

【研究論文】

過食行動のメカニズム理解における 食物手がかり反応性の学習モデルの役割

田 中 久美子

要 旨

おいしくて高カロリーの食物が豊富にある現在の肥満誘発環境が、過剰消費と体重増加の主な原因であると考えられている。しかし、この環境で誰もが過食し、肥満になるわけではなく、肥満者には過食や体重増加に寄与する根本的特徴が存在することが示唆されている。過食行動の根底にある食物手がかり反応性の学習モデルの詳細な知識は、肥満を永続させるプロセスを理解し、食物摂取の衝動を自己制御することが難しい人々を支援するのに役立つ可能性がある。

そこで本研究では、食物手がかりに関する学習の個人差が、どのように過食行動の発達と維持に影響を与えるかについての理解を深め、将来の研究課題と介入の機会を導くための枠組みを提供することを目的とする。

1. 問題と目的

1-1 はじめに

食欲をそそるおいしい食物が豊富にある現在の食環境は、健康的な体重の維持が妨げられ、肥満の蔓延をさらに助長する可能性がある (Vandevijvere et al., 2015)。肥満は世界的な公衆衛生上の主要な問題であり、肥満の有病率の急速な増加は医療費の増加にもつながっている (Flegal et al., 2010)。わが国においても、肥満傾向児の割合は2011年以降増加傾向にあり (文部科学省, 2020)、子どもの肥満は将来の生活習慣病の大きな危険因子とされている。

おいしい食物が簡単に入手できる環境では、直接的なリマインダーとなる食物の見た目や匂いだけでなく、広告やロゴなどおいしい食物を思い出させる手がかりも数多く存在する。そのため、空腹を感じていなくても、それらが消費の衝動を促し、過食の誘惑をさらに高める。こうした現在の食環境は、日常の状況を食物摂取と結び付ける多くの機会を提供しており (van den Akker et al., 2013)、食物、手がかり、および行動との間に関連性が形成される連合学習プロセスが、過食と肥満に重要な役割を果たしていることが示唆される。

肥満を誘発する環境内の刺激が、古典的条件づけを通じて強化されるメカニズムを統合的に理解することは、肥満の発症要因の特定だけでなく、肥満の予防や改善、さらには生涯にわた

る健康の維持増進において非常に重要といえる。そこで、本論文では、まず古典的条件づけの基礎と、肥満につながる過食行動との関連を概説する。

1-2 古典的条件づけで生じる過食

動物を用いたPavlovによる古典的条件づけ (classical conditioning) とは、無条件反応 (unconditioned response: UR) を引き起こす無条件刺激 (unconditioned stimulus: US) と、それとは異なる中性的な条件刺激 (conditioned stimulus: CS) とを一緒に呈示 (以下、対呈示) すると、CSに対して条件反応 (conditioned response: CR) が誘発されるという一連の学習メカニズムのことである。犬に餌を与えると同時にメトロノームの音を聞かせることを繰り返すと、やがて犬はメトロノームの音を聞いただけでも餌に対する反応と同様の反応を示した。人間における古典的条件づけの先駆的研究では、Watson & Rayner (1920) は、11ヶ月の乳児を対象に、金属音 (US) と白ネズミ (CS) とを対呈示すると、乳児が白ネズミに対して恐怖反応 (CR) を見せるようになることを明らかにした。つまり、USとCSとの対呈示で両者の間に結びつきを学習することによって、新たな反応 (CR) を獲得するというプロセスが、連合学習の中心を占める。

