

AI と心理実験を用いたアートの抽象化の検討 Investigation of Art Abstraction Using AI and Psychological Experiment

マイ コンフン[†] 土佐 尚子[‡] 楠見 孝[‡] 中津 良平[‡]
Mai Cong Hung Naoko Tosa Takashi Kusumi Ryohei Nakatsu

1. はじめに

絵画の歴史は、私たちの周囲にある風景などの実在物をできる限り正確に描くことから始まり、徐々にそれを抽象的に表現するようになり、現代絵画は抽象絵画の時代に入っている。絵画は何をどのように抽象化し表現しているのかというのは興味深いテーマである[1][2][3]。一方で、深層学習を基本とした AI が近年急激に進歩しており、精密な人の顔画像を生成したり、写真をアート風の画像にスタイル変換したりする新しい技術が生まれている。

本研究では、AI のスタイル変換機能を用いて、絵画と実在物の関係を検討する。スタイル変換で得られた画像の評価には、心理評価実験の方法論を用いる。これによって絵画は何を抽象化しようとしているのかにアプローチする。

2. CycleGAN を用いたアートスタイル変換

最近の深層学習を基本とした AI の進歩において、GANs と呼ばれる新しい技術が生み出されている[4]。GANs は、図 1 に示すようにできるだけ実物に似た画像を生成しようとする「生成ネットワーク」と、実物画像と偽画像をできるだけ正確に識別しようとする「識別ネットワーク」のゼロサムゲームにより、少ない学習データを用いても比較的容易に学習が収束する特徴を持っている。

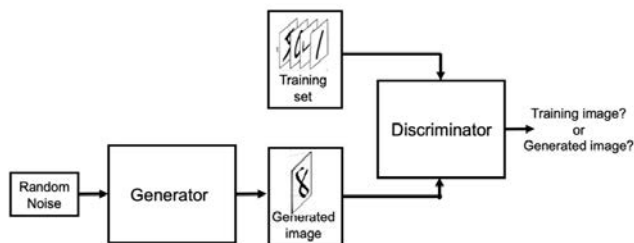


図 1. GANs の基本構成 [4]

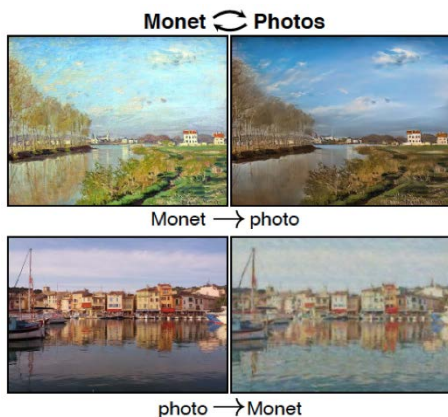


図 2. CycleGAN を用いた写真とモネの絵画の相互変換 [5]

種々の GANs が提案されているが、筆者はその一つである CycleGAN に着目した。CycleGAN は、変換した画像を再び逆変換して元の画像にできるだけ似た画像を生成することをめざした GANs である[5]。CycleGAN を用いると、2 つの画像セット間の相互変換が可能となり、図 2 に示すように例えば写真をモネ風の画像にできる。これは写真にアートスタイルを付加していると考えられるため、スタイル変換と呼ばれている[5]。

3. 実在物とアートの関係

CycleGAN のスタイル変換機能を用いることにより、実在物と絵画の関係をモデル化することができる。図 3 は風景を変換したものが風景画であることを示している。これをより抽象的に表現すると図 4 のようになる。図 4 は、実在物の本質を取り出して表現したものがアートであることを示している。この変換がうまくできる場合は、絵画と実在物の間に強い関係があることになる。言い換えれば、絵画が実在物の本質を取り出して表現している、もしくは実在物を抽象化して描いていることを示している。

うまく変換ができたか否かの評価には、心理実験の枠組みを用いる。このような方法論を用いることによって、絵画が何を抽象化して表現しているかを知ることができると考えられる。

