日本文化とテクノロジー
ー テクノロジーを用いた日本美の探求と表現ー

Japanese Culture and Technology
– Pursuit and Expression of Japanese Beauty using Technologies –

土佐　尚子　京都大学総合生存学館
Naoko TOSA　Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability, Kyoto University
中津　良平　京都大学デザインスクール
Ryohei NAKATSU　Design School, Kyoto University

Keywords : *Art and technology, Japanese culture, Japanese beauty, Fluid dynamics, Japanese lacquer, Sound vibration*

1. はじめに

著者らはアートとテクノロジーの融合により新しいメディアアートを創出することを目指して1990年代半ばから共同研究を行ってきた．共同研究はATR（国際電気通信基礎技術研究所）におけるアート＆テクノロジープロジェクトにおいて開始され，いくつもの成果を出した[1,2]．

その後著者の一人である土佐は，2002年～2004年の間MITにおいてアーティスト・フェローとして滞在し，そこでアートに日本文化を取り入れたZENetic Computerというシステムを制作しMIT博物館で展示を行った．ZENetic Computerは，ユーザが山水を描き自分が描いた山水の世界を散策し，禅問答を行うことによって禅の精神を体験できるインタラクティブシステムである[3]．土佐は，禅を単なるリラクゼーションと捉えがちな米国人がZENetic Computerとのインタラクションを通して禅の本質を知り理解を深めるのを見て日本文化の奥深さを知り，それがその後のアート制作に日本文化を取り入れる試みに繋がった．またその体験から，アート表現を含む文化を情報技術を使って扱いグローバルレベルで理解してもらうことを可能にするカルチュラル・コンピューティング[4]という概念にたどり着いた．

もう一人の著者である中津は，その後2007年～20014年の8年間シンガポールのNUS (National University of Singapore) で勤務した体験を通して，シンガポールや日本を含めたアジアが東洋文化を共有していると共にその中で日本文化は日本の独自性を持つことを実感し，さらにそれに基づいて東洋的な考え方・行動様式が今後のグローバル社会において重要な役割を果たすという考えに至った[5]．

その後著者らは，京都大学で共同研究やメディアアートの制作を継続しているが，その過程を通して日本文化を技術で扱いアート表現に取り入れていくということは，日本美をアート表現に取り入れることに他ならないという考えにたどり着いた．後述するように，日本美は日本人独自の美意識に基づくもので極端な場合は日本人にしかその本質は理解できないといわれることもあるが，著者らはそうは思わない．日本美は人類共通の感性に基づいたユニバーサルなものであり，どの文化の人も理解できるものであると考えている．ただ，日本の風土のもとでユニバーサルな感性が繊細化・洗練化されたものが日本美だというのが実践・経験に基づいた著者らの考えである．本論文ではそのような考え方に基づいて，日本美とは何かに関する著者らの意見を述べるとともに，テクノロジーを用いて日本美を取り入れたメディアアートのコンセプトや実例について述べてみたい．

以下，第2章では日本美とは何かをコンセプトと実例によって説明する．第3章では土佐を中心として最近行なっている流体を用いたメディアアート制作（「流体アート」と呼ぶ）が日本美の表現に適していることを，日本の伝統的なアートを例にとって示す．第4章では，流体アートのコンセプトに基づいて土佐が制作した流体アートの例を示す．第5章では，そのような実践と経験に基づいて，日本美がユニバーサルであるという仮説を実証するために今後行いたいと考えている研究の内容について述べる．最後に第6章で全体をまとめる．

2. 日本美

2.1 日本文化・日本美の位置付け

美とはなんだろうか[6]，そして特に日本美とはなんだろうかというのは難しい質問である．当然ではあるが，日本人が美をどう感じ取るかは日本の文化の上に成り立っている．日本は古来から中国からの文化輸入を行ってきたため，日本文化は中国文化の影響を大きく受けてきた．そしてその中国文化を，日本が古来から持ってきた素朴な神道に基づく文化と融合して，日本の文化としてきた．しかしながらそれと同時に，日本の温和な気候や急峻ではなく穏やかな山並みなどの日本の風土[7]によって醸成された日本人の感性に基づき，華美さ・豪壮さを特徴とする

中国の文化を純粋化し不必要なものをそぎ落としたミニマリズムの文化へと昇華してきた歴史を持っている[8]. それが能・花道・茶道などの日本独特の文化を生み出し, 同時に日本人の美意識を生み出してきた. それは現在のマンガ・アニメにおけるキャラクタやストーリーなどにも引き継がれており, いわゆる「クール・ジャパン」と私たちが自画自賛する現代日本文化・現代日本美を作り出してきた[9].

