

脳活動からみる審美

石津 智大

University College London
Anatomy Building, Gower Street, London, WC1E 6BT, UK
t.ishizu@ucl.ac.uk

1. はじめに

芸術の運ぶ豊かで多様な感情のなかで、「美」はおそらく最もポピュラーなものの一つであろう。「美しさ」は、失快感症など一部の特殊な症例を除いて、ほぼすべてのヒトが感じることのできる、人類に共通して備わった一種の感覚とも言える。また、利他的行為や道徳などにも美を感じられることから、芸術作品や身体的外見に留まらず、さまざまな場面でヒトの下す感性的判断に影響を与える重要な因子の一つである。近年、審美や感性などの内的状態に関する問題を、脳機能画像法により研究する試みが盛んに行われ、神経美学と呼ばれている。美しさの体験に相関する脳活動として、特に内側眼窩前頭皮質 (medial orbito-frontal cortex: mOFC) が、機能的MRI (functional magnetic resonance imaging, fMRI) 研究の知見から示唆されている^{1,2)}。

2. 目的

これまでの美の体験に関する神経科学的研究は、主に視覚的な審美的評価に相関する脳活動を検討することとして進められてきた。一方で、聴覚は、音色や声色など多くの感性的情報を有しているが、その感性情報の脳内機構に関しては知見が少ないと言える。複数の感覚モダリティにおいて脳活動を検討することは、美という感性情報の脳内機構を包括的に理解するために重要である。そこで、視覚・聴覚双方の刺激における美の体験の脳活動を fMRI により記

録し、両者を比較することで、複数の感覚モダリティにおける美の体験の脳活動の解明を目指した (研究①)。また、研究①で得られた脳活動が、感覚知覚的でない抽象的刺激から得られる美の体験においても生じるか検討するため、数学方程式における審美について脳活動を調べた (研究②)。さらに、mOFC を含む眼窩前頭皮質は、判断全般に反応するという指摘があり、mOFC の活動が審美ではなく単に判断行為を反映している可能性が排除できていなかった。そこで、審美的判断が知覚的 (明るさ) 判断とどう異なるか、それぞれの脳内機構の相違点、共通点を検討することで、審美の基礎的な脳内機構を検討した (研究③)。

3. 研究① 視覚および聴覚の美の体験に関する脳活動

視覚と聴覚の感覚知覚情報は、大まかにはそれぞれ視覚野、聴覚野というように脳内での情報処理経路が異なる。各感覚モダリティにおける美の体験が、感覚知覚と同様に異なる脳内機構を賦活させるか、それとも同一の機構が関与しているのか、fMRI を用い脳活動を記録し検討することで、異なる感覚モダリティの審美評価に関する脳活動の解明を目指した³⁾。[仮説] 恐怖など情動情報を含む刺激では、異なる感覚モダリティの刺激 (e.g. 顔と声) であっても、扁桃体が共通して活動するという報告⁴⁾がある。美の体験に関しても、異なる感覚モダリティでも同一の機構が使われている可能性が考えられた。

3.1 方法

視覚刺激として多様な絵画(肖像画, 風景画, 静物画), 聴覚刺激として多様な音楽(東西の交響曲, 現代音楽等)を用いた. 審美評価(美醜を5段階で評価)を行っている際の被験者の脳活動を記録し, 両感覚モダリティの美の体験に共通して賦活する脳部位を検討した.

3.2 結果

複数の脳部位が活動した中で, mOFCが唯一, 美の体験が視覚, 聴覚にかかわらず常に活動することがわかった. この結果は, 感覚モダリティに依存せず美の体験が共通の脳内基盤による可能性を示している. さらに, 美の体験が強いほどmOFCの活動強度も強くなることが明らかになった. すなわち, 主観である美の体験を, 脳の活動量として客観的に計測できる可能性を示した. 定性的に研究されてきた美を巡る議論に, 客観的測定可能な定量的研究という側面を提供することで, 神経美学は美学・哲学などの研究分野へも貢献できると考えている.

4. 研究② 非具象的な刺激の美の体験に関する脳活動

研究①では, 異なる感覚モダリティの美の体験は, 共通してmOFCの活動と相関することを明らかにした. この研究もその他の審美脳機能に関する先行研究も, 絵画や写真など具象的な刺激を実験刺激として用いているものが多い. しかし例えば, 詩歌, 数式, 道徳的行いなど, 実際にその形態が知覚されないもの(非具象的の刺激)からも, 美を感じることもある. このような非具象的美は日常的に経験され, 我々の感性的判断に深く関わっているが, その脳内機構はほとんど明らかにされてこなかった. そこで, 研究②では, 数学方程式(e.g. Euler's identity)を非具象的な刺激として数学者に提示し, 式の解法的美しさを評価させ, その際の脳活動を調べた⁵⁾. 研究①で発見した具象的な美の体験に関する脳活動が, 非具象の美と同一かを検証することで, mOFCが感覚知覚以外の

対象でも活動するような, 美の体験全般に関与する領域であることの検討を行った.

