

AI によるアートスタイルの学習と心理実験によるその評価

マイコンフン¹⁾ 中津良平(正会員)²⁾ 土佐尚子(正会員)³⁾ 楠見孝⁴⁾

- 1) 大阪大学大学院理学研究科 2) 京都大学防災研究所 3) 京都大学防災研究所
4) 京都大学大学院教育学研究科

Learning of Art Style and Its Evaluation Based on Psychological Experiments

Cong Hung Mai¹⁾ Ryohei Nakatsu²⁾(Member) Naoko Tosa³⁾(Member)
Takashi Kusumi⁴⁾

1) Graduate School of Science, Osaka University

2) Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

3) Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

4) Graduate School of Education, Kyoto University

hungmcuet@gmail.com, nakatsu.ryohei@gmail.com, tosa.naoko.5c@kyoto-u.ac.jp,
kusumi.takashi.7u@kyoto-u.ac.jp

アブストラクト

本論文は、AI 特に最近の技術である GAN (Generative adversarial network) と心理実験を組み合わせることによって、アートの分析の問題にアプローチする新しい方法論を提案することを目的としている。さらにその方法論を用いて、東洋/西洋の具象/抽象アートに対する印象の相違点・類似点および筆者の一人である土佐尚子が制作したアートの位置付けを明らかにするという課題に取り組んだ。具体的には、画像セットとして、花の写真セット (A)、西洋印象画の画像セット (B1)、西洋抽象画の画像セット (B2)、中国の具象画の画像セット (B3)、土佐が制作したアート画像セット (B4)、を用意した。GAN を使用して A から B のそれぞれへの変換を行い、作家やアートジャンルが匿名化された 4 つの画像セットが得られた。得られた 4 つの画像セットを使用して、23 人の学生からなる被験者に質問票に記入してもらう心理実験を行った。得られたアンケートを分析したところ、以下のことがわかった。西洋・東洋を問わず抽象絵画と具象絵画は異なると判断された。西洋と東洋の具象絵画は類似していると判断された。土佐のアート画像は、西洋の抽象絵画と類似していると判断された。これらの結果は、AI を分析ツールとして使用して、特定のアーティスト・アート作品・アートジャンルに対して被験者が持つ事前知識によって引き起こされるバイアスなしに、アートスタイルの違いの評価が行えることを示している。

Abstract

The purpose of this paper is to propose a new methodology that approaches the problem of art analysis by combining AI, especially the recent technology of GAN (Generative adversarial network), and psychological experiments. Furthermore, using the methodology, we tackled the task of clarifying the differences and similarities in impressions of Eastern/Western figurative/abstract art and the position of media art produced by one of the authors, Naoko Tosa. Several image sets have been prepared; a flower photo set (A), an art image set of Impressionism paintings (B1), an art image set of Western abstract paintings (B2), an art image set of Chinese

representational paintings (B3), and an art image set of abstract images created by Naoko Tosa, one of the authors (B4). The transformation from A to each of B was carried out using GAN and thus four image sets, for which their original artist and art genres were anonymized, were obtained. Using the obtained four image sets, a psychological experiment was carried out by asking subjects consisting of 23 students to fill in questionnaires. By analyzing the obtained questionnaires, we have found the following. Abstract paintings and representational paintings are judged to be different. Representational paintings in the West and East were judged to be similar. Abstract images by Naoko were judged as similar to Western abstract images. These results show that AI could be used as an analysis tool to investigate differences among artworks and art genres without a bias caused by the prejudice most subjects have toward specific artists, artworks, or art genres.

1. はじめに

筆者らは、アート制作に技術を取り入れるいわゆるアート&テクノロジーの領域で活動をおこなってきており、AIとアートの関係に関して従来から大きな興味を持ってきた。AIとアートの関係に関して最初に考えられるのは、AIをアート制作に用いることである。

人間の知的能力は論理処理と感性処理（非論理処理）から構成されるが、論理処理に関しては例えば将棋と囲碁において人間の棋士の能力を上回るようになったことから[1][2]、近い将来AIが人間の知的能力を超える可能性が大きいと言われていた[3]。一方アートに関わる感性処理に関しては、最近GAN（Generative Adversarial Networks）と呼ばれるAIの深層学習の新技術が提案され[4]、従来の方法に比べて少ない学習サンプルで深層学習を実行できるようになり、AIを用いたアート制作に関するさまざまな研究が行われるようになった。しかしこれらの研究の多くは、AIに特定のアーティストのスタイルを学習させ、学習したスタイルを持った画像を出力させる段階であり、また現時点ではAIがアートを創造できる段階には達していないと考えられる。このようなAIにアートの画像を作り出させる試み以外に、AIとアートの関係に関する別のアプローチはないだろうか？たとえばAIは、具象絵画と抽象絵画の違いや、東洋と西洋のアートの違いがどこにあるかなどの、アートの分析研究に使うことができないだろうか？

本論文では、上記のような問題意識のもとに、AIと心理実験を組み合わせてアートの分析を行うという課題を取り扱う。まず第2章では関連研究に関して述べる。次に第3章で、AIと心理実験を組み合わせてアートの分析にアプローチするための新しい方法論を提案する。さらに、アートの分析に関する具体的な課題として、東洋/西洋の具象/抽象アートを代表する4種類のアートジャンルを比較検討するという問題を取り上げる。第4章で、GANの1つであるCycleGANを使用して、花の写真をそれらのアートジャンルの持つアートスタイルに基づいて変換する具体的な方法を述べる。次に第5章では、得られた4種類の画像セットを、心理実験を用いて種々の評価項目に基づいて比較する。さらに実験結果の分析を行い、これらの4つの種類のアートスタイル間の関係に関するいくつかの結果を得る。第6章では考察を行う。特に、AIを用いたアートスタイル変換がアートジャンルやアートスタイルを匿名化する機能を持つことにより、事前の知識などによって生じる評価のバイアスを防いで、アートの評価ができるという利点を明らかにする。

2. 関連研究

2.1 AIを使用した芸術的な画像の作成

AIの学習過程では「ビッグデータ+深層学習」という手法[5]が発表されるまで、どのようなデータの特徴パラメータを学習に用いるかは事前に手動で決定していた。「ビッグデータ+深層学習」の大きな特徴は、ビッグデータを収集しておけば、ネットワークがデータ構造を自動的に分析し、人間による前処理なしで多層ネットワークの学習ができることである。このため、

ビッグデータを収集しそれを使って学習を行う方法が普及してきた。



図1. 「The Next Rembrandt」プロジェクトによって作成されたレンブラントスタイルの肖像画[6]