このことから日本人の持つ美意識, そしてそれによって作り出される日本のアートを世界で独自のものであるとする考え方も生まれやすい. これは時には日本人の美意識は世界独自のものであるとかそれに基づいて作り出されて日本のアートの本質は海外の人には理解ができない日本独自のものであるという考え方を生みやすい. しかしそれはそうではないことを心に銘じるべきである.

現在ではほぼ定説となっているように, 人間はアフリカで類人猿からホモ・サピエンスへと進化し, 約6万年前～5万年前ごろにアフリカを出てその後数万年を経てヨーロッパ, アジアに広がり, さらには北アメリカを経て南アメリカまで到達した歴史を持っている[10, 11]. すなわち現在全世界に広がっている人類はアフリカにその原点を持っているわけであり, 感じ方・行動の仕方などは元々は一緒であったと考えられる. それが定住を始めたそれぞれの地域の気候や地政学的なものに影響されて, 独自の文化をそして美意識・アートを作り出したのである[7]. 従ってそれぞれの地域の文化・アートは, その地域の独自性を持っていると同時に, 他地域の人間も理解し共感できるものであると考えられる.

日本は東洋の端にあるという地政学的な特徴に加え, 徳川時代に鎖国をして西洋の文化に触れる機会が少なかったという特徴がある. そのため西洋の人たちは日本文化・日本美は独特のものであるとして興味を持ちやすいし, 現実に19世紀にはジャポニズムという形で日本の文化・アートが西洋のそれに大きな影響を与えたことがある[9]. ジャポニズムは, 19世紀中頃にパリで日本の浮世絵が評判になったり, ロンドンやパリで行われた万国博覧会に日本の浮世絵・琳派・工芸品が出店されたのをきっかけに, 日本アートが注目され西洋の作家に大きな影響を与えたことを指す. それまでの西洋の遠近法による奥行きの表現・陰影の表現・細部の表現などをベースとしたアートの表現法に対して, 浮世絵が持つ二次元的表示・線による表現などのそれまで西洋では気づかなかった表現法の新しさが西洋のアートに大きな影響を与えたのである. それと共に, ジャポニズムが西洋で受け入れられたという事実そのもの, そしてそれが写実主義を基本としていた西洋のアートが現代アートへと変わる大きな原動力になったという事実そのものが, 西洋のアーティストおよび一般人が日本のアート表現を理解でき共感できたということを示しているのではないだろうか.

2.2 日本美とは？

さてそれでは日本美の本質は何だろうか. ブルーノ・タウトなど多くの人によって指摘されてきたように, 日本のアート作品や建築では常に自然との一体感が重要視されそれが醸し出されている[12]. これはその根源を辿れば, 老子・荘子の老荘思想の根幹をなす人間と自然の一体化を説く思想, いわゆる東洋一元論の考え方にたどり着くのではないだろうか[13]. そうすると, 日本美とは日本人が作り出したものというよりは, 自然の中に潜んでいるものであり, そこから日本人の感性に訴える繊細で洗練された部分を取り出したものが日本美であると言えるのではないか. つまり日本美とは自然現象・物理現象と極めて密接な関係を持っていると言えるのではないだろうか.

著者らは後述するように, 土佐を中心として物理現象・自然現象に潜む美を高速度カメラ撮影を持ちることによって取り出してメディアアートを制作することをアート制作の方法論としてきている. 土佐は, 2016年度に文化庁文化交流使として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.

物理現象・自然現象に潜む美を先端技術とアーティストの感性を使って取り出すという方法論は, 上に述べた日本美のコンセプトに極めてよく合致してる. このことが多くの人たちが土佐のアートに日本美を感じ, またそこに日本美が凝縮されて表現されていると思う理由と思われる. このことはまた, 土佐のアートが複数の禅宗の禅僧から「禅的である」「禅の思想を感じる」と言われてきたこととよく合致する. 物理現象になぜ禅的なものを感じるのかを不思議と考えていたが, 上記のことと一緒に考えると納得がいく. つまり人が何か美しいものを作り出すのではなく, 自然現象・物理現象に潜む美を取り出すことそのことが, 日本文化・日本美の背後にある禅のミニマリズムの思想と合致するのではあるまいか.

以上のことから日本美とは「自然に潜んでいる美をシンプルな形で取り出したもの」であるという仮定を立てることとする. 自然に潜む隠された美をいかにして取り出すかに関しては種々の方法が考えられる. 一つは次節で述べるようにアーティストの感性もしくは天才による方法である. そしてもう一つは著者らが行っている技術を用いて行う方法である.

