

2025 年 6 月 25 日
先端技術ラボ 大城武史

NeuroTech×Art

— ① 視覚芸術編 —

《本レポートの位置づけ》

- 本レポートは、NeuroTech×Art の新しい可能性を開拓するための手がかり提供を目指す技術レポートである
- Art を取り巻く国内外の社会環境もスコープに入れつつ、主に NeuroTech に焦点を当てながら、Art の新しい表現形態とそのビジネス応用可能性を模索するのが主目的である
- NeuroTech×Art はシリーズ刊行を予定。第 1 回目は NeuroTech×視覚芸術に焦点を当てる

《要点》

- ◆ Art 鑑賞は身体および心理に対して、ポジティブな効果をもたらす
- ◆ 近年不安定化する社会情勢の中でも、Art は比較的安定的な市場価値を持つオルタナティブ資産として注目を集めている
- ◆ Art ビジネスは富裕層ビジネスモデルにおけるロールモデルである
- ◆ 日本の Art 市場規模は国際的にみると小規模であるが、堅実な成長を続けている
- ◆ Art の新しい可能性を開く NeuroTech×AI 技術に注目
- ◆ NeuroTech とは神経科学（脳科学）の技術や知見を社会的に応用する技術の総称
- ◆ 本レポートでは、新しい視覚芸術形態としての脳波×拡散モデルを紹介する

- 本件に関するご照会は、当社ホームページの [問い合わせフォーム](#) より、先端技術ラボ 大城宛にお願いいたします。
- 日本総研・先端技術ラボについては、以下をご覧ください。
<https://www.jri.co.jp/company/business/system/advtechlab/>

本資料は、情報提供を目的に作成されたものであり、何らかの取引を誘引することを目的としたものではありません。作成日時点で弊社が一般に信頼出来ると思われる資料に基づいて作成されたものですが、本資料の情報の正確性・完全性を保証するものではありません。また、情報の内容は、経済情勢等の変化により変更されることがあります。本資料の情報に基づき起因してご閲覧者様及び第三者に損害が発生したとしても執筆者、執筆にあたっての取材先及び弊社は一切責任を負わないものとします。

Good business is the best art¹
Andy Warhol (1928-1987)

1. 背景

1.1 Art の効果と市場価値

ヒトと Art の結びつきは強い。現存する最古の Art 作品は約 5 万 1200 年前²であり、その結びつきは文字通り有史以前まで遡る。なぜヒトは Art を愛でるのか？その答えの 1 つとして、**Art が心と身体両面に対してポジティブな影響をもたらす点**が挙げられる。Art 鑑賞は様々なストレス指標の低下³、不安や抑うつ感情等を緩和⁴し、幸福感や自己成長感⁵をも高めうる。このように、**Art が身体的かつ心理的なウェルビーイングの向上に資することを示す科学的根拠**が近年注目されている。

Art の価値はウェルビーイングだけではない。**Art は株価とは異なる特有の市場価値を持つ**。世界の Art 市場の取引総額は約 8 兆 3500 億円程度⁶である一方で、Art は不安定化する国際情勢の中で、**比較的安定的な市場価値を維持できるオルタナティブ資産として富裕層に好まれ続けてきた**⁷。実際、富裕層は資産の約 5%を Art 収集品で保有していると言われており、富裕層の Art 関連支出費の中央値は 700~1000 万円を安定的に維持している⁵。このように、**Art ビジネスは富裕層ビジネスのロールモデル**とも言える。

企業によるアート支援はブランディングという観点から見ても重要である。実際に国内外の数多くの大企業は自社コレクションの購入、Art フェアへの協賛、Art ファンドの設立等を通して、自社のブランディングに Art を活用⁸している。企業による Art 支援はアーティスト×富裕層×企業という 3 者が相互利益性を持った取組みとなりやすい点も重要である。

Art は高い公共性を有している点も重要である。国外では 1 パーセントフォーアート (1%芸術法) といった法案が存在しており、公共建築に関わる建設費の 1 %をその建築物に関連・付随する Art のために支出するという取り決めも存在する。国内では、近年群馬県が「群馬パーセントフォーアート推進条例」⁹を制定した。