アートの分野でAIを利用する試みとして、多数のアート作品をビッグデータとして収集し、AIに学習させる方法が行われている。この手法によって、AIは特定のアーティストのアート作品の特徴を学習し、そのアートスタイルを持った画像を出力できる。この典型的な例は、大学といくつかの企業による「The Next Rembrandt」プロジェクトである[6]。このプロジェクトでは、最初にレンブラントによる346枚の絵画がデジタル化され、多層ネットワークを訓練するためのデータとして使用された。その結果、レンブラントのタッチ、色、レイアウト、およびその他の特性が情報として多層ネットワークに保存される。次に、右側を見る白人、襟付きの黒い服、黒い帽子などの条件を入力すると、多層ネットワークからの出力として、レンブラントの描いたような画像が得られる（図1）。

また最近、AIが制作した絵画がアートオークションの1つで約5万ドルの高値で販売されたことが発表された[7]。AIによって作成された絵画がアート業界で高額で取引されたというニュースは、大きな話題になった。

ただし、これらをもってAIがアート創作能力を持っていると判断されるわけではないし、筆者が複数のアート研究者と議論した結果では、彼らもそのように考えている。

2.2 AIを使用したアートスタイルの学習

ディープラーニングは多くのレイヤーで構成されるニューラルネットワークを学習させるため、前処理、特徴データの抽出などこれまで人間によって実行された処理を実行することなく、学習データの構造を自動的に学習できる。そのことによって、AIが優れた識別能力を持っていることが明らかになったが、一方で多層ネットワークの学習には大量のデータが必要になるという問題がある。

これに対し最近、比較的少数の学習データで深層学習を実行できるGAN（Generative Adversarial Networks）と呼ばれる新しい学習方法が提案された[8][4]。GANは、図2に示すように、生成ネットワークと識別ネットワークの2つのネットワークで構成される。たとえば画像の生成/識別の場合、生成ネットワークは識別ネットワークが識別できないようなフェイク画像を生成するよう学習を進める。一方識別ネットワークがより正確な識別を実行できるように学習を進める。これら2つのネットワ

ーク間でゼロサムゲームとして学習を実行することにより、比較的少数の学習データでも深層学習の収束が可能となる。このGANの基本概念に基づいて、DCGAN [9]、Pix2Pix [10]、CycleGAN [11]、ProGAN [12]、StyleGAN [13]などが提案されており、興味深い結果が得られている。

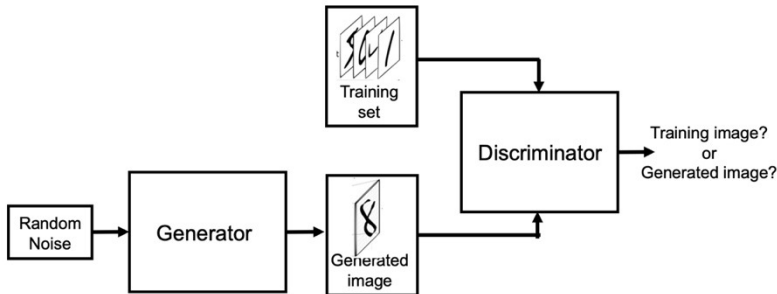


図 2. GAN の基本構成 [8]

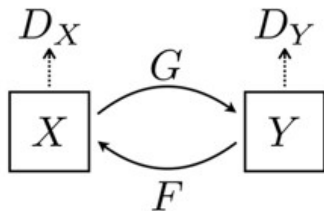


図 3. CycleGAN の基本概念

(<https://www.tensorflow.org/tutorials/generative/cyclegan>)

それらの中で、CycleGAN は 2 つの画像セット間の相互変換を可能にする新しい方法である [11]。図 3 に CycleGAN の基本概念を示す。CycleGAN では、2 つの画像セット (X, Y) が与えられると、それらの変換関数 G と逆変換関数 F を考える。また、 D_x と D_y の 2 種類の誤差を考える。 D_x は X に G を適用してから F を適用することによって得られる X' と X の差による誤差である。同様に、 D_y は Y に F, G を適用することによって得られる Y' と Y の差による誤差である。ネットワークの学習は、これら 2 つのタイプの誤差の合計が最小になるように実行される。

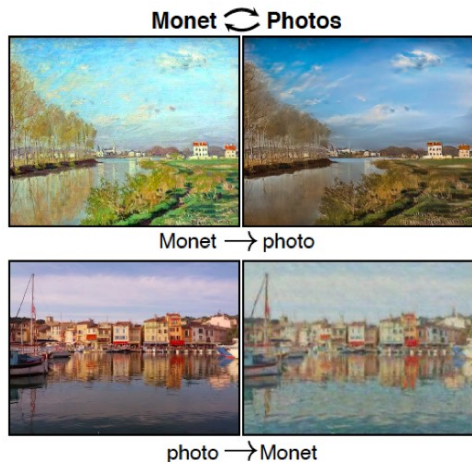


図 4. CycleGAN を使用した風景写真とモネ絵画の間の変換 [11]

CycleGAN が提案されるまでは、GAN は 2 つの画像セット間の変換にはそれぞれのセットに属する画像間の 1 対 1 の対応を必要としていた。それに対し CycleGAN では、画像セット X と Y の間にそのような対応がなくても、それらの変換が可能となる。この機能を使用することにより、たとえば、特定の画家 (たとえば、モネ) の絵画セットと風景写真のセットを学習することにより、これらの画像セット間の相互変換が可能になる。図 4 は、この機能を使用してモネの絵画を風景写真のような画像に変換したり、また風景写真からモネのスタイルを持った風景画像を作成した結果を示している [11]。

このことから、CycleGAN に代表される幾つかの GAN では、特定のアーティストやアートジャンルのアートスタイルを学習し入力画像をそのアートスタイルを持った画像に変換できるという主張がされている。ただしここで注意すべきは、「アートスタイル」というのは非常に複雑な概念であり、GAN 特に CycleGAN が特定のアーティストやアートジャンルのアート作品から抽出できるのは、アートスタイルが意味するものの一部と考えられることである。したがって、この論文では「アートスタイル」の意味は、現在の AI が抽出できる性質に限定することとする。

2.3 アートスタイルの心理的評価

人々がアート、特に絵画をどのように評価するかに関する研究は、フェヒナーが人々の心地良さや不快などの感情を定量的に測定しようとして実験的な美学を始めた 19 世紀後半に始まった。それ以来、アートの美しさとそこから派生する感情について、心理学でさまざまな研究が行われてきた。アートスタイルの研究についても、さまざまな研究が行われている。たとえば、岡田・井上 [14] は、具象絵画と抽象絵画のいずれが好まれるかに関する心理実験を行い、具象絵画が好まれることを示した。Farkas [15] は、シュルレアリスムの絵画を使用して人々が好むアート作品を調査し、有名なアート作品が好まれることを発見した。Polzella らは [16]、風景画や伝統的および現代的なスタイルで描かれた肖像画を用いて、オリジナルのカラー絵画を提示する場合と白黒に変換された絵画を提示する場合を比較した。その結果、伝統的なスタイルが好まれ、かつ風景画の場合はカラー付きの評価が高く、肖像画の場合は白黒の評価が高いことがわかった。アートの専門家とアマチュアの間での絵画の評価の違いを調べる研究もある。代表的な例として、Winston and Cupchik [17] は、専門家とアマチュアがファインアートの絵画と世俗的な絵画のいずれを好むかに関する実験を行い、専門家はファインアートを好み、アマチュアは世俗的な絵画を好むことを見出した。