従来、人間における古典的条件づけの研究の多くは、恐怖反応や不安障害の形成・維持といった嫌悪感のあるUSを予測するCSに焦点が当てられてきた。しかし、脅威の回避と同様に、食物の発見は生物の生存にとって重要であり (Andreatta & Pauli, 2019)、食欲反応の誘発に対しても、古典的条件づけは有用な理論的枠組みを提供できるといえる。Jansen et al. (1998) は、Pavlov (1927) の学習モデルを用い、食物摂取と体系的に関連づけられた刺激がCSとして機能することで、食物への強い渴望や唾液分泌の増加など、摂取の準備をするための多様な心理的・生理学的反応 (条件反応, CR) が活性化され、食物消費を促進するという過食の古典的条件づけモデルを提唱した。これに基づけば、現在の肥満誘発環境内では、食物摂取と結びつく数多くの刺激や文脈がCSとして食物と対呈示されていることになり、実際に食物を摂取していなくても、食物摂取による無条件反応と同様の反応が生じると考えられる。

実験室研究では、サービングトレイ (Van Gucht et al., 2013) や幾何学的図形 (Van Gucht et al., 2010) などの初めは中立的な非食物刺激によっても、唾液分泌や食物摂取などの行動反応が認められている。さらに、状況自体がCSとして機能することもある。動物を用いた古典的条件づけの研究では、食事と関連づけられていたケージ内で満腹状態のラットの食物摂取量が増加した (Petrovich et al., 2007)。人間においても、仮想現実実験室でミルクシェイクの受け取りを繰り返し学習すると、特定の状況に対するCR (ミルクシェイクを飲みたいという期待と欲求の増加、唾液分泌の増加、摂取量の増加) が確認された (van den Akker et al., 2013)。

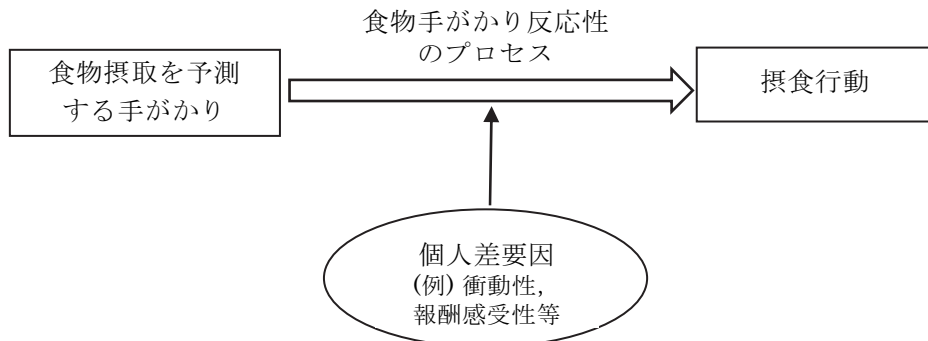


Figure 1 食物手がかり反応性のプロセスおよび個人差要因

以上のように、条件づけのプロセスから、豊かな食環境では摂取に関連した刺激によって容易に食への欲求を学習し得ることが示唆される。しかし、従来の学習理論への批判として、こうした肥満誘発環境において誰もが過食を促進し、肥満になるわけではない。これは、摂食欲求や唾液分泌など、食物摂取を予測する手がかりに対する反応（food-cue reactivity：以下、食物手がかり反応性）が個人によって異なるためである。近年は、US-CSの対呈示の学習モデル以外の要因が、CRの獲得に大きく影響を与えることが示されており、食物手がかり（CS）に対する感受性や反応性の個人差への関心が高まっている。そして、この食物手がかり反応性が、一部の個人において過食を促進するメカニズムの1つとして関与している（Stice et al., 2011; Volkow et al., 2011）と考えられている。

そこで本論文では、過食につながる学習経験に重要な役割を果たしている食物手がかり反応性に注目し、これに影響する傾向として、行動の活性化にかかわると考えられる衝動性と報酬感受性の2つに焦点を当てる（Figure 1）。そして、食物手がかり反応性に関連する諸理論や、摂食や体重に懸念のある個人のパーソナリティ要因に関する心理学的研究を概説し、その動向を把握することを目的とする。特に、摂食に対する食物手がかりの影響についての研究は、著者の知る限り、国内ではほとんど見当たらない。本論文を通じて、この分野の将来の研究に使用される可能性のある新しい理論的枠組みを提供することも目的とする。

