反応まで画面を呈示するため, 呈示時間が片側半球に刺激入力する最適な時間(200ms)よりも長く, 切除半球と健常半球の間の違いが明確に示されないことが考えられた.

そこで, 視覚探索課題の研究を遂行後にその課題を遂行中の脳波を計測するという当初の計画を修正し, すばやい食物処理における切除半球と健常半球の間の違いをより明確に示すと考えられる, 閾下感情プライミングパラダイムを用いた実験を実施した(図 4). 最終的に解析した臨床群の参加者(視野欠損や反応不備を除く)は片側扁桃体損傷患者群 6 名であった. 健常統制群については, 予備実験を含めて 29 名のデータを収集した.

さらに, COVID19 のために病院での臨床群の計測が困難となったことから, 計画を修正して, 最適な食物画像を作成する基礎研究を実施した. また健常群(34 名)を対象として, 食物画像を観察中の生理データを計測した.

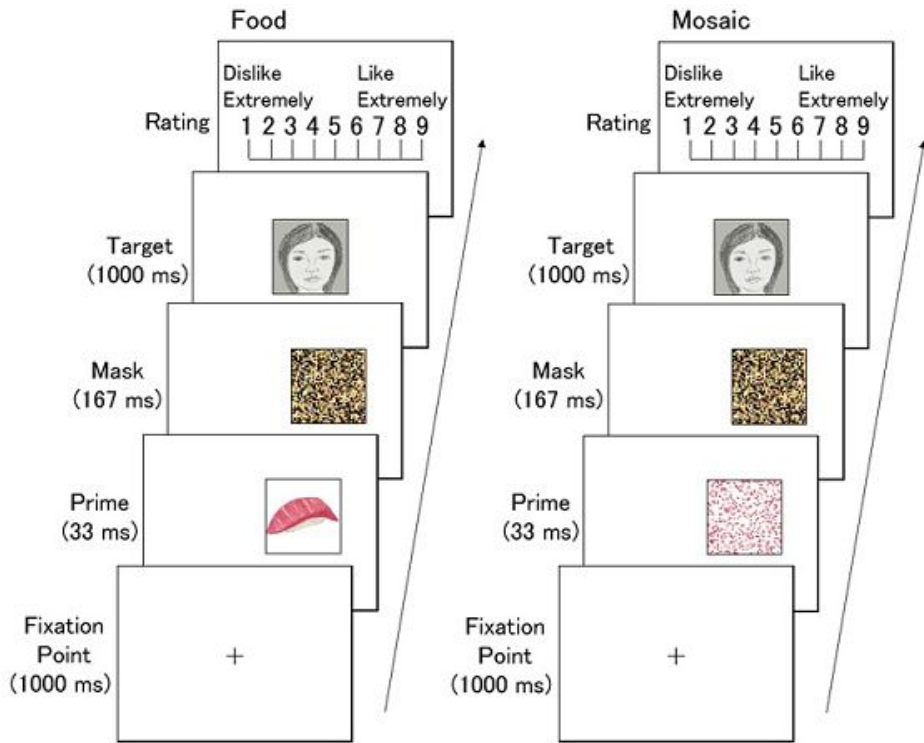


図 4 . 閾下感情プライミングパラダイムの説明 .

4 . 研究成果

視覚探索

片側扁桃体損傷患者を対象として食物およびキッチンツールを検出する視覚探索パラダイムの結果, 反応時間の食物とキッチンツールの差分データについて, 刺激入力半球 (呈示視野と対側) による有意差は示されなかった (図 5). 正答率の差も有意ではなかったが, 視察では損傷半球刺激の場合の正答率が低いことが示唆された . 反応時間で明確な結果が示される健常群の先行研究と異なるパターンであり, 手続きの改善が必要である可能性が推察される .