これらの実験で使用されたサンプルは、すべてオリジナルの絵画またはそれらを白黒変換したものである。このことは、心理実験の際に絵画の制作者を推測することが容易であることを示しており、そのことが評価結果に影響を与えたと考えられる。

後述するように本研究は、AI のスタイル変換機能を利用してアーティストやアート作品を匿名化することで、このようなバイアスを回避できるという特徴を持っている。

3.本研究の枠組み

3.1 基本コンセプト

第2章で説明したように、各画像セットに属する画像間に1対1の対応がない場合でも、CycleGAN を使用して2つの画像セット間の変換を実行できる。図4に風景写真とモネの風景画の間の変換の例を示したが、AI がモネの絵画の特徴やスタイルを学習し、その特徴やスタイルを風景写真に適用できることを示している。図5にそれが意味するところを概念図で示した。最初のCycleGAN の論文[11]では、風景写真をモネのスタイルを持った画像に、またその逆に変換できると述べているだけである。

しかし著者は、CycleGAN は、さまざまなアートスタイルの比較など、アートに関連するさまざまな問題を研究する際にも用いることができると考えている。特に著者は、東洋の具象/抽象アートスタイルと西洋の表象/抽象アートスタイルの4つのアートスタイルの比較に非常に興味を持っており、本論文の目的の一つは、AI のスタイル変換の機能を使用してこれを研究することである。

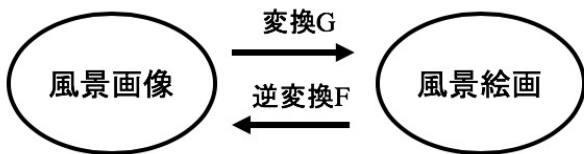


図5. AI の観点から見た風景写真と風景画の関係

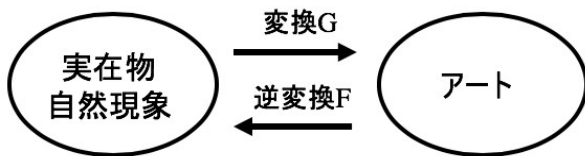


図6. AI の観点から見たアートと自然現象の関係

図5は、抽象化すると図6のように書くことができる。実在物や自然現象から抽出された本質的な特徴を抽出したものがアートであると考えれば、CycleGAN を用いることによって実在物や自然現象とその本質を抽出したアートとの相互変換が可能であると考えられる。

「芸術は自然を模倣する」というアリストテレスの有名な言葉があるが、絵画に代表される芸術の歴史において、当初は絵画は自然をそのまま模倣しようとしたと考えられる。西洋における写実主義などがそれに当たるだろう。しかし時代が進むにつれて、自然をそのまま描こうとするのではなく人間の目に写る光やその移り変わりを描こうとする印象主義が生まれてくる。まだこの段階では描かれている対象が明確であり具象画のレベルである。しかしその後、キュビズムや超現実主義が生まれ、さらに最近の抽象絵画へと続くのが西洋の絵画の歴史である。

抽象絵画になるとすでに絵画が何を描いているかが不明なレベルになっているが、それでも抽象絵画は私たちを取り巻く自然などからアーティストが心で感じた本質的なものを抽出して絵画化したものだと言えるだろう。

一方で東洋の絵画の歴史は古くから描いている対象が明らかであるという特徴を持っている。むしろ、水墨画などのように色彩を取り去ったりするミニマルリズムの方向や、日本の浮世絵のように、対象の持つ特徴を強調したりする描き方に特徴があり、西洋と比較すると具象画のレベルに留まっているといえることができる。

このような状況において、AI を活用して東洋/西洋の具象/抽象絵画の関係をアートスタイルの観点から研究することは興味深いテーマである。このような研究を行う際、代表的な東洋の具象アートと西洋の具象/抽象アートを見つけるのは比較的容易である。しかし、代表的な東洋の抽象アートを見つけることは難しい。もちろん、最近多くの東洋のアーティストが抽象絵画を制作しているが、それらの多くは西洋の抽象絵画の影響を受けている。一方、筆者の一人である土佐尚子は、抽象アートの制作に積極的に取り組んでおり、本論文では彼女の作品を東洋の抽象アートの例として用いる。次の章では、流体アートと呼ばれる流体现象に基づく彼女の最近のアート作品について説明する。

3.2 流体アート

流体の振る舞いは物理学の重要な研究テーマであり、流体力学[18]として研究されてきた。流体はさまざまな条件下で美しい形状を作り出すことができることが知られている。美しさはアートの基本的な要素であるため、アート制作の基本的な方法論として流体力学を利用するのは自然なことである。著者の一人である土佐尚子は、流体の振る舞いを高速度カメラで撮影することで「流体アート」を生み出すプロジェクトを主導してきた。

流体现象の例の一つは、「ミルククラウン」である。ミルクの液面に一滴のミルクを落として高速度カメラで撮影すると、王冠のような美しい形を形成することはよく知られている。

流体アートを作成する手法の一つは、音の振動を絵の具やその他の流体に与えて高速度カメラで撮影する方法で、この方法で生け花のような形状が生成されることがわかった。具体的な方法は、スピーカーを上向きに置き、その上に薄いゴムフィルムを置き、その上に絵の具などの液体を置き、スピーカーを音で振動させるといものである。その結果として絵の具が飛び上がり、さまざまな形が作り出される。

筆者の1人である土佐尚子は、この環境を利用して音の形、音の周波数、流体の種類、流体の粘度などを変えることで、さまざまな流体の形状が生成されることを見出した[19]。さらに得られたビデオを日本の季節の色に合わせて編集し、「サウンドオブ生け花」[20][19]と呼ばれるビデオアートを制作した。図7は、サウンドオブ生け花のシーンの一つを示す。2017年4月に彼女は、文化庁文化交流使としての活動の一環としてニューヨークのタイムズスクエアで60以上のデジタルサイネージを使

用してサウンドオブ生け花を展示した。図8にイベントの1シーンを示す。



図7. 「サウンドオブ生け花」の1シーン



図8. ニューヨーク、タイムズスクエアにおける「サウンドオブ生け花」の展示

彼女が文化庁文化交流史として世界各地でアート作品を展示したとき、多くのアート関係者が「物理現象の中に潜む美を抽象的な形で表現した土佐のメディアアートには、これまで欧米人が気づけなかった美が表現されており、それこそが日本独自の意識・感性が凝縮したものではないか」との指摘を受けた。帰国後、多くの日本の美術評論家、キュレーター、研究者と話し合った結果、多くの人がこのコンセプトに同意してくれた。これに基づいて、著者は「日本美とは自然に隠された美を取り出してアートとしたものである」という仮定を立てた[20]。東洋/日本の美が自然の美に基づいているというのは、これまでも指摘されてきたところである[21]。