2. 過食行動の背景要因となるパーソナリティ特性

2-1 Grayの強化感受性理論

肥満や過体重の人は、食物手がかりの感覚特性に対して敏感であり、生理機能の変化や食への渴望の増加が認められる（Ferriday & Brunstrom, 2011）。理論的には、食物手がかり反応性は、ドーパミン作動性システムにおける神経活動として反映されると考えられている（Leigh & Morris, 2018）。このような食物の摂取行動を含む幅広い精神病理学における個人差を説明

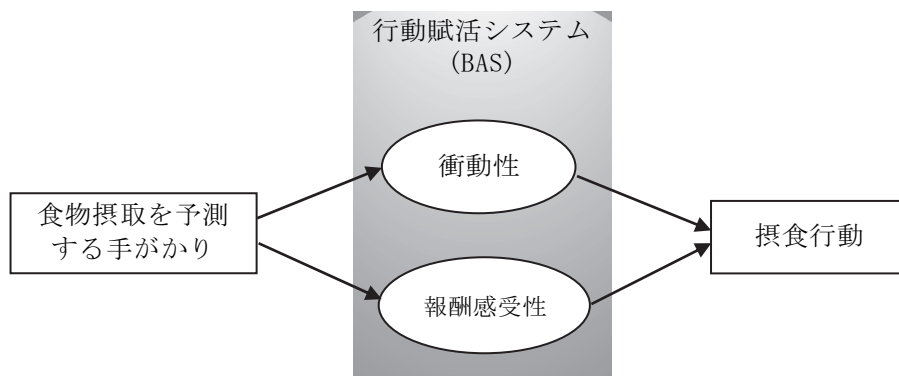


Figure 2 食物手がかり反応性のプロセスに影響するBASおよび関連特性

できる神経生物学と学習理論に基づいた性格モデルの1つに、Gray (1970) によって提唱された強化感受性理論 (Reinforcement Sensitivity Theory: RST) がある。

RSTは2つの仮説的な神経心理学的システムに基づいている。まず1つのメカニズムである行動賦活システム (Behavioral Activation System: BAS) は、報酬の存在や罰の不在を予告するCSによって活性化され、接近行動を引き出す。一方で、もう1つのメカニズムである行動抑制システム (Behavioral Inhibition System: BIS) は、罰を知らせるCSによって活性化され、接近行動を抑制する行動抑制システムによって媒介される (Corr et al., 1995)。

RSTを過食現象に当てはめると、食物手がかりの視覚的および嗅覚的刺激にさらされることにより、ドーパミン作動性システムの活性を通じてBASが開始され、報酬を獲得するための行動が促進される可能性がある。したがって、BASと関連があるとされる衝動性および報酬感受性は、食物手がかり反応性に寄与する特性であると考えられる (Figure 2)。以下に、各特性が食物手がかりに対する学習反応を強化する実証的研究を展望し、食物手がかり反応性のメカニズムについてより深い洞察を得ることとする。

2-2 衝動性

おいしい食物が豊富な環境では、食物手がかりにより食べたい衝動に駆られ、食べ過ぎることがある。この衝動性は肥満者の過食行動を理解するために重要なパーソナリティ特性であるといえる。

衝動性は、様々な場面で問題になることの多い、注意深い思慮なしに生じる行動特性である。衝動性は多面的な構成要素であり (Dawe et al., 2004)、尺度による測定や、実験課題により行動的に測定される。国内外で広く使用されている衝動性の尺度の1つは、Barratt Impulsiveness Scale-11 (BIS-11: Patton et al., 1995) である。このBIS-11は、運動衝動性 (考えることなく行動し自己制御が困難)、非計画的衝動性 (現在・将来の計画を立てるのが困難)、注意衝動性 (注意を集中するのが困難) の計3因子から成る。ただし、改訂日本語版BIS-11 (小