2.3 日本美表現の例

川の流れ・飛び散る波などの自然現象に, 日本のアーティストは美を見出し作品に仕上げてきた. 川の流れをデザイン的に表現した尾形光琳の「光琳波」や, ダイナミックな波の

図1 葛飾北斎「富嶽三十六景 神奈川沖浪裏」

図2 高速度カメラで捉えた流体の振る舞い

図3 生け花の型

図4 高速度カメラで捉えた流体と音の振動が作り出した造形

動きを表現した葛飾北斎の「富嶽三十六景 神奈川沖浪裏」などが有名であり，日本独自の美の表現として海外の画家にも大きな影響を与えてきた．また液体の表面に置いた絵の具や墨が美しい二次元の形を作り出すことを利用した「マーブリング」や「墨流し」はアート創作方法の一つとして現在でもよく使われる[14]．図1に「神奈川沖浪裏」を示す．興味深いことにこのダイナミックな波の動きは，高速度カメラで撮影された流体の形によく似ている．図2は著者らが絵の具を注入した水にエアガンの弾を打ち込んだ時に生じる造形を高速度カメラで撮影したものを示しており，両者の類似性がわかる．

別の例として，いけばなの「型」に関して説明する．生け花では高さの異なる3点の「天」「人」「地」で結ばれる三角形を基本的な型としている（図3）．土佐は後述するように，絵の具などの粘性を持った流体に音の振動を加えた際の造形を高速度カメラで撮影することによって，「サウンドオブ生け花」というビデオアートを制作した（図4）．その形が生け花の「型」に類似していることが興味深い．

これらの日本美に関するアート作品もしくは「型」と自然現象・物理現象の類似性は何を意味しているのだろうか．日本のアーティストたちは，彼らの天才もしくは心眼を用いて一般人には見えない自然の中に隠された美を見出していたのではないだろうか．そしてそれらが日本美として評価されるに至ったのではないだろうか．これはまだ仮定であるが，著者らはアート制作やそれに関する研究を通してこのことを明らかにしていきたいと考えている．

3. 流体力学と流体アート

3.1 流体力学

前章で，自然現象における流体の振る舞いと日本美の関係に関して述べた．実は流体の振る舞いは自然現象の大きな部分を占めている．水の流れ，波の振る舞い，海流などはその典型例であり，天候も空気を流体と考えた場合流体現象である．また通常は個体と考えられているものも，長時間で考えれば流体として振る舞うことも知られている．氷河の動きや大陸そのものの動きも長時間的には流体として考えることができる．そのようにして考えると，自然現象の多くが流体の振る舞いとして考えられると言ってもいい．

流体の動きの研究，特に障害物の存在など限定された環境下で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[15, 16]．流体力学は力学の一分野であり，水やガスのような流体が動くときの振る舞いを研究する．さらにそれらは空気やガスの振る舞いを研究する空気力学と，水などの流体の振る舞いを研究する流体力学に分類される．流体力学は航空機や車さらには電車などに沿った空気流を計算することによって，空気抵抗の低減化を測ったり，パイプラインの中の石油の流れを計算することにより流す石油の量を決定したり，天候の予測をしたりなど極めて多くの応用範囲を有する．流体の振る舞いを明示的な形で示そうとする分野は「流体現象の可視化」という名前で呼ばれる

一つのサイエンスの分野を形成している[17]．可視化によって数式ではなく直感的に，種々の条件のもとでどのように流体が振る舞うかを知ることができる．そして可視化技術によって，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．

3.2 流体アート

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アーティストが存在することは自然である．流体力学に基づいて制作されるアートを「流体アート」と呼ぶことにする．流体力学をアート制作に応用しようとする際に，基本的には2つのアプローチが存在する．

その一つは純粋にサイエンス側から美を追求しようとするものである．流体の振る舞い，特にそ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．従って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5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．「レイノルズ数」と呼ばれる流体の慣性力と粘性力の比が増加すると，定常的なラミナー・フローは「乱流」と呼ばれる非定常な流れに変化する．乱流においてはしばしば種々のタイプの渦が発生し，その渦自身も私たちには美しいと感じられる．図6にそのような渦が生じている例を示す．

他にも特殊なタイプの流体は特殊な振る舞いをする．その典型例は，「磁性流体」という磁性を持った流体の振る舞いである．磁性流体は磁石を近づけることによって極めて特徴的で美しい形状を形成する[18]．図7にそのような磁性流体が作り出す形状の一例を示す．そのような磁性流体の作り出す形状の美に魅せられてこの現象を用いてアート制作を行なっているアーティストも存在する[19]．