サウンドオブ生け花が典型的な東洋/西洋の具象/抽象アートと比較してどのように位置付けられるかは興味深いテーマであり、これはこの研究のもう1つのターゲットである。

3.3 4つのアートスタイルを持った4種類の画像の生成

異なるアートスタイルの比較、特に東洋と西洋のアートスタイルの比較、および具象アートと抽象アートの比較は興味深いテーマである。また、サウンドオブ生け花が東洋絵画の歴史においてどのような位置付けになるのかも興味深いテーマである。サウンドオブ生け花は、風景や人間の生活を描いたものではなく、抽象的な画像やビデオのように見える。それにもかかわらず、3.2で述べたように、海外の多くの人々が「サウンドオブ生け花は日本の美を感じさせる」と評価した。

本研究は、AIのスタイル学習とスタイル変換の機能と心理実

験と組み合わせることによって、これらの興味深い問題に取り組む。具体的には、次のようなアプローチをとる。

(1) 相互変換に用いる2種類の画像セット(画像セットA及び複数の画像セットB1、B2、...)を用意する。画像セットAは、実在物または自然物の画像で構成される。たとえば、風景や花や果物の写真である。複数の画像セットB1、B2、...はアート画像で構成される。たとえば、印象派の絵画のセットや抽象絵画のセット、3.2で説明した土佐尚子のアート作品から取り出した画像などが典型的なアート画像セットとなる。

(2) CycleGANを使用して、画像セットAと複数の画像セットB1、B2、...の相互変換を実行して、変換関数(G1、F1)、(G2、F2)、...を得る(図9)。2つの画像セット間の変換が成功すれば、これらの画像セット間に密接な関連があることが示される。言い換えれば、対象となるアート画像は、対応する実在物の本質的な特性を抽出したものであると言える。変換が成功したかどうかを評価する方法としては、心理実験を用いる。

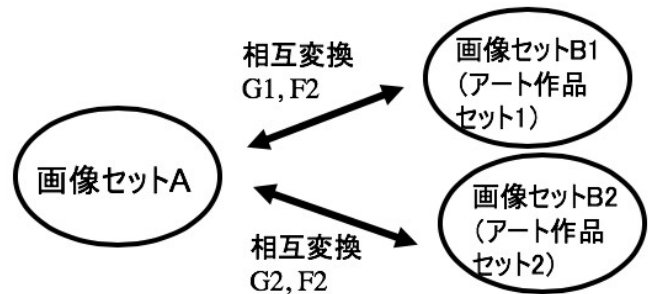


図9. 2種類の画像セット間の相互変換

(3) 心理実験は、変換関数G1、G2、...を画像セットAに適用することによって得られる画像セットG1(A)、G2(A)、...を使用して行う。心理学の目的に応じて「綺麗だと思いますか?」などの質問をアンケート様式で尋ねる。こうすることで、アートスタイルに応じて、どのような情報が実在物から本質的な情報として抽出されアートになっているのかを検証することができる。たとえば、画像セットAを花などの実在物の写真とする。アート作品セットB1を3.2で説明した土佐アート、アート作品セットB2を印象派のアートとする。第3章では、土佐尚子の作品は自然現象から美を抽出しているという仮定を立てた。一方、印象派の作品は、西洋の美意識に基づいて花の美しさを引き出していると考えられる。アート作品セットB1とB2を使用してAに対してスタイル変換を行った画像セットG1(A)とG2(A)を用いて、被験者にさまざまな質問をすることで、土佐のアート作品が西洋絵画と比較してどのような位置付けになるのかを調べることができる。

4.さまざまなアートスタイルの学習とスタイル変換

第3章で説明した研究の枠組みに基づいて、東洋/西洋の具象/抽象画像からなる以下の画像セットを用意した。すべての画像の解像度は256x256である。

画像セット A : 8069 個の花の画像

(<https://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/data/flowers/102/>の画像を使用)

画像セット B1 : 1072 個のモネのアート画像

(https://people.eecs.berkeley.edu/~taesung_park/CycleGAN/datasets/の画像を使用)

画像セット B2 : 123 個のカンディンスキーのアート画像

(https://www.wikiart.org/en/wassily-kandinsky/all-works#!#filterName:Style_abstract-art,resultType:masonry の画像を使用)

画像セット B3 : 238 枚の中国の「工筆画」と呼ばれる花のアート画像 (スタンフォード大学 CS231N プロジェクト “Chinese

Painting Generation Using Generative Adversarial Networks”

<http://cs231n.stanford.edu/reports/2017/pdfs/311.pdf> の画像を使用)

画像セット B4 : 「サウンドオブ生け花」 [19] [20] から選択した 569 枚の画像

画像セット A は、CycleGAN を使用して画像セット B1、B2、B3、および B4 と相互変換を実行するために用意した。画像セット B1 は、西洋の具象画の代表的な例として印象派のモネが描いた花の絵画で構成される。画像セット B2 は、西洋の抽象画の代表的な例としてカンディンスキーの絵画を用意した。画像セット B3 は、東洋の具象画の代表例として、「工筆画(Gongbi) [24]」と呼ばれる中国の花の絵画から構成される。画像セット B4 は、筆者の一人である土佐尚子が制作したビデオアート「サウンドオブ生け花」から取り出した静止画のセットである。前述したように、それは物理現象から作られた抽象的な画像/ビデオであるが、国内外の人々から「日本美を含む」と評価されている。

これらの画像セットを用いて本実験では、東洋/西洋の表象/抽象アートの 4 種類のアートスタイルの比較を行うとともに、特にサウンドオブ生け花を西洋と東洋の代表的なアートスタイルと比較して、その位置づけを明確にすることを狙っている。図 10 は、これらの各 4 種類のアート作品の一例を示す。

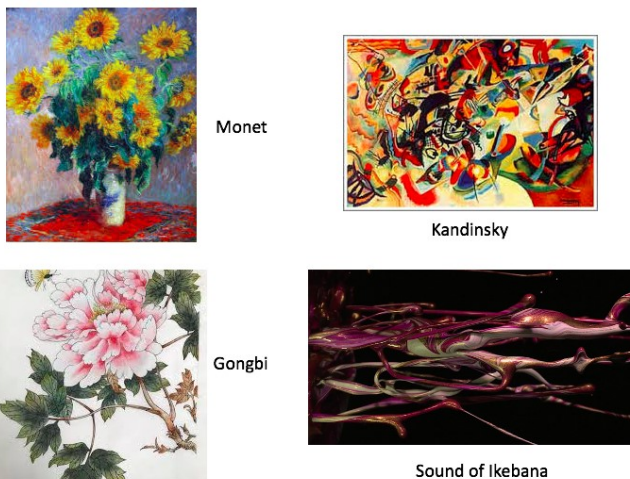


図 10. この研究に使用した 4 種類のアート作品の例

CycleGAN によって得られた変換関数 G1、G2、G3、および G4 を画像セット A に適用することによって、G1 (A)、G2 (A)、G3 (A)、G4 (A) の 4 種類の花の画像セットが得られた。図 11 は、花の写真を 4 つのアートスタイルのそれぞれの画像へ変換した結果の例を示す。なお、CycleGAN は [11] の著者が Github に用意しているコードを使用し、パラメータのファインチューニングを行って変換を実行した。