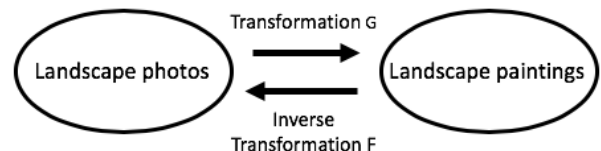


図 3. 風景と風景画の関係

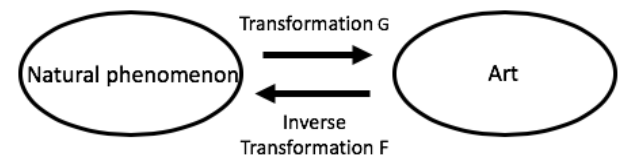


図 4. 実在物とアートの関係

4. Cycle GAN を用いた実在物のスタイル変換実験

CycleGAN を用いて実在物とアートの関係を調べる実験を行う。そのために、CycleGAN のスタイル変換機能を用いて、複数種類の実在物を複数のスタイルの絵画やアートのそれぞれにスタイル変換する。種類としては西洋および東洋の抽象的なアートとして以下の 3 つを用いた。

(1) 生け花

生け花は、実際の花や草木を用いて自然を表現している。しかし自然をミニチュアのように具象表現しているわけではなく、できるだけ少ない花や草木で、ミニマルな形で表現しようとしており、自然を抽象表現したアートといえる。

[†] 大阪大学 Osaka University

[‡] 京都大学 Kyoto University

ここでは、CycleGAN の学習用に Flickr から選んだ約 500 枚の生け花の画像を用いた。

(2) 山水画

山水画は一見すると具象画のように見えるが、現実の自然の風景を描いたものではなく、画家の心の中にある心象風景を描いたものである。その意味で、抽象画と言える。さらに西洋の物理法則に従った遠近法に対して、複数の方向から見た風景を一つの絵画に取り入れた「三遠」と言われる遠近法を取り入れており、東洋的な抽象画である。ここでは、CycleGAN の学習用に Google Image search により選んだ約 300 枚の山水画の画像を用いた。

(3) カンディンスキーの絵画

カンディンスキーは西洋抽象絵画の創始者であり、最近の抽象絵画に比較すると、実在物との関係が強いと考えられる。西洋抽象絵画の代表としてカンディンスキーの絵画を用いることとした。ここでは、CycleGAN の学習用に Wiki Art から選んだ約 300 枚のカンディンスキー絵画の画像を用いた。カンディンスキーの絵画の例を図 5 に示す。



図 5. カンディンスキーの絵画の例

実在物としては以下の 2 種類を用いた。

(4) 自然風景写真

写実絵画は、自然風景を写実的に表現したものが多い。生け花や山水画は一見すると自然の風景を具象的に表現したもののように見えるが、先に述べたように実は自然の風景を抽象表現したものと考えられる。そのため、スタイル変換によって風景を生け花風や山水画風に変換できるか否かは興味深い問題である。一方、カンディンスキーの抽象絵画と風景の関係はわかっていないため、どのような関係にあるかを調べることは興味深い。ここでは、CycleGAN の学習用に約 1000 枚の自然風景の画像を用いた。そのうち約 500 枚は自然風景の遠景であり、残りの約 500 枚は近景である。図 6 に自然風景画像の例を示す。



図 6. 自然風景画像の例

(www.pexels.com/search/landscape/)

(5) 都市風景写真

もう一つの実在物として都市の風景写真を用いる。自然の風景に対して人工的な都市風景は近代の風景であり、西洋の抽象絵画との相性がいいのではと予想される。また都市風景が生け花や山水画とどのような関係があるかは興味深い。ここでは、CycleGAN の学習用に約 1000 枚の都市風景の画像を用いた。そのうち約 500 枚は都市風景の遠景であり、残りの約 500 枚は近景である。図 7 に都市風景画像の例を示す。



図 7. 都市風景画像の例

(www.pexels.com/search/city%20landscape/)

5. 得られた画像の心理評価実験

(1) 心理評価実験に用いたデータ

4 種類の風景画像を 3 種類のアートにスタイル変換して以下の 12 種類の画像セットが得られる。

- 1) 自然風景・遠景を（生け花、カンディンスキー、山水画）スタイルに変換した 3 種の画像セット
- 2) 自然風景・近景を（生け花、カンディンスキー、山水画）スタイルに変換した 3 種の画像セット
- 3) 都市風景・遠景を（生け花、カンディンスキー、山水画）スタイルに変換した 3 種の画像セット
- 4) 都市風景・近景を（生け花、カンディンスキー、山水画）スタイルに変換した 3 種の画像セット