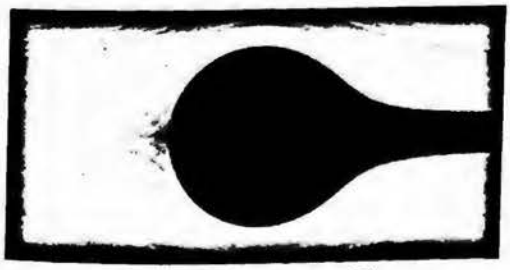

図5 ラミナー・フローの例

図6 渦の例

このように純粋に科学的立場に基づいて美を見出しそれをアート作品にするというアプローチをすることは可能でありそのようなアーティストも多いが，それらの作品はファインアートとは認められないこともある．それはこれらの現象もしくはそれに基づいて作り出された形状が純粋の物理学に基づくものであるため，そこにアーティストの意図を入れ込むことが困難であるという理由による．純粋の物理現象とアートの境界は何かと言うのは難しい質問ではあるが，アート作品の制作によって自分の内面にあるものを表現したいというアーティストの意図がアート作品には含まれるべきであり，その意図がどの程度表現されているかがアート作品を物理現象から峻別するものであると言うことはできる．そのような意図が含まれていなかったりあまり含まれていない場合は，作り出された作品はアートというより物理現象であるとみなされやすい．別の言い方をすれば，物理現象によって作り出された形状は物理学によって支配され，アーティストの意図を含んだりさらには偶然性に基づいて作り出される予期できないことが含まれることが少ないということも言えるだろう．偶然性はアート生成における一つの重要な要素である[20]．

もう一つのアプローチはアートの側からのものである．絵画におけるアート創作は絵の具という流体を用いて行われるが，それはアーティストが持つあらかじめ固まっている内面のイメージを絵の具によって単に表現するというプロセスではなく，表現された絵画で自分の内面のイメージを明確にしさらにそれを絵画で表現するという繰り返しによって作られる．そしてそのプロセスにいかにして新しい制作方法を導入するかというのが，アーティストが昔から行ってきたことである．その一つの方法として，予期せぬ現象もしくは偶然性をアート作品の創作プロセスに入れて行くという方法がある．そのようなアート創作の代表的な例がアーティスト，

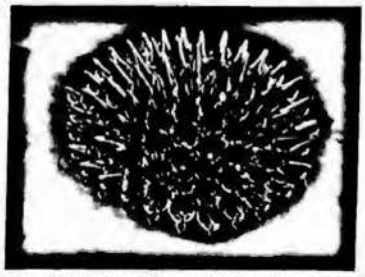

図7 磁性流体によって作られた形状の例

図8 ジャクソン・ポロックのアートの例

ジャクソン・ポロックによって始められた「アクション・ペインティング」である[21,22]．アクション・ペインティングにおいては，絵筆で絵を描くのではなくアーティストが絵の具をキャンバスに垂らしたり投げつけたりする．従ってキャンバスのどこにどのような絵の具を用いて描くかというアーティストの基本的な意図に加え，絵の具を垂らしたり投げつける際に生じる偶然性の介入をアート制作プロセスとして積極的に用いているという特徴がある．

図8にジャクソン・ポロックのアート作品の例を示す．ジャクソン・ポロックそして彼の作り出したアクション・ペインティングというアート制作方法は，現代アートの一つとして高く評価されている．アクション・ペインティングは，見えるものを忠実に描くというかっての絵画の制作方法からすると，かなり異質なアート制作方法といえるかもしれない．しかしそれは，アートというものそしてそれをいかに制作するかに対して人々が持っている考え方・感じ方が時代と共に変わってきていることも示している．

4. 日本美を含んだ流体アートの生成

4.1 流体アート生成システム

流体アートを作成するための基本技術として，著者らは高速度カメラで音の振動から作られた液体の造形を撮影する方法を開発した．高速度カメラは，これまで物理的な物質の爆発のように非常に短時間で発生する様々な現象の撮影に使用されてきたが，その用途の大半は科学技術の実験におけるものである．一方著者らは，液体などの物質が「ミルククラウン」に代表されるように様々な美しい有機的な造形を生成することに関心を持った[23]．そして絵の具などの流体に音の振動を与えて，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．図9は実験環境である．スピーカー（低周波数のサウンドを用いるため，ウーハーを用いる）を上向けにおき，上に薄いゴム膜を張り，ゴム膜上に絵の具などの流体を置いて，スピーカー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を作り，その様子を高速度カメラで撮影する．ここでは2000フレーム/秒の高速度カメラを用いている．スピーカーに接続されたPCで種々のサウンドを生成し，スピーカーを振動させる[24]．