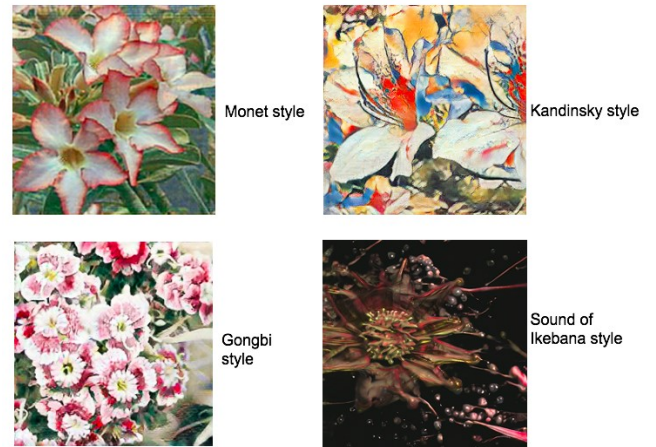


図 11. 花の写真を 4 つのアートスタイルの画像へ変換した例

ここで重要なのは、アートスタイルの比較評価に AI を使用する理由である。言い換えると、なぜ心理実験でモネ、カンディンスキー、工筆画、サウンドオブ生け花の 4 種類のアート画像を直接比較して評価しなかったのかということである。

心理実験を通じてアート作品を評価したいいくつかの研究がある [22] [23] [14] [17] [15] [16]。これらの研究ではいずれも元のアート作品のコピーを使用しているが、その場合各アート作品の作者を比較的簡単に識別できると考えられる。たとえば、被験者がモネの絵画であることを知っていれば、西洋美術史における印象派の代表であるモネの芸術作品に対する先入観を持っており、これが評価結果に大きな影響を与えられられる。この影響を回避するためにあまり知られていないアート作品を使用する方法もあるが [14]、有名なアーティストやアートジャンルの作品は簡単に識別できるため、いずれにしても評価実験に大きな影響を与えられられる。

これに対して CycleGAN を使用すると、AI はアートスタイルを学習し、与えられた画像を学習したスタイルに変換できるため、特定のアーティストやアート作品を匿名化できる。この手法によって、被験者が持っている事前知識や先入観に基づいた評価の偏りを回避することができる。これが AI のスタイル変換を用いてアートスタイルを評価する際の利点である。

5. 心理実験の結果の評価

第 4 章で説明した方法で、花の画像に対してさまざまなスタ

イル変換を実行した結果が得られた。花の画像にさまざまなスタイル変換を適用した結果を被験者に評価してもらうことで、人々が日本の美しさと西洋の美しさをどのように認識しているかを知ることができると考えられる。主観的な評価が適切であるため、対象の画像を被験者に提示し、アンケート調査を実施し、結果を統計的に分析する方法を用いた。

5.1 心理実験

画像セット A を画像セット B1、B2、B3、および B4 のスタイルに変換した画像セット G1 (A)、G2 (A)、G3 (A)、G4 (A) のそれぞれから、アートジャンル、アーティストの特徴をよく表現していると考えられる 4 つの画像をアーティストを含んだ筆者の合意で選択し、4 つの画像セット、グループ 1、グループ 2、グループ 3、およびグループ 4 を作成した。各画像の解像度は 256x256 である。

被験者は京都大学の学生 23 名 (男性 12 名、女性 11 名) を対象とした。男女比はほぼ半分である。彼らは主に「アート&テクノロジー」というクラスの学生であるため、アートの専門家ではないが少なくともアートに興味を持っている。そして、このクラスの学際的な特徴のために、彼らは工学、理学、社会科学、心理学、医学などのさまざまな学部・学科に属している。したがって、年齢は 20 代から 30 代前半に制限されているが、彼らの興味、適性などは広い範囲をカバーしている。また英語での講義であるため、約半数が北米、ヨーロッパ、東南アジアからの留学生であり、国籍に関しては広い範囲をカバーしている。

グループ 1~グループ 4 の計 16 枚の画像をそれぞれ A4 の高品質紙に印刷し被験者に提示し、用意した質問票への回答を記入してもらった。提示する画像の順序は、被験者ごとにランダムに設定した。

評価は、表 1 に示す 21 項目について 7 段階の主観的評価で行った。これらの評価項目の選択については、アートスタイルを調査したいくつかの研究を参照した[14][17][15][16]。これらの研究では類似の評価項目が使用されているため、本研究では岡田・井上の研究で使用された 23 の評価項目[14]から、評価結果に有意差の少ない項目をいくつか除外し、「東洋的か西洋的か」を直接尋ねる項目を 1 つ追加した。

表 1 評価に用いた形容詞対

個性的—平凡	複雑な—単純な
男性的—女性的	柔らかい—硬い
動的—静的	大胆な—慎重な
明るい—暗い	賑やかな—寂しい
暖かい—冷たい	鋭い—鈍い
派手な—地味な	好き—嫌い
深みのある—表面的	むずかしい—わかりやすい
まとまった—ばらばらな	美しい—醜い
重い—軽い	芸術的—芸術的でない
鮮やかな—濁った	東洋的—西洋的
安定—不安定	

5.2 分析

23 名の被験者による主観評価の結果に対して各評価項目ごとに平均値を求めてグラフ化するとともに t 検定を行った。21 項目のうちそれぞれの画像グループごとの差が大きく出たのは、個性的—平凡、動的—静的、安定—不安定、大胆—慎重、芸術的—芸術的でない、東洋的—西洋的の 6 種類である。これらの平均値および標準誤差を求めたものをそれぞれの評価項目ごとに図 12~図 17 に示す。またグラフにはそれらのグループ間における有意差の有無も示す (**: 1%水準で有意、*: 5%水準で有意)。