4.1 仮説

研究①で発見した脳活動が美の体験自体と結びついているなら, 非具象的な美の体験でも, 同様の活動が得られるはずである.

4.2 結果

予想通り, 数学者によって美しいと評価された方程式(e.g. Euler's identity)は, 醜いとされた式(e.g. Ramanujan's infinite series)よりも, mOFCを強く活動させた. 活動場所は, 研究①の視覚的・聴覚的美によるものと一致した.

4.3 結論

具象的な美でも非具象的な美でも, 同様の脳活動に対応していることを示し, mOFCの活動が具象性に依存せず, 美の体験に相関することを明らかにした. 感性的評価はすべての感覚モダリティ, 刺激種類において生じうるものである. 研究①, ②では, それを特定の限局した脳活動として測定できる可能性を示した.

5. 研究③ 審美的判断と知覚的判断の脳活動の相違・共通点に関する研究

研究①, ②では色々な美の体験に関して基礎的な脳活動を特定した. ところで, 霊長類研究ではmOFCを含む眼窩前頭皮質は, 判断行為全般に関与するという報告がある. それゆえ, 審美におけるmOFCの活動も, 単に判断行為を反映しているだけではないかという反論がある. そこで研究③では, 異なる2つの判断課題, 審美的・知覚的判断課題, を同一の刺激に対して行なっているときの脳活動を記録し, mOFCの活動が審美的評価を反映していることの証明を試みた⁶⁾.

5.1 仮説

mOFCが審美的評価に相関しているなら, 同じ刺激を用いても, 知覚的(明るさ)判断の際には活動せず, 審美判断課題でのみ活動すると考えられる.

5.2 方法

2つの絵画を一組とする刺激を用いた. 事前

に各絵画の美しさを5段階で評価する行動実験を行い、その結果にもとづき、各ペアは同等の審美スコアを持つ絵画で構成された。判断課題の難易度が両判断課題で異ならないようにするため、作成したペア刺激は明度を調整することで、反応時間が両課題において同程度になるようにした。これらのペア絵画群を用いて、審美判断条件では「左右どちらの絵画がより美しいか」、知覚的判断条件では「どちらがより明るいかな」を判断する課題を行った。

5.3 結果

予想通り、mOFCは審美的判断でのみ活動を示した。これにより、mOFCが単なる判断行為ではなく、審美的判断に選択的に関与していることが示された。さらに、下頭頂小葉／頭頂間溝や外側前頭前皮質など、両方の判断課題とともに共通して活動する部位と、mOFCや大脳基底核など審美的判断でのみ活動する脳領域があることがわかった。下頭頂小葉／頭頂間溝や外側前頭前皮質は、物体のサイズなど一般的な知覚的判断に寄与し、一方、大脳基底核は情動に関与することが知られている。この結果は、一般的な判断を行うための脳内モジュールに加えて、情動に関するモジュールも用いて、審美的評価を行っていることを示唆している。

6. まとめ

複数の感覚モダリティの刺激、そして非具象的刺激を用いることで、mOFCの活動が感覚モダリティの種類にも、また具象性にも依存することなく、美しさの体験に共通して相関していることを示した。また、審美的、知覚的判断、それぞれの脳内機構を検討することでmOFCが審美的判断に選択的に関与することを証明した。さらに、審美的判断が、一般的な判断に関与する脳内モジュールに加え、情動モジュールも協働して実現されている可能性を示した。これまで部位単位でしか明らかにされてこなかっ

た審美的判断に関する脳活動を、ひとつのシステムとして示すことで、その基本的な脳内機構を明らかにした。

美の体験とは、単なる色や形、音の分析と、それに対応する脳活動だけではなく、文化、歴史、社会性など作品外の要素も、個人の審美や作品鑑賞に影響を与えている。このような美の主観的な体験についての科学的研究は始まったばかりの未成熟な段階であると言える。それゆえ現在の神経美学研究が、美を巡るすべての問いに答えられるとは思わない。しかし、科学は計測に立脚するという考えに立てば、脳機能画像法という新しい技術を利用して、わたしたちは今、美という極めて主観的な体験を、科学的に研究することができるようになったと言えるだろう。

文 献

- 1) H. Kawabata and S. Zeki: Neural correlates of beauty. *Journal of Neurophysiology*, **91**, 1699–1705, 2004
- 2) O. Vartanian and V. Goel: Neuroanatomical correlates of aesthetic preference for paintings. *Neuroreport*, **15**, 893–897, 2004.
- 3) T. Ishizu and S. Zeki: Toward a brain-based theory of beauty. *PLoS ONE*, **6**, e21852, 2011.
- 4) R. J. Dolan, J. S. Morris and B. de Gelder: Crossmodal binding of fear in voice and face. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **98**, 10006–10010, 2001.
- 5) S. Zeki, J. P. Romaya, D. M. Benincasa and M. F. Atiyah: The experience of mathematical beauty and its neural correlates. *Frontiers in Human Neuroscience*, **8**, 68, 2014.
- 6) T. Ishizu and S. Zeki: The brain's specialized systems for aesthetic and perceptual judgment. *European Journal of Neuroscience*, **37**, 1413–1420, 2013.