橋・井田, 2013) では、注意衝動性に当たる因子は確認されず2因子構造となっている。

いくつかの研究からは、衝動性が過食や肥満と正の関連があることが分かっている。Nederkoorn et al. (2006) は、肥満の参加者が、健康な対照者と比較して、衝動性の行動的尺度 (Stop-Signal Taskによる測定) でより高いスコアを示したことを報告した。また、過食症患者では、健康な対照者と比べ、運動および注意の衝動性が高いことが示されている (Rosval et al., 2006)。

さらに、衝動性は食欲の条件づけも強化している。先述のvan den Akker et al. (2013) による仮想現実実験室で行われた特定の状況に対する条件反応 (食欲と期待の増加、唾液分泌の増加、摂取量の増加) の研究では、衝動性がこの条件づけされた状況においてのみ摂取量の増加を予測することが明らかになった。また、Jasinska et al. (2012) は、運動および注意の衝動性の両方が、食物手がかりに反応した過食と、おいしい不健康な食物を選択することに関連していることを示した。これらの結果はRSTに準拠していると考えられる。つまり、衝動性は、食欲学習確立後の条件刺激にアプローチする動機づけ特性に関与しており、それが食物摂取を促進すると示唆された。

2-3 報酬感受性

RSTは、環境内の報酬刺激と罰刺激に対する個人の感受性が異なる可能性のあることを示している。この2つの行動抑制および行動賦活のシステムの個人差を測定するBIS/BASスケール (Carver & White, 1994) は、報酬あるいは罰の感受性を測定するために広く使用されている質問紙の1つであり、日本語版は高橋ら (2007) によって作成されている。

この尺度は、罰の回避傾向を示すBIS1因子、報酬への接近傾向を示すBAS3因子から構成され、BASの3因子には、駆動 (Drive: 報酬のある刺激に近づく動機)、刺激探求 (Fun Seeking: 新奇な刺激や報酬刺激を求める動機)、報酬反応性 (Reward Responsiveness: 報酬を受け取ることへの期待) が含まれる。一般に、嗜好性の高い食物の摂取量増加は、食物の報酬に対する感受性が、報酬に対する行動を抑制する能力を超えた場合に生じる (Appelhans et al., 2011) と考えられている。この食物の報酬特性によって引き起こされる摂取は、アプローチシステムであるBASの3側面によって複合的に影響を受けると考えられる。具体的には、BASが高い人において、駆動の高まりが環境内のおいしい食物に近づいて消費しようとする動機の増大に、刺激探求の高まりが新しい食物へのアプローチに、報酬反応性の高まりがおいしい食物を摂取するときの興奮に、それぞれ寄与する可能性がある。

次に、報酬感受性、摂食行動、および肥満との関連について調査した研究を紹介する。女子大学生を対象にしたFranken & Muris (2005) の研究では、報酬感受性が、食物への渴望およびBMI (肥満指数) に大きく関係していた。このことから、報酬感受性により、報酬効果を求めておいしい食物を探したり、それらを繰り返し摂取したりすることで、過食や肥満のリスク

がより高くなると考えられる。Robinson & Berridge (2000) による報酬感受性理論では、刺激の報酬特性に対する過敏性が、刺激の中毒性の可能性を高めると仮定している。この仮定に従うならば、食物の快楽的特性に過敏に反応し、過剰に摂取することは、過食症や食物依存症などの臨床的に重大な問題に至る可能性が高いといえる。

快楽的価値を有する高カロリーで嗜好性の高い食物では、その視覚的および嗅覚的特徴にさらされると、低カロリーの食物よりも強い報酬反応が引き起こされ、行動的アプローチの反応を促進する (Davis et al., 2007)。実際、食物画像に対する神経生理学的反応を調査した研究で、肥満の参加者は、痩せた対照者と比較して、食物画像を見たときに脳領域で複数の活動が増加していることが示され、この活性の増加は、低カロリー食物よりも高カロリー食物でより顕著であることが分かった (Frankort et al., 2012)。また、低カロリー食物に比べ、高カロリー食物の場所をより正確に記憶する空間記憶バイアスが、食事摂取量と強い相関関係にあるBMIの高さと関連することが示されている (de Vries et al., 2022)。