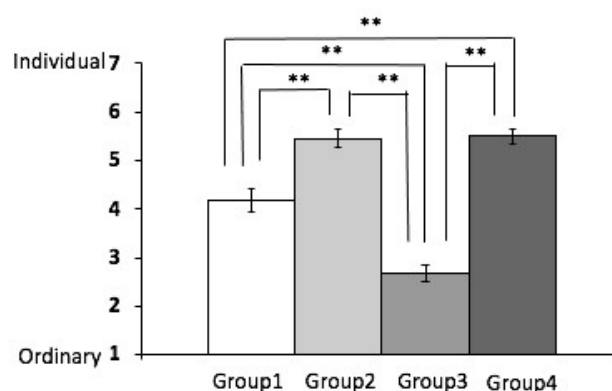


図 12. 「個性的—平凡」に対する主観評価結果

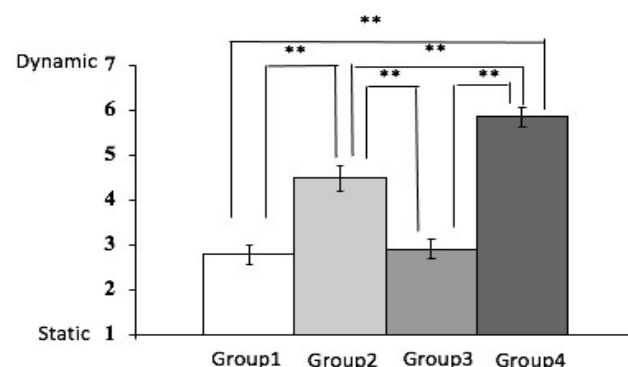


図 13. 「動的—静的」に対する主観評価結果

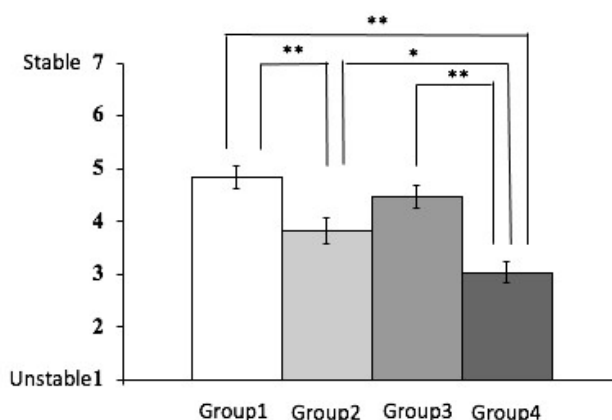


図 14. 「安定—不安定」に対する主観評価結果

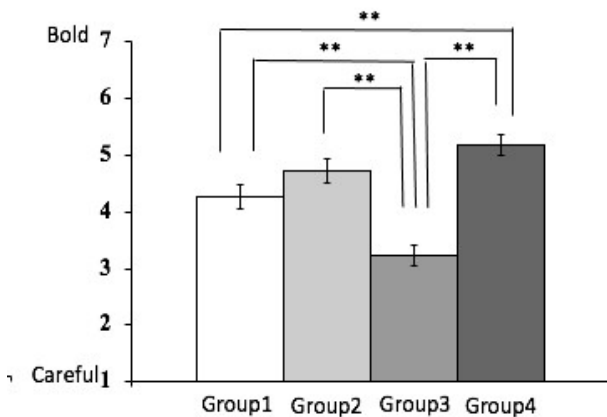


図 15. 「大胆—慎重」に対する主観評価結果

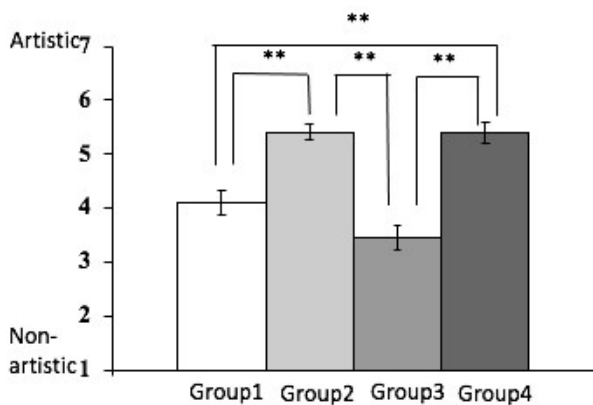


図 16. 「芸術的—芸術的でない」に対する主観的評価結果

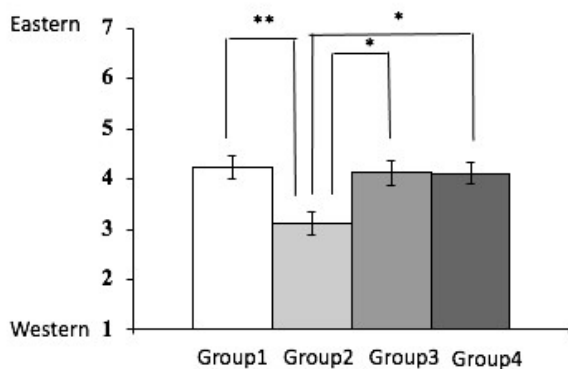


図 17. 「東洋的—西洋的」に対する主観評価結果

5.3 分析結果

(1) グループ2とグループ4に関して

図 12～図 16 から分かるように、グループ2とグループ4は似た評価を受けている。特に「個性的—平凡」、「大胆—慎重」、「芸術的—芸術的でない」の項目では、グループ2と4に有意差ありとする仮説が棄却されている。このことはカンディンス

キーのスタイルとサウンドオブ生け花のスタイルの間に有意差がないことを示している。またその逆に、グループ4は「東洋的—西洋的」を除きたいずれの項目に関してもグループ1、グループ3と1%水準で有意差ありと評価されている。別の言い方をすると、サウンドオブ生け花は具象画ではなくて抽象画的であると評価されていることを示している。具象画から抽象画への移行が西洋絵画の歴史であるとする、サウンドオブ生け花は東洋における具象画から抽象画への移行の歴史の上に位置付けられるものと考えてもいいのではなかろうか。

(2) グループ1とグループ3に関して

同様に図 12～図 16 から分かるように、グループ1とグループ3は似た評価を受けている。特に「動的—静的」、「芸術的—芸術的でない」の項目においては、両者の間に5%水準での有意差ありとする仮説が棄却されている。グループ1は西洋の具象画の作風を持った画像であり、グループ3は東洋の具象画の特徴を持った画像である。オリジナルのアートを見るとそれぞれの特徴を持っており、一方を西洋的で他方を東洋的と私たちは判断しがちであるが、より本質的な部分ではそのスタイルは共通点を持つということが出来る。

(3) 芸術的か否かに関して

芸術的か否かに関して、グループ1とグループ3が中間値である4付近もしくはそれ以下であることは興味深い。モネのオリジナルの画像を見せられた場合それを芸術的でないとして評価する人は少ないであろう。また中国工筆画も精緻に自然を描写していると評価されてきた。ところが本実験では、グループ1、2に対してグループ2、4はより高い芸術性を持つと評価されている。岡田・井上の研究[14]にもあるように、これまでは芸術作品の評価を行った際に、抽象画より具象画が高い評価を得ることが多かったが、本心理実験では異なった傾向が得られている。