日本国内の Art 市場に目を移すとそのポテンシャルの大きさに目が留まる。日本の Art 市場規模は世界規模で見るとまだ小さいものの (世界の Art 市場の約 1%、約 950 億円)、他諸国とは異なり堅調な伸びを見せていることが挙げられる (成長率 11%)¹⁰。それを裏付けるように、日本で開催される Art 展は安定的に高い集客数を示している¹¹。Art 展に馴染みの薄い者からすると、集客数の多い Art 展といえば古典的な Art 作品を取り扱っているというイメージがあるかもしれない。しかし、実際には、近年の集客数ランキングをみると現代作家を扱った個展がランキング上位を占めている¹⁰。例えば、2024-2025 年に開催された「坂本龍一 | 音を視る 時を聴く」展の集客数は 34 万人以上¹²である。本個展作品の多くは、**最新のテクノロジーを駆使した没入型・体感型映像×サウンド・インスタレーション**を用いた、新しい芸術形態や表現を追求している点は興味深い。こういった**最新のテクノロジーによる Art の新しい表現形態**に対する日本の受容者の肯定的な反応は、日本の Art 市場のポテンシャルの高さを示す証左とも言える。

1.2 NeuroTech とは

次に NeuroTech について端的に述べる。NeuroTech とは Neuroscience（神経科学/脳科学）※で得られた知見や技術を用いて、人間の能力拡張や治療、産業応用を目指す技術の総称である。近年注目を集めている NeuroTech の代表例としては、脳の活動を高い精度で操作および最適化する操作技術（ニューロモジュレーション）や、脳活動を用いて機械を操作する Brain Computer Interface（BCI）などが挙げられる¹³。NeuroTech は臨床分野における技術応用が先行している。

脳×Art という観点では、1990 年代頃からアカデミアでも研究が行われている。例えば、University of College London の Semir Zeki 教授による、Art を用いた美的体験と脳に関する研究（神経美学（Neuroaesthetics））などが挙げられる¹⁴。神経美学では、Art を鑑賞した際に生じる主観的経験（例：美しさの感覚）を生み出す脳メカニズム（例：内側眼窩前頭皮質等）を明らかにしようと試みている。

2. 技術概要—NeuroTech はどのようにして Art に貢献可能か—

Art は作者が自身の①コンセプトをどのような②表現技術と③素材を使って表現するのかという点に加えて、その作品を④受容する者の経験や解釈という4つの要素から成り立つと考えられる（図1）。この4要素のそれぞれについて、NeuroTech を導入できる。

ここで、神経科学（脳科学）に関する2つのポイントを概説する。第1に、脳波という脳由来の生体信号には2つのタイプの脳活動が存在する。その1つが「自発活動」である。自発活動とは、外界からの入力に依存しない、脳自らが形成する活動パターンを意味する。脳の自発活動は身体的な状態（例：覚醒安静時 / 睡眠時）に関わらず、常時生成と変化を維持する。こういった**脳の自発脳活動**はその殆どが主観的な感覚を伴わない無意識下で進行している。第2に、外界

からの入力（例：音を聞く）によって生じる脳波の一過性的変化（脳反応）は「**事象関連電位（誘発電位）**」と呼ばれる。事象関連電位は、知覚や認知処理など、特定の事象に関連して発生する脳波である。そのため、その機能的意義の解釈が比較的容易という特徴がある。

