AIとアート

～AIはアートの創造に使えるか～

京都大学 土佐尚子[*1] 楊 欽[*2]
京都大学デザインスクール 中津良平[*3]

1. はじめに

AIは果たしてアートとどのような関係を築けるのだろうか。論理的な処理が中心であったAIにおいて，最近は「ビッグデータ＋深層学習」という手法が現れてきて，それが多くの問題において極めて有効であることがわかってきた。ニューラルネットワークが人間の脳の脳細胞の結合によるネットワークの構造に似ていることもあって，AIが人間の知的な能力を模擬しさらにはそれを上回る可能性の議論が行われるようになった。

特に将棋や碁において，最近はAIソフトが人間のプロ棋士の能力を上回るようになった。中でも最近の大きなニュースとして，Googleによって開発されたAlphaGo[1]が2016年に世界のトッププロである韓国のイ・セドルを破ったことは，多くの人々に衝撃を与えた。さらに2017年にはAlphaGoを進化させたAlphaZeroがチェス・将棋・碁のいずれにおいても，最強と言われているAIソフトを破ったことで再び話題になった。AlphaGoが人間の高段者の過去の大量の局面をビッグデータとしてAIに学習させたのに対し，AlphaZeroでは過去の対局の局面を必要とせず，強化学習というAIソフト同士の対戦によって自ら局面を作り出し学習していき短時間に強くなったというニュースも衝撃的であった。

将棋や碁のようなボードゲームにおいて，局面を判断したり直感を働かせたり深読みをすることは人間の知的能力の中核的なものであり，人間の創造性とも深く関わると考えられていたため，AIが人間の創造性も含めた知的能力を凌駕することが真剣味をもって議論されるようになった。米国の発明家として知られているレイ・カールワイルは，2045年にAIが人間の知的能力を凌駕する「シンギュラリティ」が到来すると予言しており，彼の著書「シンギュラリティは近い」[2]はベストセラーとなっている。

創造性といえばアートがその最たるものである。アーティストが自らの創造性を駆使してアート作品を作り出すのがアートの世界である。AIが創造性を持つようになれば，アート創造の分野においてもAIが活躍し，人間のアーティストが不要になる時代が来る。そのような議論も出て来始めた。

本論文では，筆者の活動をベースとしてこれらの疑問を考えて見たい。まず第2章では，AIを用いてアート作品を作り出そうとする最近の例を述べる。第3章では，筆者が最近行っている流体力学を活用したアート制作について述べる。またそれが日本的な美を表現していると言われることから，美とは何かについても論じる。第4章では第2章・第3章の結果をベースとして，はたしてAIがアート制作を行えるのかを論じる。またAIをアート制作に生かしていくための研究テーマについて論じる。

2. AIを使ったアート

「ビッグデータ＋深層学習」という方式が出て来るまでは，AIに画像などのデータを学習させる際には，あらかじめ特徴データの構造を人手で決めて学習させていた。「ビッグデータ＋深層学習」の優れた点は，人間による前処理を行わなくても，多くのデータを集めそれを多層ネットワークに学習させることにより，ネットワークが自動的にデータ構造を分析し，ネットワークノード間の結合情報として保有できることである。この手法によって，ビッグデータを集めて学習させる手法が一般的となった。

アートの分野でAIを使おうとする試みでも，大量のアート作品をデータとして収集しそれをAIに学習させるという方法が試みられている。これにより，

＊1 とさ なおこ 大学院 総合生存学館 特定教授
＊2 よう きん 大学院 総合生存学館 特定助教
＊3 なかつ りょうへい 特命教授

特定のアーティストの作品を学習させると，アーティストの作風を持った画像が出力されることになる。

研究例の代表的なものとして，マイクロソフト，オランダの金融機関，レンブラント博物館，デルフト工科大学などが行っているプロジェクト「The Next Rembrandt」[3] がある。このプロジェクトでは，まず346作品あるレンブラントの絵画をデジタル化し，これをデータとして多層ネットワークの学習を行った。これによってレンブラントのタッチ・色使い・レイアウトの特徴などが多層ネットワーク内の情報として保持される。次に最もレンブラントらしく見える絵画として肖像画を選び，右側を見た白人男性，襟のある黒い服と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画像が出力される。出力された画像を図１に示す。レンブラントの作風をよく再現した肖像画となっている。

図１　「The Next Rembrandt」プロジェクトによって作られたレンブラント風肖像画

また最近，AI よって制作された絵画がオークションで高値で取引されたとして，話題になった。これは，米国のロビー・バラットという若者が作り公開した AI の学習ツールを用いて，パリを拠点に活動する３人組のアーティスト集団である Obvious が作った絵画である。それがクリスティーズのオークションに出展され，約4,900万円で落札された。図２にその落札された絵画を示す[4]。