これは被験者の年齢が若いことに原因の一つがあると考えられる。若い世代は抽象的なアートや最近のメディアアートに接する機会が多く、抽象画に対する美意識を持つようになってきたと言えるのではないかと。もう一つの原因は、前に述べたようにオリジナルの画像そのものを使って評価するのではなくAIによってオリジナルの画像からそのアートスタイルを抽出し風景・静物などの写真をそのスタイル風に変換した画像を用いて評価するという本研究の基本的な進め方の特徴によるものといえる。オリジナルなアート画像を評価に用いると、比較的容易に誰の作品かさらには具体的な作品そのものを特定することができ、それが評価に大きな影響を与えやすいのではないかと推測したが、それがここでは示されていると考えられる。

(4) 東洋的か西洋的かに関して

図 17 に示すように、東洋的か西洋的かという問いに対する回答は、グループ2を除いていずれも評価値が中央値の4付近になっている。絵画が東洋的か西洋的かに関しては、東洋では自然が描かれることが多いのに対して西洋では人物が描かれることが多い、西洋では遠近法が使われているが東洋には遠近法がない、などの違いが指摘されている[25][26]。東洋的か西洋的かという問いに対して中間的な答えが多いのは、1)知識はなく

でも感覚で答えられる他の評価項目とは異なり、被験者はこのような知識をもっていないと考えられる、2) スタイル変換される対象物が花の画像として固定されており、遠近感が感じにくいことや対象物の違いに基づいて答えることが困難であったと考えられる、などが影響していると考えられる。

一方でグループ2が西洋的と評価されているのは興味深い。これは、カンディンスキーの原色を多用した色使いがスタイル変換した花の画像にも反映され、それが西洋的な感覚を与えたものと考えられる。

6. 考察

この章では、この論文で提案されているアートとAIの関係に関する研究方法におけるいくつかの問題について考察する。

6.1 AIのスタイル変換とアートスタイルの関係

この論文では、CycleGANと呼ばれる最近のAI技術を使用して、2つの画像セットAとBのそれぞれのスタイルをAIによって学習し、画像セットAを画像セットBのスタイルの画像セットに変換する手法を用いた。具体的には、花の写真をさまざまなアートジャンルの画像にスタイル変換し、それらのジャンルの画像セット間の関係を心理学的実験によって比較した。ここで疑問は、CycleGANを用いたスタイル変換の方法で、ある画像を特定のアートスタイルを持った画像に本当に変換できるかどうかである。

この問いに答えるには、そもそもアートスタイルとは何かという問いに答える必要がある。それぞれのアーティストやアートジャンルにはそれぞれのスタイルがあることに誰もが同意するが、アートスタイルが何であるかを明確に説明することは困難である。現時点で言えることは、AIはビッグデータを学習することで、ニューラルネットワークがビッグデータの特性を学習し、その特性を備えた画像を出力する機能があるということである。本研究では、この特性を利用して画像変換を行い作品の匿名化を実現し、被験者が持っている事前知識に基づいて生じる評価の偏りを回避できたと考える。

これまでの研究[14][17][15][16]では、オリジナルのアート作品のコピーを使用しており、その結果、そのような偏りが生じている可能性がある。本研究の独創性は、AIのスタイル変換の機能を利用して、被験者が持つ予備知識・先入観によって引き起こされる偏りを排除したアート評価の新しい方法論を提案したことである。もちろん、アートスタイルの学習と真の意味でのスタイル変換が本当に実行されているかどうかに関してはさらなる研究が必要である。

6.2 被験者数に関して

先に述べたように、アート作品やアートジャンルを持つアートスタイルを評価する心理研究はこれまでも行われている。本研究では主にそのうちの3つである岡田・井上[14]、Winston and Cupchik[17]、およびPolzella et al. [16]を参考にした。以下は、本研究を含むこれらの心理実験で使用された被験者数(サ

ンプルサイズ)である。

岡田・井上[14] : 67

Winston and Cupchik [17] : 31

Polzella et al. [16] : 60

本研究 : 23

本研究における被験者数は、他の同様の研究と比較して大きく異なるわけではないが、十分な大きさではないといえる。また、心理実験で使用したデータ数は4(アートスタイルごと)×4(アートスタイル数)であり、十分な大きさではない。

しかし、本研究の主な目的は、何度か説明したように、アーティスト、アート作品、アートジャンルを匿名化することによって事前知識に基づいて生じやすい偏りを排したアートスタイル評価の新しい方法論を提案することである。本方法の有効性は、上記のサンプルサイズとデータサイズを使用した心理学的実験によって示されたと考えられる。将来の研究では、提案した方法論の有効性を明らかにするために、より厳格な心理学的実験を実施することをめざしたい。

6.3 学生を用いた心理実験に関して

本研究では、京都大学の学生を被験者として用いた。半数は日本人で、残りは欧米の様々な国の学生である。京都大学には美術に関わる学部・学科がないので、彼らは美術に関しては専門家ではない。そのためアマチュアがアートを評価できるかどうか、そしてなぜ批評家や学芸員などのアートの専門家を被験者として用いたのかという疑問が生じる。確かに、アートの専門家は美術史、個々のアーティスト、個々のアート作品などについて十分な知識を持っている。しかし、そのような知識が評価結果に偏りを生じさせる可能性も高い。専門家とアマチュアによる評価の違いは、例えば、Winston and Cupchikの研究[17]でも得られている。一方、アートの専門家ではない学生はアートを理解できないわけではない。これらの学生が彼らの感性に基づいて与えられた画像をどのように感じたかそしてどのような評価をしたかは信頼できると考えられる。もちろん、アートの専門家を被験者として使った実験を行うことでどのような結果が得られるのかは興味深いテーマであり、今後の研究として考えていきたい。

7. 結論

本論文では、AIを心理実験と組み合わせることによってアートの分析を行うという、AIとアートの関係に関する新しいアプローチに関して論じた。

GANという比較的小規模の学習データを用いても学習が可能な新しい深層学習の手法が提案されるに伴い、AIでアートを取り扱う試みが行われるようになってきた。しかしながらそれらの試みの大半は、特定のアーティストもしくはアートジャンルのアート作品を学習データとしてAIに学習させ、学習したAIによって特定のアーティストやアートジャンルの作品に似た作品をAIによって作り出そうとする試みであった。これをもってAIがアートを作り出せるという主張がされることもあるが、筆

者はそれは正しい主張ではないと考える。それらの試みはあくまでも、特定のアーティストやアートジャンルが作り出した作品に似た作品を作り出すにとどまっていると考えられる。

アーティストは自らの創造力を生かしながら、次々と新しい手法を生み出そうと試み、それによって新しい作品を作り出そうとしてきている。このような創造的プロセスはまだ現在のAIは実現できる段階には至っていないといえる。そのようなアプローチではなく、GANという最新のAIを使うことによって、種々のアートスタイルの相違はどこにあるのか、さらには文化の相違による東洋美・西洋美の相違の本質は何かなどの、アートに関する本質的な課題、言い換えればアートの分析の課題にアプローチできないだろうか。それが筆者の基本的な立場である。