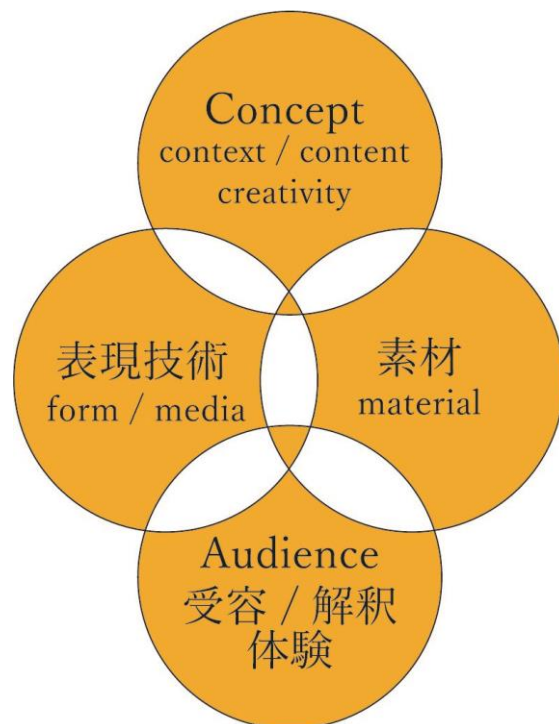


図1 Artを構成する要素

※ Neuroscience: 神経科学. 一般的には脳科学という用語で認知されている学問名称. 本レポートでは併記する。

この2つの異なった脳活動特性は、それぞれ異なった目的で応用できる（図2）。その典型例がBCIである。一般的なBCIは主に事象関連電位を入力として駆動するものが多い。例えば、身体的に不自由なユーザー（例：ロックドイン症候群）を対象としたBCIは、ユーザーの

意図をくみ取るために、文字等の視覚刺激呈示に応じて生じるP300やSteady state visual evoked potentials(SSVEP)と呼ばれる※一過性の脳反応（事象関連電位）から、何らかのアルゴリズム（例：AI）を介して、ユーザーの意図をくみ取るように設計されている。その一方で、自発活動を対象とした場合、その応用特性は大きく異なる。というのも、自発活動は複雑な時系列的変化を伴うという特徴を有しており、脳の自発活動にこそヒトの創造性の秘密があると考える研究者も多く存在する¹⁵。NeuroTech×Artという文脈では、脳の自発活動はより好相性の素材といえ、実際、脳の自発活動×拡散モデルを組み合わせた新しいタイプのArt型BCIが開発されている¹⁶。さらに脳の自発活動は、Audienceにとって一回性の受容経験（例：インスタレーション）をもたらし素材としても非常に扱いやすい¹⁷。このように、NeuroTech×ArtにはArtを構成する4つの全ての要素（concept[無意識性]×表現技術[NeuroTech×AI]×素材（脳の自発活動）×受容体験（一回性の経験））に対して、いずれも新規性の高い要素を導入することが可能となっている。

自発活動駆動型 BCI 刺激反応駆動型 BCI

特色	時系列脳活動変化	一過性の脳反応
特徴量	持続的な脳活動変化（自発脳波）	P300 / SSVEP（事象関連電位）

図2 脳活動の2つのタイプ

3. NeuroTech×Art—自発活動×拡散モデル（Diffusion Model）—

脳の自発活動を視覚芸術へと変換する技術の1つとして、拡散モデル（Diffusion Model）を紹介する。拡散モデルは画像生成AI（確率的生成モデル）で採用されているモデルの1つであり、ノイズデータを入力としつつも、高精度な画像を生成可能な技術である。図3で示すように、拡散モデルは①順方向拡散プロセスと②逆方向拡散プロセスという2つの主要な

順方向拡散プロセス



逆方向拡散プロセス



図3 拡散モデルにおける主要プロセス

※ P300：視覚刺激呈示後、約300ミリ秒前後に生じる陽性の脳波形。

SSVEP：一定の周波数で視覚刺激（例：点滅）を与えると、その同じ周波数の電位が脳波に出現する現象。

学習プロセスによって成り立っている。順方向拡散プロセスでは、画像データに対して段階的に少量のノイズを付与していき、最終的には完全なノイズ画像へと変換するプロセスを学習する。逆方向拡散プロセスでは、文字通り、順方向プロセスとは逆方向のプロセス、すなわちノイズ除去プロセスを学習する（例：U-Net）。この2つの学習により、拡散モデルはノイズデータからでも、高精度画像生成を可能とする。なお、拡散モデルの実際の運用に関しては、計算コスト削減の観点から、潜在拡散モデル(Latent Diffusion Model[LDM])等がしばしば用いられる。

この拡散モデルを用いた NeuroTech×視覚芸術生成の場合には、ノイズデータではなく、脳の自発活動を入力に用いることがポイントとなる（図4）。例えば、山城ら¹⁵は local field potential と呼ばれる局所的な脳活動データ（図4A）を LDM（図4B）に入力した結果、連続的に変化する画像の生成に成功している（図4C）。これは刺激反応駆動型BCIのように、事象に関連した脳活動情報を読み取ったものではないという点は重要である。すなわち、生成された画像自体は、元々拡散モデルによって学習された画像であり、脳内イメージを可視化したものではない。それにもかかわらず、本技術は4つの点で注目に値する。1つ目は、脳の自発活動の予測不可能性や無意識性が芸術の構成要素の1つ