このような高カロリー食物に対する認知バイアスは、かつて祖先の狩猟採集民が過酷な食環境の中で貴重な高カロリー食物を効率的に見つけやすくする適応的メカニズム (de Vries et al., 2020) ではあったが、現在の豊かな食環境では逆効果とされている (Li et al., 2018)。それゆえ、肥満者は、容易に高カロリー食物の存在に気づき、選択する可能性が高まる危険な物理的状況に置かれているといえる。

3. 全体的考察

過食行動に古典的条件づけを考慮する意義とパーソナリティ特性の研究の必要性

嗜好性の高いおいしい食物を日常的に摂取する人々において、食物の見た目や風味が条件反応を生じさせるのならば、本物の食物だけでなく、いわゆる「SNS映え」を意識した「フードポルノ (foodporn)」と呼ばれる食欲をそそる食物画像への接触や、気晴らし・娯楽を目的とする食事でのデバイス利用など、近年急増する食に関連したデジタル環境にも、同様の反応が生じてしまう可能性が考えられる。特に肥満の人は、CSに知覚的または概念的に関連するより広範囲の刺激や状況に対しても条件反応を引き起こしやすい。これは、予測の手がかりと非予測の手がかりとを識別する学習能力の低さが、過度の一般化に影響しているということである (van den Akker et al., 2017)。したがって、肥満の人においては、環境内に容易に反応性を誘発する食物手がかりが多数存在することになり、それらとおいしい食物との間に関連性を形成しやすく、食欲や過食を促進する可能性がさらに高まる。

本論文では、食物手がかり反応性が生じる原因を古典的条件づけによる学習と仮定し、特に肥満者の場合、衝動性などのパーソナリティ要因の背景にあるBASの発動が食物報酬を伴う新しい食欲学習に大きく関わっていることを示した。しかし、肥満者とは対照的な摂食抑制

者においては、食物手がかりに対する反応が大きく異なる (Papies et al., 2008)。具体的には、食物手がかりに対し、即時的に食欲反応を誘発するのではなく、例えば、食物手がかりから注意をそらしたり (Baumeister & Heatherton, 1996; Mischel & Ayduk, 2002)、「いつ、どこで、どのように行動するか」についてif-then形式でプランニングする実行意図方略 (Gollwitzer, 1990) を用いることにより、食物手がかりに直面した場合、自動的にダイエット目標を発動したりするなど、食物の誘惑に打ち勝つために、手がかりに応じて自己統制方略を活性化している (Fishbach et al., 2003)。これらのことから、摂食抑制者はRSTにおけるもう一方のBISの発動を優先させることで、食物からの報酬と脅威による葛藤の解決を試みていることが窺われる。

以上のように、摂食行動は複雑で、特に過食は外的および内的な食物手がかりを含む様々な要因によって動機づけられ、それらに対する処理の違いや個人差要因が、結果的に摂食行動の違いとなっている。今後は自己統制研究で提案されてきた各種の方略を学習心理学の知見にも取り入れることで、魅力的な誘惑が多数存在する食環境において、食物手がかりに対する反応性を軽減し、誘惑に対処する適応的な手法や過食予防の介入手続きを多面的に検証していくことが必要であると考え。また、本論文で取り上げた衝動性などのパーソナリティ要因も、個人差の測定だけでなく、急速に進展している神経科学の影響を受けており、過食行動の背後にある神経心理学的メカニズムについても今後明らかにされることを期待する。