これは，AI ツールを用いて制作された作品の著作権が，ツールの制作者なのかそれともツールを用いて作品を作った人間なのかという重要な問題を提起した。それと同時に，AI が作り出した絵画がアート業界で高値で取引されたという事実も，話題を呼んだ。

図２　オークションで高値で落札された AI によるアート作品

3. 流体アート

次に，筆者が行なっているアート制作過程を説明することによって，人間が作り出すものと AI が作り出すものの関係を考えてみたい。

3.1　流体力学と流体アート

流体がどのような振る舞いをするかはサイエンスとして物理学における重要な研究対象であり，「流体力学」と呼ばれて研究が行われてきた。私たちは，種々の条件のもとで流体が極めて美しい形を作り出すことを知っている。美しさはアートを構成する極めて基本的な要素である。従って，流体力学をアート生成の基本的な方法論として用いようと考えることは自然である。筆者は，流体の振る舞いを高速度カメラで撮影することによって制作されるアートを「流体アート」と呼んで，流体アートの制作を行なっている。

流体の流路に障害物がある際の流体の振る舞いはそれ自身が極めて美しい。そのような流体の振る舞いを可視化すれば，それ自身をアートとして捉えることもできる。図３に，障害物がある場合の流体の流れが定常的である場合の「ラミナー・フロー（層流）」と呼ばれる流れの可視化の例を示す。この物理現象に触発されたアート制作例を 3.2 節で述べる。

また別の例として，ミルクの上にミルクの粒を落下させそれを高速度カメラなどで撮影すると，ミルククラウンと呼ばれる王冠のような美しい形状が作り出されていることはよく知られている。この物理現象に触発されたアート制作例を 3.3 節で述べる。

3.2　流体アート「Genesis」

流体力学にもとづいて美しくさらに予期できない

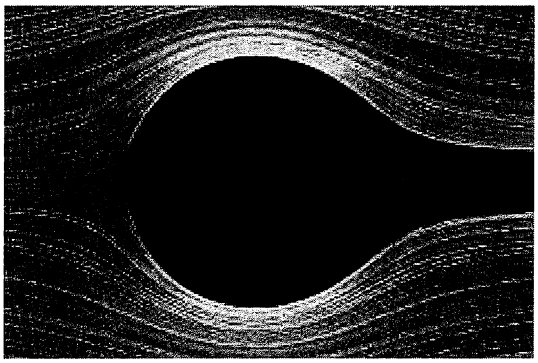

図3　ラミナー・フローの例

造形を生み出すためには，流体の通り道におかれた障害物がキーである。図3に示されるように，障害物の形状・位置が固定された場合はラミナーフローができるが，時間的な変化に乏しく，生成された造形はアートという観点からは不満足である。

美しくさらには予期できない造形のためには，障害物は固定した位置にあるのではなく時間とともに移動することが望ましい。さらに，障害物の形状そのものが予想できないような変形を行うことが望ましい。種々の実験を繰り返した結果，著者はそのような障害物としてドライアイスを用いることが適切であるという結論に達した。

ドライアイスは二酸化炭素を固体化したもので，水中もしくは空気中に置くと昇華して二酸化炭素ガスになる。特に水中に置くと激しく昇華して二酸化炭素ガスを出すため，イベントなどにおけるスモークの効果を作り出すために用いられることが多い。筆者はドライアイスを水中においてその振る舞いを高速度カメラで観察したところ，図4のようにドライアイスを中に含んだ泡が盛んに形成され，それが形を変えながら上昇して水面で二酸化炭素ガスになるということがわかった。また，ドライアイスの泡はそれぞれが異なる形状をしており，水中を上昇する際に水の抵抗によって常に予期できない形状に変形することがわかった。

あらかじめドライアイスを入れてある水中に絵の具を注入し，その様子を高速度カメラで撮影し時間軸を引き延ばして見てみると，絵の具がドライアイスの泡によって生じる水の動きを可視化してくれ，あたかも生命体が水から生まれる様子を示しているような不思議でかつ荘厳な感覚を与える映像が得られる。得られた映像から「Genesis（起源）」と名付けたビデオアートを制作した。図5に「Genesis」の一場面を示す。

図4　ドライアイスを水中において得られるドライアイスの泡の形状

図5　「Genesis」の一場面

3.3　流体アート「サウンドオブ生け花」

流体アートを作成するための別の手法として，筆者は絵の具などの流体に音の振動を与えてそれを高速度カメラで撮影することによって，流体で生け花のような形状を作成することができることを見出した。スピーカを上向けに置き，上に薄いゴム膜を張り，その上に絵の具などの流体を置いて，スピーカをサウンドで振動させると，絵の具が飛び上がり種々の造形が作り出される。