15 種の画像セットからそれぞれ 15 枚の画像を選んで心理実験に用いた。実験に用いた画像の例を図 8~9 に示す。



図 8. 上段：元の自然風景・遠景の画像、下段：上段の画像を生け花風、カンディンスキー風、山水画風に変換した画像



図 9. 上段：元の都市風景・近景の画像、下段：上段の画像を生け花風、カンディンスキー風、山水画風に変換した画像

(2)被験者

京都大学の学生 48 名を被験者として用いた。年代は 10 代～20 代である。

(3)実験方法

上に述べた、3 種類のアートスタイル（生け花風、カンディンスキー風、山水画風）×元の写真 4 種類（自然風景遠景、自然風景近景、都市風景遠景、都市風景近景）×各条件の画像 15 枚、計 180 枚の画像を被験者に評価してもらった。評価は以下の 4 種類の質問に 7 段階(1～7)の SD 法で回答してもらう方式とした。

質問 1：（生け花、カンディンスキーアート、山水画）にどの程度似ていますか？

質問 2：（生け花、カンディンスキーアート、山水画）としての新しさを評価してください。

質問 3：具象画としてみた場合の評価をしてください。

質問 4：抽象画としてみた場合の評価をしてください。

実験は Google Form を用いてオンラインで行った。本報告では、これらのうち質問 1、2 に関する結果を示す。

6. 実験結果と考察

(1) 実験結果

得られた結果を上 2 つの質問ごとにグラフ化したものを図 10～図 11 に示す。

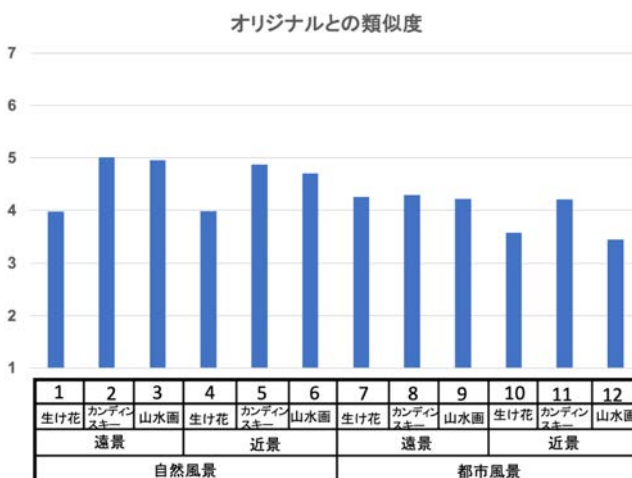


図 10. オリジナルとの類似度

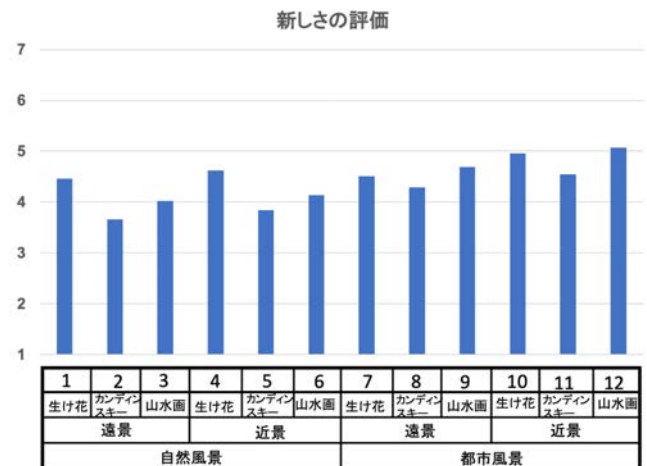


図 11. 新しさの評価

(2)考察

1)オリジナルとの類似度

本評価項目では、提示した画像がオリジナルのアート（生け花、カンディンスキー、山水画）の特徴をどの程度保持しているかを評価してもらった。図 10 を補完するために、Holm 法を用いた多重比較の結果を図 12（自然風景と都市風景の比較）、図 13（遠景と近景の比較）、図 14（生け花、カンディンスキー、山水画の比較）、図 15（ジャンル別の自然風景と都市風景の比較）に示す。