引用文献

- Andreatta, M., & Pauli, P. (2019) . Generalization of appetitive conditioned responses. *Psychophysiology*, e13397.
- Appelhans, B. M., Woolf, K., Pagoto, S. L., Schneider, K. L., Whited, M. C., & Liebman, R. (2011) . Inhibiting food reward: Delay discounting, food reward sensitivity, and palatable food intake in overweight and obese women. *Obesity*, *19*, 2175-2182.
- Baumeister, R. F., & Heatherton, T. F. (1996) . Self-regulation failure: An overview. *Psychological Inquiry*, *7*, 1-15.
- Carver, C. S., & White, T. L. (1994) . Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective responses to impending reward and punishment: the BIS/BAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, *67*, 319-333.
- Corr, P. J., Pickering, A. D., & Gray, J. A. (1995) . Personality and reinforcement in associative and instrumental learning. *Personality and Individual Differences*, *19*, 47-71.
- Davis, C., Patte, K., Levitan, R., Reid, C., Tweed, S., & Curtis, C. (2007) . From motivation to behaviour: A model of reward sensitivity, overeating, and food preferences in the risk profile for obesity. *Appetite*, *48*, 12-19.
- Dawe, S., Gullo, M. J., & Loxton, N. J. (2004) . Reward drive and rash impulsiveness as dimensions of

- impulsivity: Implications for substance misuse. *Addictive Behaviors*, *29*, 1389-1405.
- de Vries, R., Boesveldt, S., Sotomayor, Sainz, A., Copier, J., & de Vet, E. (2022) . Wired for harsh food environments: Human spatial memory favours the effortless location and consumption of high-calorie foods. *Food Quality and Preference*, *97*, 104478.
- de Vries, R., de Vet, E., de Graaf, K., & Boesveldt, S. (2020) . Foraging minds in modern environments: High-calorie and savory-taste biases in human food spatial memory. *Appetite*, *152*, 104718.
- Ferriday, D. & Brunstrom, J. M. (2011) . 'I just can't help myself: Effects of food-cue exposure in overweight and lean individuals' *International Journal of Obesity*, *35*, 142-149.
- Fishbach, A., Friedman, R. S., & Kruglanski, A. W. (2003) . Leading us not into temptation: Momentary allurements elicit overriding goal activation. *Journal of Personality and Social Psychology*, *84*, 296-309.
- Flegal, K. M., Carroll, M. D., Ogden, C. L., & Curtin, L. R. (2010) . Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2008. *JAMA*, *303*, 235-241.
- Franken, I. H., & Muris, P. (2005) . Individual differences in reward sensitivity are related to food craving and relative body weight in healthy women. *Appetite*, *45*, 198-201.
- Frankort, A., Roefs, A., Siep, N., Roebroek, A., Havermans, R., & Jansen, A. (2012) . Reward activity in satiated overweight women is decreased during unbiased viewing but increased when imagining taste: an event-related fMRI study. *International Journal of Obesity*, *36*, 627-637.
- Gollwitzer, P. M. (1990) . Action phases and mind-sets. In E. T. Higgins & R. M. Sorrentino (Eds.) , *The handbook of motivation and cognition: Foundations of social behavior* (Vol. 2, pp. 53-92) . New York: Guilford Press.
- Gray, J. A. (1970) . The psychophysiological basis of introversion-extraversion. *Behaviour Research and Therapy*, *8*, 249-266.
- Jansen, A. (1998) . A learning model of binge eating: Cue reactivity and cue exposure. *Behaviour Research and Therapy*, *36*, 257-272.
- Jasinska, A. J., Yasuda, M., Burant, C. F., Gregor, N., Khatri, S., Sweet, M., & Falk, E. B. (2012) . Impulsivity and inhibitory control deficits are associated with unhealthy eating in young adults. *Appetite*, *59*, 738-747.
- 小橋真理子・井田政則 (2013) . 改訂日本語版BIS-11の作成：信頼性と妥当性の検討 立正大学心理学研究年報, *4*, 53-61.
- Leigh, S. J., & Morris, M. J. (2018) . The role of reward circuitry and food addiction in the obesity epidemic: An update, *Biological Psychology*, *131*, 31-42.
- Li, N. P., van Vugt, M., & Colarelli, S. M. (2018) . The evolutionary mismatch hypothesis: Implications for psychological science. *Current Directions in Psychological Science*, *27*, 38-44.
- Mischel, W., & Ayduk, O. (2002) . Self-regulation in a cognitive-affective personality system: Attentional control in the service of the self. *Self and Identity*, *1*, 113-120.
- 文部科学省 (2020) . 学校保健統計調査報告 文部科学省 Retrieved November 26, 2023 from https://www.mext.go.jp/content/20200319-mxt_chousa01-20200319155353_1-3.pdf.
- Nederkoorn, C., Braet, C., Van Eijs, Y., Tanghe, A., & Jansen, A. (2006) . Why obese children cannot resist food: The role of impulsivity. *Eating Behaviors*, *7*, 315-322.
- Papies, E. K., Stroebe, W., & Aarts, H. (2008) . Healthy cognition: Processes of self-regulatory success in