筆者らはこの環境を用いて音の形状・音の周波数・流体の種類・流体の粘度などを変化させることによって種々の流体形状が生成されることを確かめた。そのようにして得られたビデオ画像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」と呼ばれるビデオアートを制作した。図6は，作品の一シーンである。また，2017年4月には土佐の文化庁文化交流使活動の一環として，ニューヨークのタイムズ・スクエアにおいて60台以上のデジタル・ビルボードを用いて展示を行った。これはTimes Square Midnight

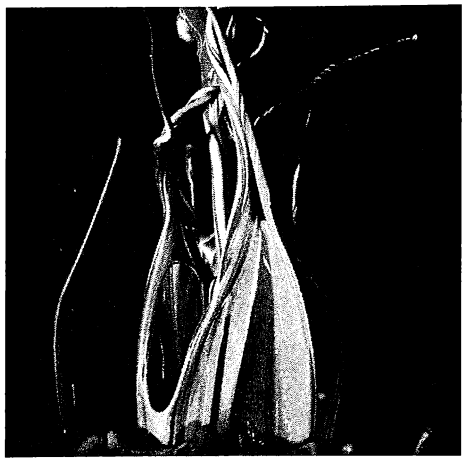

図6 「サウンドオブ生け花」の一場面

Momentと呼ばれるイベントで，一ヶ月間一人のアーティストのビデオアートが毎晩11時58分から3分間上映されるものである。その様子を図7に示す。

3.4 美とはなんだろうか

筆者にとって興味深かったのは，上記のビデオアートが，美とは何か日本美とは何かという疑問を持つ機会を与えてくれたことであった。

筆者の一人である土佐は，2016年度に文化庁文化交流使に任命され世界各地で制作してきたメディアアートの展示を行った。その際に多くの海外の美術関連者から，「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か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・研究者などと議論した結果，この考えに同意してくれる人たちが多かった。美とは何か，日本美とは何かという問いに対する回答は，今後の研究を通して検討していきたいと考えているが，第4章で述べるようにAIをそのような研究に活用できるのではと考えている。

4. アートとAIの関係の今後の方向

4.1 AIはアートを作れるか

ここでは，2章で述べたAIを用いたアート制作と3章で述べた筆者が行なっている流体力学にもとづくアート制作過程を比較しながらAIとアート制作の関係を考えてみよう。

まず第2章で述べた例から見えて来る現状では，AIがアート作品を創造したかと問われれば，否と答えざるを得ない。「The Next Rembrandt」プロジェクトの例で言えば，開発されたAIが作り出せるのはレンブラント風の絵画に過ぎない。アートの歴史において重要と考えられているもの，そして個々のアーティストが心血を注いで作り出そうとするものは個々のアーティストの独自の作風である。レンブラントの絵画を学習させただけでは，学習させた絵画にもとづいたレンブラント風の絵画を作ることしかできない。しかもそれはレンブラントがすでに作り出した作品の作風であって，レンブラントが長生きしたとしたら彼の作風がどのように変わっていっただろうかなどを示唆するものではない。歴史に残るアーティストは年齢とともに成長し作風を変化させてきた。そしてそのような作風の変化の背後にこそアーティストの創造性があると考えられる。AIが単に特定のアーティストの作風を学習し真似るだ