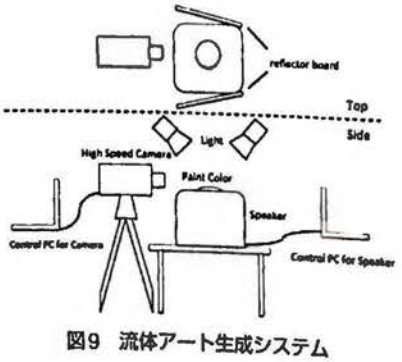

図9 流体アート生成システム

4.2 流体アート「サウンドオブ生け花」

著者らはこの環境を用いて音の形状（サイン波，ノコギリ波など）・音の周波数・流体の種類・流体の粘度などを組織的に変化させて高速度カメラで撮影することによって種々の流体の形状が生成されることを確かめた[25]．土佐は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映像編集することで，「サウンドオブ生け花[24]」と呼ばれるビデオアートを制作した．図10は，作品の一シーンである．またこの作品を用いて2014年にシンガポールにおいてプロジェクションマッピングを行った．その様子を図11に示す．たかだか一辺数cm立方の空間で作られた流体による物理現象によって得られた造形を縦横十mの建物にプロジェクションすることは，CGによって作られたコンテンツのプロジェクションとは全く異なる効果を醸し出し，このような造形がプロジェクションマッピングに適していることが示された．また，2017年4月には土佐の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台以上のデジテル・ビルボードを用いて展示を行った．これはTimes Square Midnight Momentと呼ばれるイベントで，一ヶ月間一人のアーティストをフィーチャーし，そのアーテ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12に示す．

図10 「サウンドオブ生け花」の一場面

図11 「サウンドオブ生け花」のプロジェクションマッピング

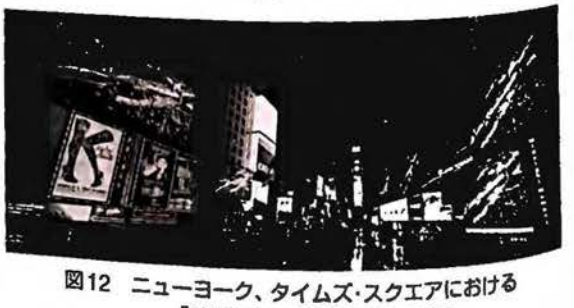

図12 ニューヨーク、タイムズ・スクエアにおける「サウンドオブ生け花」の展示

さらに引き続き，絵の具以外にビーズなどの装飾素材，食材のオイルや洋菓子のトッピング，ナッツ・和菓子の素材など，流体以外の多くの種類の材料を使用しこれらを音の振動で飛び跳ねる様子を高速度カメラで撮影することにより，新しいコンテンツの制作を試みている．

4.3 流体アート「Genesis（起源）」

流体力学に基づいて美しくさらに予期できない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5に示されるように，そのような障害物の形状・位置が固定された場合はルミナーフローもしくは渦の生成ができるが，いずれの場合も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ことがわかった．従って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．さらに望ましいのは，障害物の形状そのものも固定されておらず変形し，さらにその変形自身もあらかじめ予想できないようなものであることである．種々の実験を繰り返した結果，著者ら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望ましい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，昇華温度は-78.5度である．従って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．著者ら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13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（それを私たちはドライアイスのスモークとして見る）になるということがわかった．さらにドライアイスの泡はそれぞれが異なる形状をしていると同時に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．

従ってドライアイスは，上述した予期できない振る舞いをする障害物という機能によく合致している．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す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また荘厳な感覚を与える映像が得られる．

図13　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14　「Genesis」の一場面

図15　「Genesis」の展示風景（シンガポール、Ikkan Gallery）

土佐は得られた映像から「Genesis（起源）」と名付けたビデオアートを制作した．図14にその一場面を示す．2016年の土佐の文化交流使としての海外での活動においては，しばしばこの作品を展示に用いた．シンガポールにおける展示の様子を図15に示す．200インチのスクリーン4面に背後から高輝度のプロジェクターでリアプロジェクションすることにより，観客が映像に包まれるような感覚を与えることを狙っている．

本アート作品は先に述べたように，海外の美術関係者から「日本美が凝縮されている」という感想・意見をもらった．また，国内では複数の禅宗の僧侶から「禅的な映像である」という評価をもらった．さらにその後国内で展示を行った際には，一般の人々からは「日本美を感じる」「癒される」などの感想をもらった．基本的には物理現象をベースに作り上げた作品であり，そこには意図して日本的なものを埋め込んでいるわけではないが，それがこのように評価されるのは，本来自然に隠されている美を取り出し形にしたものが「日本美」と呼ばれるのではないかという先に述べた仮説を導き出す根拠となった．

4.4 回転を加えた流体アート

流体と振動によって作られた流体アートの例である「サウンドオブ生け花」は，先に述べたように日本美を凝縮して抽象的な形で表現していると考えられるので，日本の企業が自社や自社の製品のブランディングに用いるという産業応用が考えられる．ただしそのままではなくて，企業の製品や技術とサウンドオブ生け花のコラボレーションに