本論文で提案した、AIと心理実験を組み合わせたという新しい方法論を用いることによって、西洋と東洋の具象画・抽象画のスタイルを被験者に評価してもらうことができ、いくつかの興味深い結果が得られた。例えば、東洋・西洋の文化差に関わらず、東洋と西洋の具象画は異なるとは言えないという結果が得られた。また筆者の1人土佐尚子によるアート作品であるサウンドオブ生け花が、カンディンスキーの抽象画と有意差がないという結果になり、サウンドオブ生け花がカンディンスキーの抽象画と似ており、東洋の抽象アートと言える位置付けになるという評価結果も得られた。

また、GANが持つアーティストやアートスタイルを匿名化した評価データを生成できる機能を利用することによって、抽象アートと具象アートでは抽象アートの方が高い評価値が得られるという、従来の研究とは異なる結果が得られた。これは、本論文で提案した手法が、アーティストやアート作品が特定することによって評価結果がバイアスを受けるという問題を避けてアートの分析・評価ができることを示しており、今後も本手法の種々の活用が可能であることを示唆している。

ただ現時点では、あるアート画像が東洋的か西洋的かという、評価者にアートに関するある程度の知識を要求する評価項目に対しては、まだ明確な結果が得られるまでには至っていない。このような問題を明らかにすることは今後の課題としたい。

参考文献

- [1] Silver, D., et al. (2016) 'Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search', *Nature* 529, pp.484-489.
- [2] Silver, D., et al. (2017) 'Mastering the game of Go without human knowledge', *Nature* 550, pp.354-359.
- [3] Kurzweil, R. (2005) 'The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology', The Viking Press.
- [4] Creswell, A. et al. (2018) 'Generative Adversarial Networks: An Overview', *IEEE Signal Processing Magazine*, Vol.35, No.1, pp.53-65.
- [5] Kelleher, J. D. (2019) 'Deep Learning', MIT Press.
- [6] Pickett-Groen, N.(2018) 'The Next Rembrandt: bringing the Old Master back to life', *Dutch Digital Design*: <https://medium.com/@DutchDigital/the-next-rembrandt-bringing-the-old-master-back-to-life-35dfb1653597>.
- [7] Simonite, T. (2018) 'How a Teenager's Code Spawned a \$432,500 Piece of Art', *Wired*: <https://www.wired.com/story/teenagers-code-spawned-dollar-432500-piece-of-art/>
- [8] Goodfellow, I. J. et al. (2014) 'Generative Adversarial Nets', arXiv:1406.2661 (<https://arxiv.org/abs/1406.2661>).
- [9] Radford, A., et al. (2016) 'Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks', arXiv:1511.06434 (<https://arxiv.org/abs/1511.06434>).
- [10] Isola, P., et al. (2018) 'Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks', arXiv:1611.07004 (<https://arxiv.org/abs/1611.07004>).
- [11] Zhu, J.-Y., et al. (2017), 'Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks', *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, pp.223-2232.
- [12] Karras, T., et al. (2018), 'Progressive Growing of GANs for Improved Quality, Stability, and Variation', arXiv:1710.10196 (<https://arxiv.org/abs/1710.10196>).
- [13] Karras, T., et al. (2019) 'A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks', arXiv:1812.04948 (<https://arxiv.org/abs/1812.04948>)
- [14] 岡田守弘、井上純、「絵画鑑賞における芸術性評価要素に関する心理学的分析」*横浜国立大学研究紀要*、Vol.31、pp.45-66 (1991).
- [15] Farkas, A. (2002) 'Prototypicality-effect in surrealist paintings', *Empirical studies of the Arts* , Vol.20, No.2, pp.127-136.
- [16] Polzella, D. J., et al. (2005) 'The Effect of Color on Viewers' Ratings of Paintings', *Empirical Studies of the Arts*, Vol.23, No.2, pp.153-163.
- [17] Winston, A. S. and Cupchik, G. C. (1992). 'The Evaluation of High Art and Popular Art by Naïve and Experienced Viewers', *Visual Arts Research*, Vol.18, pp.1-14.
- [18] Bernard, P. S. (2015) 'Fluid Dynamics', Cambridge University Press.
- [19] Pang, Y., et al. (2015) 'A Study on Variable Control of Sound Vibration Form (SVF) for Media Art Creation', *Proceedings of 2015 Conference on Culture and Computing*, IEEE Press.
- [20] Tosa, N., et al. (2019) 'Pursuit and Expression of Japanese Beauty Using Technology', *Arts Journal*, MDPI, Vol.8, No.1, 38, DOI 10.3390/arts8010038.
- [21] Fenollosa, E. F. (1976) 'Epochs of Chinese and Japanese

Art', Dover Pubns: Revised edition.

[22] Berliner, D. E. (1971) 'Aesthetics and Psychobiology',
Appleton-Century Crofts.

[23] Freedman, K. (1988) 'Judgment of Painting Abstraction,
Complexity, and Recognition by Three Adult Educational
Groups', Visual Arts Research, Vol.14, pp.68-78.

[24] Hua, S. (2018) 'Chinese Gongbi Painting Teaching',
Shanghai Painting and Calligraphy Publishing House.

[25] 高階 秀爾、「日本美術を見る眼：東と西の出会い」岩波
現代文庫、岩波書店 (2009)

[26]

<https://www.parblo.jp/blogs/guide/the-difference-between-western-art-and-oriental-art>

マイ コン フン



2016年京都大学理学部卒、2018年京都大学理学研究科数学専攻修了、2021年理学博士号取得により京都大学理学研究科博士課程卒業、現在大阪大学理学部研究員。

中津 良平



1971年京都大学大学院修士課程修了、日本電信電話（現NTT）入社。1994年ATR知能映像通信研究所社長。2002年関西学院大学情報科学科教授。2008年シンガポール国立大学教授。現在京都大学デザインスクール特命教授。電子情報通信学会フェロー、バーチャルリアリティ学会フェロー、IEEE終身フェロー、人工知能学会名誉会員。博士（工学）

土佐 尚子



1984年九州産業大学ビジュアルデザイン学科卒。武蔵野美術大学講師、ATR知能映像通信研究所研究員、MIT Center for Advanced Visual Studiesアーティストフェロー、京都大学情報メディアセンター教授、同大学院総合生存学館特定教授を経て同防災研究所アートイノベーション産学共同研究部門特定教授。2016年度文化庁文化交流使。アートとテクノロジーを融合して日本美を表現するアート制作・研究に従事。博士（工学）

楠見 孝



1987年学習院大学大学院人文科学研究科博士課程中退。同年、学習院大学助手、筑波大学講師、東京工業大学助教授、京都大学助教授を経て、現在に至る。同大学教育学研究科教授。主に、認知心理学の思考、記憶、言語、感情ヒューマンインタフェース、マルチメディアの研究に従事。日本心理学会、日本認知心理学会会員。博士（心理学）