図 10 で注目すべきは、都市風景に比較して自然風景の方が総じて評価値が高いことである。図 12 の多重比較の結果を見ると、1%条件で有意に自然風景の評価値が高い。これは、アートが自然風景さらに図 13 の結果も含めると、自然風景の遠景を抽象化していることを意味している。言い換えれば、アートが自然を抽象化したものであるという仮定を支持している。

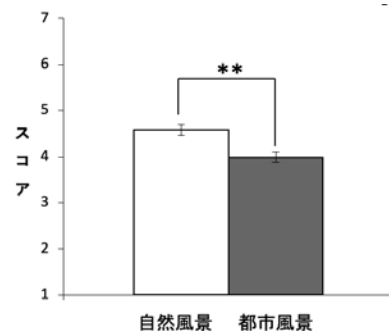


図 12. 自然風景と都市風景の比較

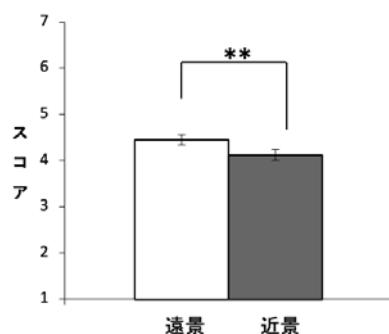


図 13. 遠景と近景の比較

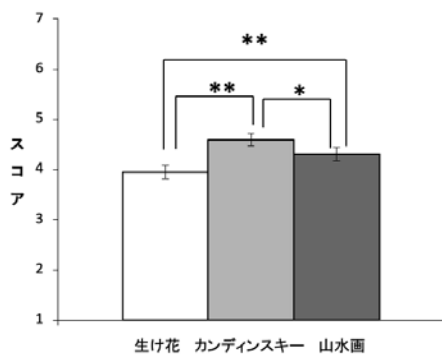


図 14. 3つのアートジャンルの比較

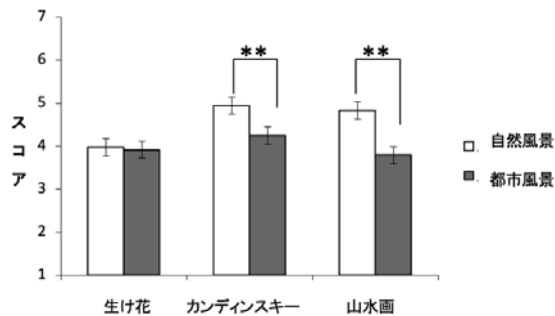


図 15. ジャンル別に見た自然風景と都市風景の評価値比較

ジャンル間で見ると、カンディンスキーの評価値が高いことが注目される。図 14 に示されるように 5%条件で有意に山水画より評価値が高く、1%条件で有意に生け花より評価値が高い。さらに図 15 にジャンル別に見た自然風景と都市風景の評価の比較を示したが、カンディンスキーと山水画はいずれも 1%条件で有意に自然風景の方が評価値が高い。山水画は自然風景を表現していると考えられるため自然風景に対する評価値が高いのは理解できるが、カンディンスキーが 1%条件で有意に自然風景の方が評価値が高いのは大変興味深い。先に、近代の産物である抽象画は都市風景などの人工物との相性が良いのではという仮定を提示したが、この仮定が否定される結果となっている。この理由に関しては、現時点では仮定であるが、カンディンスキーが抽象画の始祖と言われることと合わせると、カンディンスキーの抽象画は実在物を具象的に表現した写実派・印象派の流れを引き継いでいることを示していると考えられる。

遠景と近景の比較においては、図 13 が示すように、遠景が近景に対して 1%条件で有意に評価値が高い。これは、近景が例えば自然風景の場合は特定の樹木であったり都市風景であれば特定の建造物が写っていたりと、対象による変動が大きいことが影響していると考えられる。