よる新しい流体アートができれば，企業としても自社のブランディングに使う理由がつけやすい．

そこでいくつかの企業と，それらの企業の持つ技術を用いて流体に振動以外の外部の力を加えることによって美しい流体アートを作ることができる可能性に関して議論を行った．その結果，京都に本社をおくモーター企業（日本電産）が土佐のメディアアートに興味を持ち，自社の主たる製品であるモーターを土佐のアート制作に用いることによって，出来上がったアート作品を同社のブランディングに用いることができないかというアイディアを持ちかけてきた．同社と何度か議論した結果，絵の具を音の振動で飛び跳ねさせることによってできる造形を高速度カメラで撮影してアートに仕上げるというプロセスにモーターの回転を加えることによって，新しい造形が生まれるのではというアイディアが生まれた．このアイディアに基づき図9に示した流体アート生成システムを改良しモーターの回転を加えた新しいシステムを試作しその動作を確認した．モーターを加えた改良システムの構成を図16に示す．

このシステムを用いた流体アート制作実験を企業の担当者も交えて何度か行った．実験によって得られた造形の例を図17に示す．従来のシステムによる造形が絵の具の上下動によるものであったのに対して，回転が加わることによって新しい造形が得られた．この造形があたかも龍が動き回る様を思わせるため，得られた映像をベースとして土佐が「ドラゴン」というメディアアートを制作した．さらに同企業がこのメディアアートの一部及び同社のモーターの映像，さらに土佐のインタビュー映像を組み合わせて約3分の動画にまとめた．本動画は2017年12月にYouTubeにおいて公開され広く一般の人々の目に触れている．(https://www.youtube.com/watch?v=iC8Os8dYy58)．

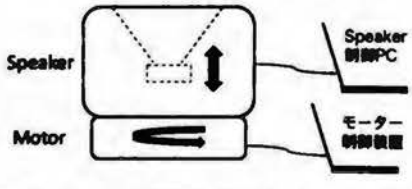

図16　モーターを加えた流体アート生成システム
（スピーカーとモーター部分のみ示す）

図17　流体に振動と回転を与えて作られた造形

4.5　漆を用いた流体アート

別の試みとして，京都の伝統産業と流体アートのコラボレーションによる新しい流体アートの制作を行っている．京都市は京都産業技術研究所という京都の伝統産業を技術の力を用いて伝承したり新しい形にすることを行っている研究所を有している．同研究所の種々の分野の人々とコラボレーションの可能性に関して議論を行った．その結果，絵の具を音の振動で飛び跳ねさせ高速度カメラで撮影する手法において，絵の具の代わりに京都の伝統産業である漆を用いてアート制作を行ってはどうかというアイディアが生まれた．

漆はウルシ科の漆の木などから採取した樹液を加工した天然樹脂塗料である．本来は半透明な液体であるが，黒や赤の顔料を加えた黒漆・朱漆として食器や家具などの塗料に用いられる．乾燥すると鮮やかな黒や朱色に輝き，また美しさとともに強靭さを備えているため，古くから日本の代表的な伝統工芸として用いられてきた．

通常人々が目にするのは，食器や家具に塗られた最終製品である．しかし半透明な液体や黒漆・朱漆の段階では液体状であるため，油性の絵の具と同じような使用が可能である．したがって，絵の具の代わりに漆を音の振動で飛び跳ねさせその造形を高速度カメラで撮影することによって，絵の具による造形とは異なる造形が得られる可能性がある．また，そのようにして得られた映像は，漆を固形物としてしか目にしない一般の人たちに漆の本来の形を思い起こさせ，そしてそれは一般の人々の日本文化に対する理解を深めることになる．ひいては日本文化ブランディングになるのではというのが基本的な考え方である．

この考え方に基づき，京都市産業技術研究所のスタッフの方々と京都大学土佐研究室のスタッフの協力によって，漆を音の振動で飛び跳ねさせそれが作り出す造形を高速度カメラで撮影するという実験を現在行っている．高速度カメラによる撮影によって得られた造形の例を図18に示す．

本実験はまだ継続中であるが，粘性の違いなどにより絵の具を用いた造形とは異なる新しい造形が得られることがわかった．さらには漆独特の渋い色や光沢によって日本文化に独特な「わび・さび」感を感じさせる映像が得られた．さらに実験を継続するとともに，この映像を用いた流体アートを制作し，種々の展示の機会を利用して展示する予定である．

図18　漆と音の振動によって得られた造形

このアートが展示され内外の多くの人々の目に触れることによって，漆という日本の伝統文化が新しい形で鑑賞され，それが日本文化のさらなる理解やブランディングにつながることが期待される．