である Concept（図1）の創造に大きく貢献し得るという点が挙げられる。つまり、作者の意思や意識とは無関係に、脳が自発的に生成し変化し続ける時系列脳活動パターンそのものが、NeuroTech×Art の源泉（Concept）となる。

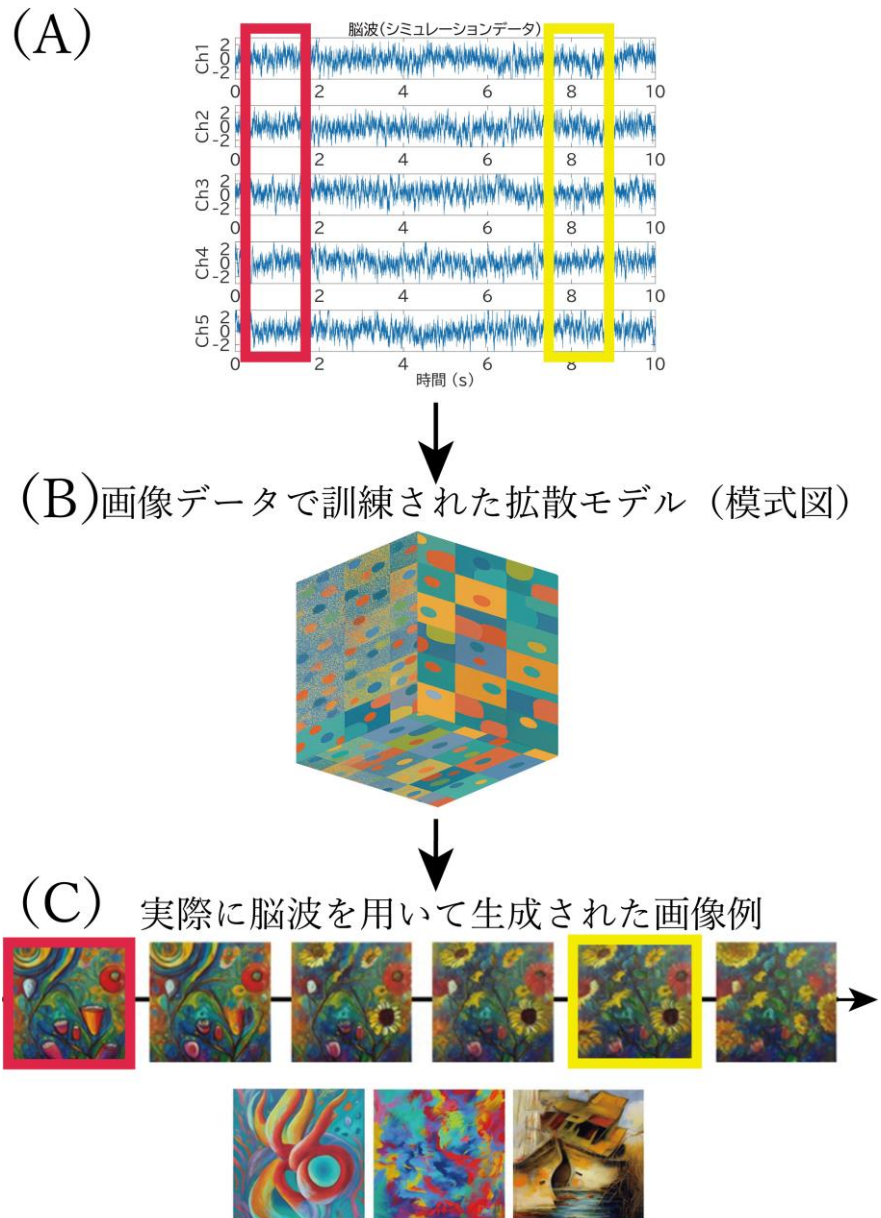


図4 脳波を用いた LDM による連続的な画像生成
(A) 赤枠および黄色枠が模式的に画像生成のため切り出されたデータを意味する。(C) の図は Yamashiro et al.(2024)より引用。