また山水画とカンディンスキーに比較して、生け花の評価値が中間値付近でありあまり高くはないことが注目される。多重比較では、図 14 に示すように、生け花は山水画及びカンディンスキーに比較して 1%条件で有意に評価値が低いことが示されている。当初は、生け花と自然風景の親和性が高いと考えられることから、生け花の評価が高くなると予想したが、予想に反する結果が得られた。この理由としては、被験者がほぼ全て日本人であり、日本人は生け花に普段接する機会が多いことがあげられる。そのため、生け

花のあるべき姿に対して厳しい鑑賞眼を持っており、風景画像をスタイル変換したものを本物の生け花とは認め難いと評価したと考えられる。

2) 新しい評価

本評価項目では、提示した画像がオリジナルのアート（生け花、カンディンスキー、山水画）に対して、新しいアートとして認められるどうかを評価してもらった。図 11 を補完するために、多重比較の結果を図 16（自然風景と都市風景の比較）、図 17（遠景と近景の比較）、図 18（生け花、カンディンスキー、山水画の比較）、図 19（ジャンル別の遠景と近景の比較）に示す。

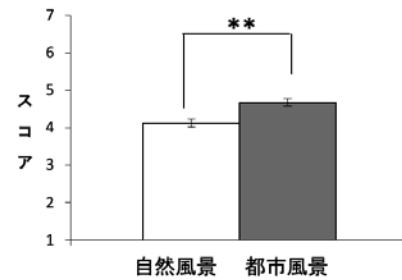


図 16. 自然風景と都市風景の比較

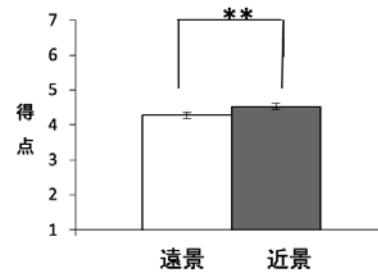


図 17. 遠景と近景の比較

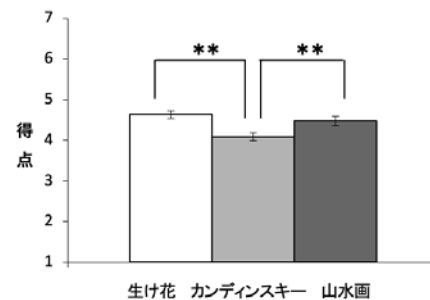


図 18. 3つのアートジャンルの比較

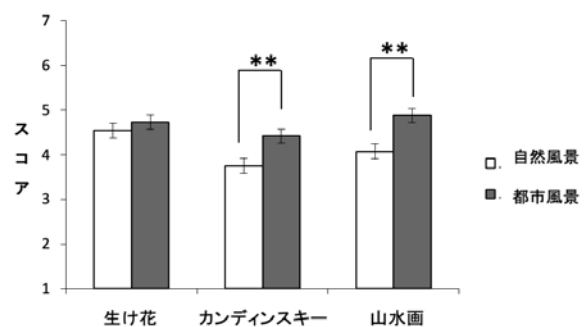


図 19. ジャンル別の遠景、近景の評価値比較

図 11 で注目されるのは、自然風景より都市風景の方が総じて高い評価値が得られていることである。図 16 の多重比較の結果が示すように 1%水準で有意に都市風景が自然風景に対して優れた評価値を得ている。これは、人工物である都市の風景をスタイル変換して得られた画像が、自然風景をスタイル変換して得られた画像より、アートとしての新しさが評価されていると理解できる。また遠景・近景の比較に関しては、図 17 に示すように 1%条件で有意に近景が遠景に対して高い評価値が得られている。これは、近景が自然風景の場合は特定の樹木であったり都市風景であれば特定の建造物が写っていたりと対象による変動が大きいことが、逆に新しさを生んでいると評価されたと理解できる。

また、ジャンル間の比較に関しては、1)と逆で生け花が高い評価を得ている。図 18 に示すように、評価値は生け花、山水画、カンディンスキーの順になっている。また生け花とカンディンスキー、山水画とカンディンスキーの比較では 1%水準で有意に生け花及び山水画がカンディンスキーより高い評価値を得ている。また生け花と山水画の比較に関しては、有意差がないと評価されている。