5. 今後の研究方向

5.1 日本美を探る脳科学研究

2.2で土佐のメディアアートが海外の美術関連者から「日本美が凝縮されて表現されている」と評価されたことを述べた．しかしながら同時に，一部の美術関連者から「確かに美しいし日本美を感じるが，アートには人の行為が含まれていることが必要であり，その意味でアートと判断するのに躊躇する」との意見をもらった．これは極めて興味深い指摘である．欧米人は過去の西洋の美術の歴史から「アートには人間の行為が含まれていることが必要」と「判断」していることを示唆している．このことと2.2で述べたことから以下の仮定が成り立つと考えられる．

仮定1：美しいと感じること（美に対する感性）に関しては洋の東西を限らず同じである．

仮定2：それをアートと判断する際には（アートに対する判断），東洋では美しさを感じることとアートの判断の間に差はないが，西洋ではそこに人間の行為が含まれているか否かで判断する．

これはこれまで多くの人たちが漠然と考えていたことではあると思われるが（著者らもそのように感じていた），明確な形で提示されたことはなかったのではあるまいか．最近fMRI・EEG・fNIRSなどの脳活動測定装置を用いることによって，脳のどの部位が活動しているかを測定しそれによって人が美しさを感じたり判断したりしているか否かを研究することが，神経美学として盛んになりつつある[26]．この手法を用いることによって日本美を含むアート作品を欧米のアート作品と比較し，また被験者としては日本人と欧米人のグループを用いることによって上記の仮定1と2の実証を行うことを計画している．

日本のアート作品としては土佐のアート作品を中心に琳派アートの代表作や山水画の中から代表的なものを選定する．また欧米のアート作品としては風景を描いた絵画を中心にして代表作を選定する．これらを被験者に提示してその際の脳活動を測定することによって，土佐のアート作品を含め日本独自の美意識・感性が表現されている作品を鑑賞する際の被験者の脳活動が，欧米のアート作品を鑑賞する際のそれと部位や活動状況がどう違うかを測定する．これによって日本独自の美意識・感性を科学的手法で測定することが可能となると期待される．

5.2 流体アートの数学シミュレーションモデル

ここまで述べてきた流体アートの制作は高速度カメラを用いた撮影により物理現象・自然現象に潜んでおり通常は肉眼では捉えられない美を取り出すことを特徴としている．しかしカメラの撮影時の解像度の制限があり，4K以上の解像度では動画はできない問題がある．またこの一瞬で消える流体を3次元の造形にすることができたら，様々なデザインの形状が生まれるが，それはこれまで技術的に困難であった．

この2つの技術的困難に対しては，2種類以上の高粘性液体の液滴飛翔現象として取り扱い，さらに気体もあわせて弾丸突入などのトリガーによって飛散させる物理シミュレーションを行うことによって，解像度に制限されない映像を作り出すことができると考えられる．また，それを3次元造形としてモデル化することにより，3Dプリンターへの出力が可能になり，製品の3次元デザインの工程にこれまでなかった日本美を取り入れることが可能になる．

5.3 日本美を学習したAIの研究

これまでの神経美学の研究では，被験者には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．それに対して著者らは5.2で提案した脳科学研究を経由することにより，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ることにより「ビッグデータ＋深層学習」という最新のAI手法を用いることにより，土佐のアート作品を中心とした日本のアート作品に含まれる日本独自の美意識・感性を種々の方式により学習すると共に，その結果の応用方法を検討することにより，日本独自の美意識・感性を学習したAIを得ることができ，種々の形で応用することを可能にすることが期待される．

6. ま と め

本論文では日本文化を用いた日本美を取り入れたアート表現を技術を用いて実現した例として，著者らが進めている流体アートの基本コンセプトとその実現例を述べた．

まず日本文化の根底にある日本美とは何かに関して著者らの意見を述べた．日本美は日本人独特の感性に基づいた日本独自のものであるという従来の考え方に対して，日本美とは自然に隠された美を取り出したものでありユニバーサルに理解されるものであるという著者らの考えを述べた．自然に隠された美の取り出し方に関しては日本人の感性が大きな働きをしてきたことはもちろんであるが，著者らはそこに先端技術を用いることによって自然の美を取り出すという新しい方法論を提案した．

次に，自然現象・物理現象の中で流体の振る舞いが大きな部分を占めていることに着目し流体を対象としてその振る舞いの中に美を見出そうとする方法論を「流体アート」と名付けて提案した．まず自然現象をベースとしながらそこにいかにアーティストの意図を取り入れていくかという観点か