2つ目のポイントとして、**拡散モデルに学習させる画像データも状況、作者の好みや独自のスタイル、クライアントの希望等に応じて自由に選択及び組み合わせが可能**である。このような点を踏まえると、「**表現技術**」という2つ目の芸術要素である表現技術においても、これまでには無い新しい視覚芸術創造の可能性は大いに高まる。

3つ目のポイントとして、「**素材**」という点で斬新な要素を追加できる。それは**作者自身の脳波という「生体信号」そのものを素材として取り込める**という点である。芸術作品の市場価値は一般的に「その作者が誰であるのか」あるいは「複製」なのか、という点に大きく左右される。AIによるArt作品は容易に複製可能である（例：同一の命令をプロンプト入力すれば、同一の画像が得られる）。しかしながら、作者自身の脳の自発活動×拡散モデルによって生成されたArt作品は、アーティスト独自の（生体）特性と「一回性」を持つため、Art作品の価値¹⁸を棄損することなく、新しい作品を生み出すことが可能となる。

4つ目のポイントとして、**脳の自発活動×拡散モデルでは、新しい受容体験を Audience に提供可能**である。前述の通り¹⁶、脳の自発活動×拡散モデルは一回性とリアルタイム性を同時に満たしたインスタレーション等の開催に適しており、Audienceにとっても希少性の高い受容体験となる。

4. 今後の展望と課題

（1）Art や作者に特化した拡散モデルの開発

今後、NeuroTech×Artによる視覚芸術を発展させていくために、最も必要となるのはより**Artに特化したモデルの開発**である。この方向性に関しては、既に複数の**有望なモデルが公表されている**。例えば、Blank Canvas Diffusion Model モデル（BCDM）と Opt-in Art Adapter と呼ばれる機構を組み合わせたモデル¹⁹では、一切のArt作品を含まない単なる記録写真データのみを用いて学習を行い、その後 Low-Rank Adaptation* と呼ばれる手法を用いて、任意形式（Opt-in）で、ごく少数の芸術作品（9～50点）からそのArtスタイルを学習させることに成功している（図5）。現状このモデルにNeuroTechは組み合わされていない。しかしながら、著作権問題の回避を現実的なものとしているという点で、実運用可能なArt型AIの有力候補の1つであり、将来的にはNeuroTech技術と組み合わせることにより大きな社会的インパクトをもたらす可能性がある。

（2）NeuroTech×Artの倫理と著作権問題

NeuroTech×Artの技術応用は着実に前進している一方で、技術以外に、いくつかの問題点が挙げられる。1つ目の問題点は倫理面に関することで、プライバシー問題等が挙げられる。脳活動データは個人情報であり、その収集、保存、利用に関しては慎重な取り扱いが必要となる。本レポートで紹介した技術は、脳活動から実際の脳内イメージを視覚化するものではないため、思考や感情を読み取られるといったプライバシー侵害のリスクは小さいが、**データ提供や管理に関する事前の取り決め等は必須**である。とりわけ、脳データを提供する個人には、その個人のデータがどのような目的で、どのように利用されるのかについて、将来的な使用可能性を含めて、明確な説明とインフォームド・コンセントの取得が必須となる。

* Low-Rank Adaptation: これまでの学習内容を保ったまま、追加学習を行う仕組み。

2 つ目の問題点は NeuroTech×Art の知的財産権に関するものである。問題になりやすいものとして拡散モデルの学習に用いる画像データの著作権が挙げられる。現在、日本を含む多くの国々は、著作権の取り扱いについて国際的に定められた「ベルヌ条約」に加盟している。この国際条約に基づけば、海外の著作物もそれが使用された国の著作権法に基づいて運用することが可能となる。その上で、文化庁は拡散モデルを含む生成 AI と著作権に関して、AI の開発学習段階と生成・利用段階を分けて考える必要があるとの見解を公表²⁰している。具体的には、AI の開発学習段階では「人間が作品を楽しむ（＝享受する）ためのものではなく、機械的な処理の一環である場合は、著作権の許諾を得なくても AI の学習データとして利用できる」と述べられている（著作権法第 30 条の 4）。ただし、この点に関して 2 つ注