1)の結果と合わせて考えると、生け花が「生け花らしく見えるか」という問いに対する評価が低かったのに対して、「新しい生け花に見えるか」という問いに対しては高い評価値が得られているというのは注目すべき結果である。先に、日頃生け花を見慣れている被験者が生け花に対する厳しい審美眼を持っているという仮定を述べたが、他方で被験者が、自然風景や都市風景を生け花風にスタイル変換した画像が、新しい生け花としての可能性を持っていると評価していることを示している。先に述べたように、生け花は自然をミニマルな形で抽象的に表現していると考えられるが、これらの結果は生け花の本質を日本人が理解しており、それが評価結果に反映されていることを意味している。

また山水画も生け花に次いで、自然風景や都市風景を山水画風にすることによって、新しい山水画としての可能性を被験者が見出し評価していると考えられる。特に図 19 が示すように、都市風景を山水画風にすることによって、新しい山水画が得られると評価されている。中国のアーティスト、ヤン・ヨンリャンによる都市風景を山水画風にしたアートがあるが(図 20、[6])、これは本評価結果を具現化したものであると考えられる。



図 20. ヤン・ヨンリャンによる山水画

7. まとめ

本研究では、実在物とアートの関係性を調べる検討を行った。アートは実在物を抽象表現したり実在物の本質を取り出して表現したものであると言われるが、それを実証

する研究は行われてこなかったのではなかろうか。ここでは、最近の AI の技術である GANs、特に CycleGAN と呼ばれる技術が、写真などに特定のアートジャンルのアートスタイルを載せた画像を生成することができるスタイル変換という技術に着目した。

この技術を用いることによって、写真などをアート風にすることが可能となる。もちろんなんでもアート風にできるわけではなく、元の写真などの画像とアートの間にある種の類似性がある場合に交換がうまくできるという特徴がある。このことは、交換がうまくできることは元の画像とアートとの間にある種の関係性があることを意味している。例えば自然風景を山水画風に交換してうまくいくことは、山水画が自然風景を抽象的に表現したことを意味していると考えられる。

このような考え方に基づいて、ここでは生け花・カンディンスキーアート・山水画と実在物の関係を調べた。実在物としては、自然風景と都市風景を用い、さらにそれぞれに対して遠景と近景の 2 種類の風景写真を用いた。これらの風景写真を CycleGAN のスタイル変換機能を用いて、生け花風・カンディンスキーアート風・山水画風に交換し、それらの交換した画像を、元のアートジャンルにどの程度に似ているか、元のアートジャンルに対して新しい可能性を提示しているか、を評価した。AI 自体には生成された画像を評価する機能はないので、評価は被験者による心理評価実験の枠組みを用いた。

その結果をまとめると以下ようになる。

- ・生け花は、元の画像との類似性に関して、カンディンスキーアートや山水画に比較して特に自然風景との類似性が低いと評価された。他方で新しさの面では、風景画を生け花風に交換することによって新しい生け花が得られたと評価された。これは、日本人が生け花によく接しており、生け花に対する厳しい審美眼を持っていると同時に、生け花にさらなる可能性があると考えていることを示している。
- ・カンディンスキーアートは、元の画像との類似性に関して、生け花に比較して特に自然風景との類似性が高いと評価された。このことは抽象画であるカンディンスキーアートが、写実派、印象派の延長として自然風景と強い関係を保っていることを示している。
- ・山水画は、生け花、カンディンスキーアートの中間の特徴を有している。また、都市風景との結びつきは新しい山水画を生み出す可能性があることを示している。

参考文献

- [1] Elina Pihko et al., "Experiencing art: the influence of expertise and painting abstraction," *Frontiers in Human Neuroscience*, Vol.5, Article 94, pp.1-10 (2011).
- [2] Bernard Gorta, "Abstraction and art," *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 358, pp.1241-1249 (2003).
- [3] Robert Zimmer, "Abstraction in art with implications for perception," *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 358, pp.1285-1291 (2003).
- [4] Tero Karras, Samuli Laine, Timo Aila, "A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks," *arXiv:1812.04948* (2019).
- [5] Zhu, J, Park, T., Isola, P., Efros, A. A., "Unpaired Image-to-Image Translation Using Cycle-Consistent Adversarial Networks," 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), pp. 2242-2251 (2017).
- [6] <https://diversity-for-peace.com/jp/artists/yang-yongliang/>