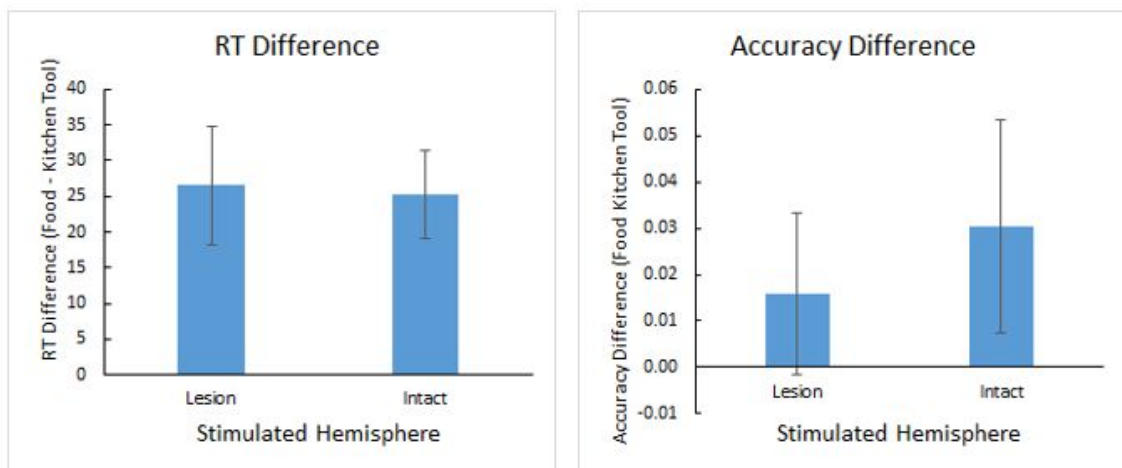


図 5. 片側扁桃体損傷患者を対象とした視覚探索パラダイムにおける , 損傷・健常半球刺激での , 反応時間 (左) と正答率 (右) での食物とキッチンツールの検出の差分の平均 (± 標準偏差) .

閾下感情プライミング

片側扁桃体損傷患者を対象として食物およびモザイクを片側視野に閾下呈示する閾下感情プライミングの結果, サンプルサイズの不足のため有意差には至らないが, 好き評定の食物とモザイクの差分データについて刺激入力半球による違いがあることが視察により示唆された (図 6).

今後、データを追加し明確な結果を得ることが期待される。

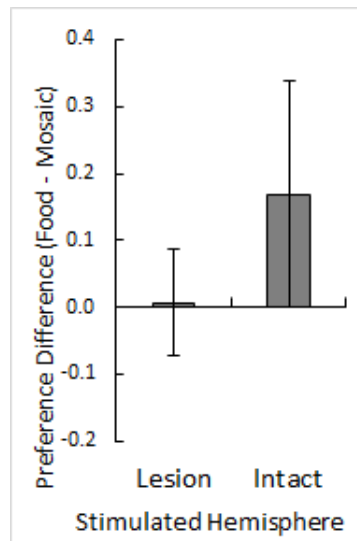


図 6. 片側扁桃体損傷患者を対象とした閾下感情プライミングパラダイムにおける、損傷・健常半球刺激での、好き評定での食物とモザイクの差分の平均 (± 標準偏差)。

健常群のデータ

視覚探索パラダイムおよび閾下感情プライミングについて、予備実験として健常群のデータを多数収集したので、こちらは独立に解析して論文報告した。食物視覚探索課題(Sato et al., 2020: Sci Rep)については、以前に収集したポーランド人の反応時間データと比較することで、文化の影響を調べた。どちらの文化の被験者も、食物の画像をキッチンツールの画像より早く検出した。日本の被験者はファーストフードを日本食よりも早く検出したが、ポーランドの被験者はそうした食物のタイプによる差を示さなかった。こうした結果から、食物のすばやい検出は普遍的であるが、文化的経験により調整されることが示唆される。

閾下感情プライミングについて(Sato et al., 2020: Front Psychol)は、併せて質問紙で収集したダイエット行動との対応を調べ、無意識の感情反応がダイエットにもたらす影響を調べた。食物とモザイク条件でのターゲット好き評定の差分は、ダイエット成功度と負の関係を示した。こうした結果から、ダイエットの失敗が食物への無意識感情反応の強さと結びついていることが示唆される。

また患者における生理計測のための予備実験として、食物画像を視聴中の生理的反応を測定する実験を健常統制群 34 名を対象として実施した(Sato et al., 2021: Nutrients)。食物画像を見たときの主観経験(好き・食べたい・感情価・活性度)と生理信号(皺眉筋筋電図・大頬骨筋筋電図・咬筋筋電図・舌骨上筋筋電図・皮膚電位反応・心拍数)を計測した。その結果、大頬骨筋筋電図は、好き・食べたい・感情価の評定と正の相関を示した。食物画像に対する表情筋活動が、食物の主観感情経験を反映することが示唆される。

また今後の研究のため、食物刺激を作成し発表した(Sato et al., 2020: PeerJ)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Sato Wataru, Minemoto Kazusa, Sawada Reiko, Miyazaki Yoshiko, Fushiki Tohru	4. 巻 8
2. 論文標題 Image database of Japanese food samples with nutrition information	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e9206 ~ e9206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7717/peerj.9206	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Sato Wataru	4. 巻 11
2. 論文標題 Association Between Dieting Failure and Unconscious Hedonic Responses to Food	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	6. 最初と最後の頁 2089 ~ 2089
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpsyg.2020.02089	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Sato Wataru, Yoshikawa Sakiko, Fushiki Tohru	4. 巻 13
2. 論文標題 Facial EMG Activity Is Associated with Hedonic Experiences but Not Nutritional Values While Viewing Food Images	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 11 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu13010011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Sato, W., Rymarczyk, K., Minemoto, K., Wojciechowski, J., & Hyniewska, S.	4. 巻 11
2. 論文標題 Cultural moderation of unconscious hedonic responses to food	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 2832
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu11112832	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔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
---------	---------