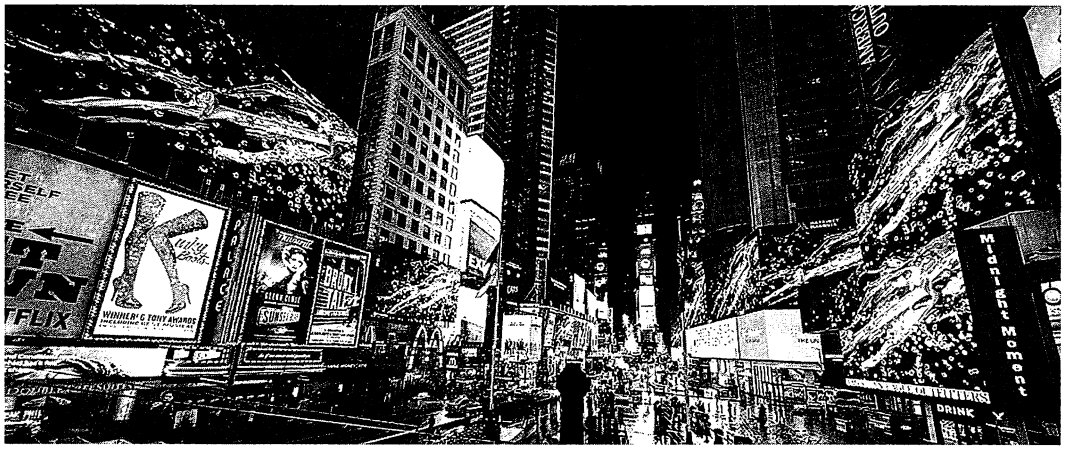

図7 ニューヨーク，タイムズスクエアにおける「サウンドオブ生け花」の展示

けではなく新しい作風を作り出すためには，たとえばレンブラントの作風を学習したAIの場合であれば，レンブラントの創造性を数式やルールとしてモデル化して学習させる必要がある。しかし特定のアーティストの創造性を数式やルールで表現できるかといえば，現時点では不可能であるとしか言えないのではないだろうか。

次に流体アートをAIが制作できるか考えてみよう。流体の振る舞いは流体方程式として表現することができる。それならば，AIに流体方程式を教えてやればAIはそれにもとづいて種々の流体の振る舞いをシミュレーションして，筆者の試みを超える種々の流体の振る舞いの画像や映像を作り出すことができると考えられないだろうか。

しかし「Genesis」を制作する際のキーとなったのは，流体の通り道における障害物であるドライアイス自身が形を時々刻々と変えて美しい形状を作り出すことであった。また「サウンドオブ生け花」では最初に置く絵の具の組み合わせ，量，位置などの微妙な違いが全く違った造形を生み出す。これはまさに複雑現象であって，それを数式やルールで表現することは極めて困難と考えられる。

将棋や碁の世界でAIが人間を凌駕できたのは，将棋や碁のルールが明示的に記述できるため，AIが過去の局面を学習するだけではなく，新しい局面を自ら作り出しそれを評価・学習できたからである。ルールが明示的に表現できない世界では，結局のところビッグデータとしてはすでに生じた現象を集めることしかできず，それを学習することは過去のデータの集合の中で最適解を求めることに他ならない。これまでなかったものを創造しようとするアート制作活動をAIが代替するのは極めて困難と考えられる。

4.2　AIを用いた美の解析や美の学習

それではAIはアートの世界でどのように使うのが有効なのだろうか。AIがアートを作り出すということを狙うのではなく，3.4節で述べたような「美とは何か，日本美とは何か」というような問いに対する回答をAIを用いて研究するというのが一つの方向性と考えられる。

美とは何かという問いに対して科学的手法によりアプローチする手法として，神経美学という研究領域がある[5]。これまでの神経美学の研究では，被験者にアート作品を提示してその際の脳活動を測定することにより被験者が美を感じているか否かの判断を行ってきた。しかしながら個々のアート作品を用いると，被験者の好みや経験が個人差として出て来やすい。それに対して筆者は作品そのものではなくてそれを鑑賞する際の被験者の脳活動図を用いることにより，個人差が現れにくいのではないかと考えている。この脳活動図をビッグデータとして用い「ビッグデータ＋深層学習」の手法を用いることにより美を学習したAIを作ることができる。また土佐のアート作品などの日本のアート作品をビッグデータとして用いると日本独自の美意識・感性を学習したAIを作り出すことができる。

作られた多層ネットワークを分析することによって美とは何かまた日本美とは何かに対する回答を得られないだろうか。また，たとえば日本美や土佐美を学習したAIに画像を入力してやればその画像を日本美や土佐美を持ったものに変換できるのではないか。筆者は今後の方向としてこのような研究を行うことを考えている。

5. ま　と　め

本論文では最近話題になっているAIにおける「ビッグデータ＋深層学習」の方法論とアートの関係について論じた。

AIとアートに関しては，過去のアーティストのアート作品をビッグデータとして学習させそのような作風の画像を得るという試みが行われており，まずそれを紹介した。次に，流体力学をベースとした筆者の「流体アート」というアート制作手法とそれにもとづき制作されたビデオアート作品を紹介した。次にこれらを比較することによって，AIがアートを創作することは現時点では困難であることを述べた。またAIをアートに応用する方法の一つとして，美や日本美を学習したAIを作ることによって美とは何か日本美とは何かを研究する方向性を示した。

参考文献

1）David Silver, et al., “Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search,” Nature 529, pp. 484-489 (Jan. 2016).

2）レイ・カーツワイル，「シンギュラリティは近い－人類が生命を超越するとき」NHK出版 (2016).

3）https://japanese.engadget.com/2016/04/07/ai-3d-the-next-rembrandt/

4）https://wired.jp/2018/11/29/ai-dollar-432500-piece-of-art/

5）苧阪直行，「美しさと共感を生む脳：神経美學から見た芸術」新曜社 (2013).