意点が（①類似性と②依拠性）ある。学習自体は認められていても、AI が生成した作品が既存の著作物と似ていた場合（類似性）、著作権侵害に該当する可能性がある。この類似性に加えて、プロンプト入力等によって、既存の著作物を指定して生成した場合（依拠性）、その著作物を認識していたことになるため、明確な著作権侵害となる。従って、「生成・利用段階でリスクが発生しないか」を慎重に確認する必要がある。

さらに AI 学習において、無許可で特定の作者の作品からその作者独自のスタイル等を学習とする場合、著作権侵害につながる可能性がある。この点に関して、本レポートで紹介した BCDM では opt-in 方式を採用しているため、その作者から使用許可を得ることで著作権問題を回避可能なため、生成 AI に関する著作権の対応が現実的に運用可能となる可能性が高い。画像生成 AI は多種多様なアプローチが提案されていることもあり、具体的な運用に関してはそのモデルの仕組み等を理解した上で、運用することが推奨される。

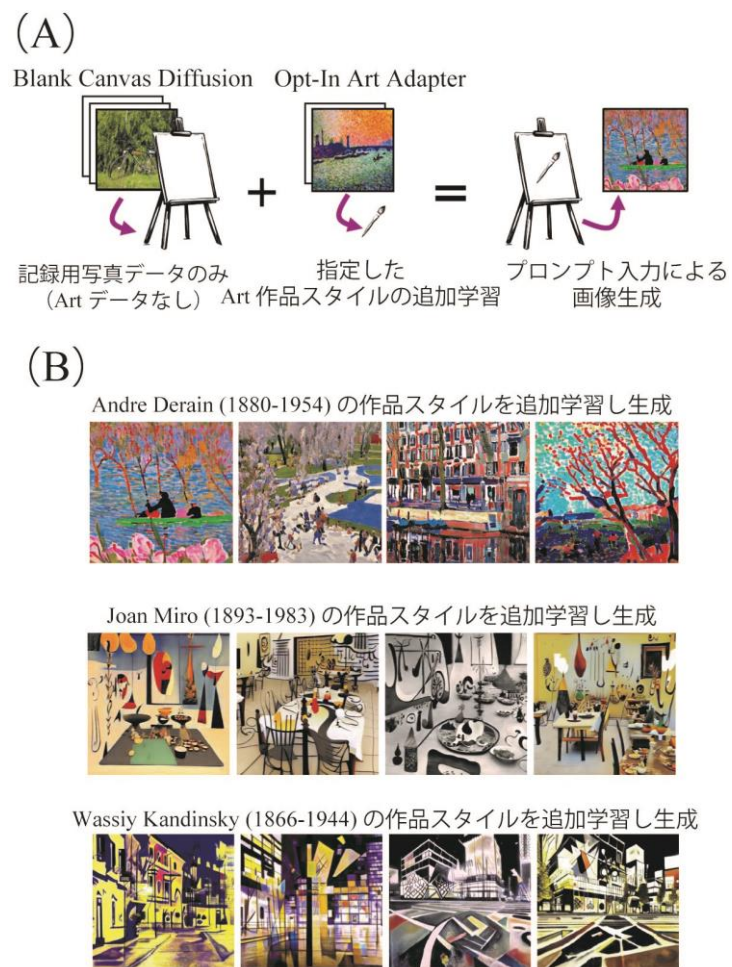


図 5 Blank Canvas Diffusion Model + Opt-In Art Adapter による画像生成例。Ren et al. (2025)より引用。

5. おわりに

本レポートでは、NeuroTech×Art に関する新技術を紹介し、視覚芸術の新しい可能性を呈示することを目指した。NeuroTech×Art は、Art を構成する 4 つの要素に対して、全く新しい角度からアプローチできることを述べた。この際に鍵となる要素として、脳の自発活動と拡散モデルと呼ばれる画像生成技術 (AI) に着目した。**NeuroTech×Art は、既存の AI による Art 作品生成に関する様々な弱点 (例：複製可能性) を克服し、作者の創造性の向上や Audience にとっても新しい受容体験を提供することに秀でている。**また、本レポートでは技術以外の点に関しても、富裕層向けオルタナティブ資産としての Art、ブランディングとしての企業による Art 支援など、Art が持つ市場価値や公共性についても言及した。日本の Art 市場はまだ小さいものの、そのポテンシャルは大きいいため、本技術の動向に今後も注視する必要がある。