- restrained eating. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *34*, 1290-1300.
- Patton, J. H., Stanford, M. S., & Barratt, E. S. (1995). Factor structure of the Barratt impulsiveness scale. *Journal of Clinical Psychology*, *51*, 768-774.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes: An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex* (G. V. Anrep, Trans.). New York, NY: Oxford University Press.
- Petrovich, G. D., Ross, C. A., Gallagher, M., & Holland, P. C. (2007). Learned contextual cue potentiates eating in rats. *Physiology & Behavior*, *90*, 362-367.
- Robinson, T. E., & Berridge, K. C. (2000). The psychology and neurobiology of addiction: An incentive-sensitization view. *Addiction*, *95* (Suppl. 2), 91-117.
- Rosval, L., Steiger, H., Bruce, K., Israël, M., Richardson, J., & Aubut, M. (2006). Impulsivity in women with eating disorders: problem of response inhibition, planning, or attention? *International Journal of Eating Disorders*, *39*, 590-593.
- Stice, E., Marti, C., & Durant, S. (2011). Risk factors for onset of eating disorders: Evidence of multiple risk pathways from an 8-year prospective study. *Behaviour Research and Therapy*, *49*, 622-627.
- 高橋雄介・山形伸二・木島伸彦・繁榊算男・大野裕・安藤寿康 (2007). Grayの気質モデル—BIS/BAS尺度日本語版の作成と双生児法による行動遺伝学的検討—パーソナリティ研究, *15*, 276-289.
- van den Akker, K., Jansen, A., Frentz, F., & Havermans, R. C. (2013). Impulsivity makes more susceptible to overeating after contextual appetitive conditioning. *Appetite*, *70*, 73-80.
- van den Akker, K., Schyns, G., & Jansen, A. (2017). Altered appetitive conditioning in overweight and obese women. *Behaviour Research and Therapy*, *99*, 78-88.
- Vandevijvere, S., Chow, C. C., Hall, K. D., Umali, E., & Swinburn, B. A. (2015). Increased food energy supply as a major driver of the obesity epidemic: A global analysis. *Bulletin of the World Health Organization*, *93*, 446-456.
- Van Gucht, D., Baeyens, F., Hermans, D., & Beckers, T. (2013). The inertia of conditioned craving. Does context modulate the effect of counterconditioning? *Appetite*, *65*, 51-57.
- Van Gucht, D., Baeyens, F., Vansteenwegen, D., Hermans, D., & Beckers, T. (2010). Counterconditioning reduces cue-induced craving and actual cue-elicited consumption. *Emotion*, *10*, 688-695.
- Volkow, N. D., Wang, G. J., & Baler, R. D. (2011). Reward, dopamine and the control of food intake: implications for obesity. *Trends in Cognitive Sciences*, *15*, 37-46.
- Watson, J. B., & Rayner, R. (1920). Conditioned emotional reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *3*, 1-14.