ら従来のアートに対する流体アートの位置付けを述べた．次に著者らが行っているアート制作活動を中心として流体アートの例をいくつか示した．

さらにこれらのアート制作及び研究活動の延長として著者らが考えている「日本美とは自然現象・物理現象に潜んでいる美を取り出すものであってユニバーサルなものである」という現時点における仮説を検証するために今後進めるべき研究について簡単に述べた．

2020年には東京オリンピックが開催される．東京オリンピックでは，日本の先進的な技術だけでなく，日本の豊かな伝統文化や日本美をアピールすることが期待されている．開会式など，いくつかの大きなイベントがある．流体アートを基本とした日本文化と先端技術が世界に新たな創造の潮流を起こすような映像表現は，東京オリンピック2020でも使用されることが期待されている．

参 考 文 献

[1] 中津良平，土佐尚子，越知武，鈴木秀明：インタラクティブ映画システムのコンセプトとシステム構成例，電子情報通信学会論文誌，J.81-D2(5)，pp.944-953，1998.

[2] 土佐尚子，中津良平：「インタラクティブポエム」－芸術と科学の「融合地点」－，映像情報メディア学会誌「文化としての映像情報メディア」小特集，52(1)，pp.60-63，1998.

[3] N. Tosa, S. Matsuoka, B. Ellis, R. Nakatsu: Cultural Computing with Context-aware Application: ZENetic Computer, Entertainment Computing, pp.13-23, 2005.

[4] 土佐尚子：カルチュラルコンピューティング －文化・無意識・ソフトウェアの想像力，NTT出版，2009.

[5] 中津良平：アジア化する世界，東京図書出版，2014.

[6] 佐々木健一：美學への招待，中公新書，2004.

[7] 和辻哲郎：風土 一人間学的考察，岩波文庫，1979.

[8] 家永三郎：日本文化史，岩波新書，1982.

[9] 柴崎信三：＜日本的なもの＞とは何か：ジャポニズムからクール・ジャパンへ，筑摩選書，2015.

[10] ニコラス・ウェイド：5万年前 一このとき人類の壮大な旅が始まった，イースト・プレス，2007.

[11] スティーブン・オッペンハイマー：人類の足跡10万年全史，草思社，2007.

[12] ブルーノ・タウト：日本美の再発見，岩波文庫，1962.

[13] 安岡正篤：老荘思想，福村出版，2006.

[14] marbling patterns：ピー・エヌ・エヌ新社，2004.

[15] B. R. Munson, et al.: Fundamentals of Fluid Mechanics, Wiley, 2012.

[16] P. S. Bernard: Fluid Dynamics, Cambridge University Press, 2015.

[17] A. J. Smits, T. T. Lim (eds.): Flow Visualization: Techniques and Examples, Imperial College Press, 2012.

[18] S. Odenbach (ed.): Colloidal Magnetic Fluids: Basics, Development and Applications of Ferrofluid, Lecture Note in Physics, Springer, 2009.

[19] S. Kodama: Dynamic Ferrofluid Sculpture: Organic Shape-Changing Art Forms, Communication of ACM, 51(6), pp.79-81, 2008.

[20] J. Cage, et al.: John Cage/Milan Grygar: Chance Operation & Intention, Kerber; Bilingual edition, 2016.

[21] R. Fleck, et al.: Action Painting, Hatje Cantz, 2008.

[22] E. G. Landau: Jackson Pollock, Harry N. Abrams, 2010.

[23] R. Krechetnikov, G. M. Homsy: Crown-forming Instability Phenomena in the Drop Splash Problem, Journal of Colloid and Interface Science, 331(2), pp.555-559, 2009.

[24] 土佐尚子，中津良平：アート＆テクノロジーの融合で日本文化を創る，電子情報通信学会誌，99(4)，pp.295-302，2016.

[25] Y. Pang, L. Zhao, R. Nakatsu, N. Tosa: A Study of Variable Control of Sound Vibration Form (SVF) for Media Art Creation, 2017 International Conference on Culture and Computing, 2017.

[26] 特集：神経系人文学—イメージ研究の挑戦—：思想，1104，岩波書店，2016.

(2018年1月31日受理)

著 者 紹 介

土佐 尚子

国際的に知られた日本のメディアアーティストの先駆者．1980年代後半にニューヨーク近代美術館での日本のビデオアート企画展New Video JapanRに選ばれ，1985年に制作した初期の作品が，ニューヨーク近代美術館のコレクションになる．工博（東大）．MIT高等視覚研究所のアーティストフェローを経て，京都大学総合生存学館教授．2016年度文化庁文化交流使．

作家情報はnaokotosa.com.

中津 良平

1971年 京都大学大学院修士課程修了．日本電信電話公社（現NTT）入社．1994年ATR知能映像通信研究所代表取締役社長．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．1982年 工学博士（京都大学）．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．