参考文献・補足

- ¹ Warhol, A. The philosophy of Andy Warhol: from A to B and back again. Houghton Mifflin Harcour (1977).
- ² Oktaviana AA, Joannes-Boyau R, Hakim B, Burhan B, Sardi R, Adhityatama S, Hamrullah, Sumantri I, Tang M, Lebe R, Ilyas I, Abbas A, Jusdi A, Mahardian DE, Noerwidi S, Ririmasse MNR, Mahmud I, Duli A, Aksa LM, McGahan D, Setiawan P, Brumm A, Aubert M. Narrative cave art in Indonesia by 51,200 years ago. *Nature*. 2024 Jul;631(8022):814-818. doi: 10.1038/s41586-024-07541-7.
- ³ Mastandrea S, Maricchiolo F, Carrus G, Giovannelli I, Giuliani V, Berardi D. Visits to figurative art museums may lower blood pressure and stress. *Arts Health*. (2019) Jun;11(2):123-132. doi: 10.1080/17533015.2018.1443953.
- ⁴ Nanda U, Eisen S, Zadeh RS, Owen D. Effect of visual art on patient anxiety and agitation in a mental health facility and implications for the business case. *J Psychiatr Ment Health Nurs*. 2011 Jun;18(5):386-93. doi: 10.1111/j.1365-2850.2010.01682.x.
- ⁵ Cotter, Katherine N., et al. Virtual art visits: Examining the effects of slow looking on well-being in an online environment. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts* (2023).
- ⁶ The Art Basel and UBS, Art Market Report 2025. <https://theartmarket.artbasel.com/>
- ⁷ Adam, M. G. Big bucks: The explosion of the art market in the 21st century. Ashgate Publishing, Ltd. (2014).
- ⁸ Shellie K, [Art is Good for Business](#) (2018)
- ⁹ 「群馬パーセントフォーアート推進について」、群馬県地域創生部, (2024 年)
- ¹⁰ 文化庁, 「[日本のアート市場の規模等に関する調査レポート 2024](#)」
- ¹¹ 美術手帖, 「[2023 年大型展覧会の入場者数を振り返る](#)」「[2024 年大型展覧会の入場者数回顧](#)」
- ¹² 東京都現代美術館 「[坂本龍一|音を視る 時を聴く](#)」
- ¹³ 西下慧 日本総合研究所 先端技術ラボ 「[ブレインテック最新動向 2025](#)」
- ¹⁴ Ishizu T, Zeki S. Toward a brain-based theory of beauty. *PLoS One*. 2011;6(7):e21852. doi: 10.1371/journal.pone.0021852.
- ¹⁵ Bartoli E, Devara E, Dang HQ, Rabinovich R, Mathura RK, Anand A, Pascuzzi BR, Adkinson J, Kenett YN, Bijanki KR, Sheth SA, Shofty B. Default mode network electrophysiological dynamics

-
- and causal role in creative thinking. *Brain*. 2024 Oct 3;147(10):3409-3425. doi: 10.1093/brain/awae199.
- ¹⁶ Yamashiro K, Matsumoto N, Ikegaya Y. Diffusion model-based image generation from rat brain activity. *PLoS One*. 2024 Sep 6;19(9):e0309709. doi: 10.1371/journal.pone.0309709.
- ¹⁷ 窪田望, 「[あなたの脳波から AI でアートをつくる展](#)」 (2024 年)
- ¹⁸ Walter Benjamin, 『複製技術時代の芸術』 (1999 年), 晶文社.
- ¹⁹ Ren H, Materzynska J, Gandikota R, Bau D, Torralba A. [Art-Free Generative Models: Art Creation Without Graphic Art Knowledge](#). (2025)
- ²⁰ 「[AI と著作権について](#)」, 文化庁 (2024)

執筆者

大城 武史 (Takefumi Ohki)

2024 年入社。アカデミアで神経科学研究に従事した経験を活かして AI、神経科学分野全般の技術調査・検証・開発等に従事。