

自然に隠された美を先端技術で発見する Discovery of beauty hidden in nature using technology

○土佐尚子¹⁾, Pang Yunian¹⁾, 中津良平²⁾

○Naoko Tosa¹⁾, Pang Yunian¹⁾ and Ryohei Nakatsu²⁾

京都大学大学院総合生存学館¹⁾, 京都大学デザインスクール²⁾

Graduate School of Advanced Integrated Study in Human Survivability,
Kyoto University¹⁾, Design School, Kyoto University²⁾

E-mail: tosa.naoko.5c@kyoto-u.ac.jp

Since very ancient time beauty has been at the basis of human evolution. Artists used to find out beauty in nature and expressed it in their artworks. Still there are various beauties invisible to us in nature. In this paper we will explain our experimental methodology, called “art and technology,” to extract such beauty using cutting-edge technologies. Also, art innovation will be explained, which is the methodology to apply the extracted beauty to various aspect of our society.

1. はじめに

人々は世界における様々な自然現象に取り囲まれており、それらの自然現象の多くに対して美しいと感じる。また自然に含まれる美は、必ずしも私たちが通常目に触れるものだけとは限らない。最新の技術を用いて見ることができる深海や深宇宙の姿などに、人々は美を見いだすことができる。このことは、自然にはまだまだ人々に知られない美が潜んでいることを示している。自然に隠された美を取り出して人々に見える形にできないだろうか。それがアーティストである土佐を代表として著者が取り組んできたことである。

著者の一人である土佐は、高速度カメラを用いて通常人々の目には見えない自然現象の中に隠された美を取り出し、ビデオアートなどの形で人々に提供するという仕事をしてきた。特に最近、高速度カメラを用いて種々の流体現象を撮影し、流体現象という自然現象・物理現象に潜む3次元の美をビデオアートなどの2次元の映像にするという仕事をしてきた[1]。制作したビデオアートを展示した機会などに「3次元の形で可視化・実体化できないか」という感想をしばしばもらうことがある。それをどのように実現するを述べることも本論文の内容である。

本論文は以下のような構成になっている。まず第2章では、本論文で3次元化の対象とするアートである流体アートについて述べるとともに、土佐が中心となって制作した流体アートである「サウンドオブ生け花」について述べる。さらに流体アートに含まれる美について論じる。第3章では、アートの応用としてのアートイノベーションについて述べる。筆者は、アートは社会にイノベーションを引き起こす可能性があると考えており、その

実現に向けて種々の取り組みを行っている。その具体例として、流体アートの3次元化、流体アートのガラス照明への展開を述べる。最後に第4章では全体をまとめる。

2. 流体アート

2.1 流体力学

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。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[2]。流体力学は、空気抵抗の低減化を測ったり、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ている[3]。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。

2.2 流体力学と流体アート

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使おうと考えるのは自然である。流体力学に基づいて制作されるアートを「流体アート」と筆者は呼んでいる。

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1

に、障害物がある場合の流体の流れが定常である場合の「ラミナー・フロー」と呼ばれる流れの可視化の例を示す。

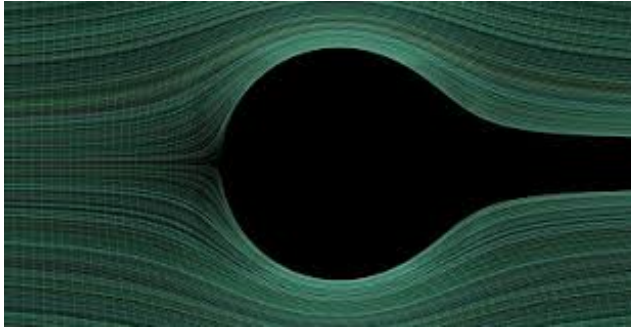


Fig. 1 Laminar flow

純粋に科学的立場に基づいて美を見出しアート作品にすることは可能であるが、これらの現象は純粋に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たり、偶然性に基づいて作り出される予期できない現象を入れ込むことが困難である。

絵画におけるアート創作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。そのプロセスにいかにして新しい制作方法を導入するかが、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、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[4]。筆者も流体現象がもつ偶然性を流体アート制作の中に取り入れようとしてきた。

2.3 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、著者は音の振動から作られた液体の造形を高速度カメラで撮影する方法を開発した。高速度カメラは、これまでその用途の大半は物質の爆発の観察のような科学技術の実験におけるものである。一方著者は、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。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2は流体アート生成環境である。スピーカーを上向きにおき、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[5]。

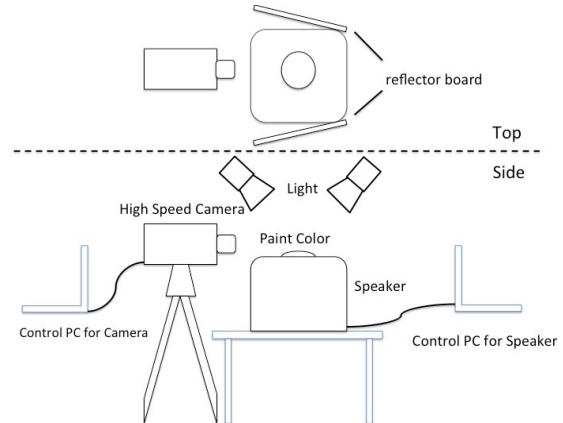


Fig. 2 Fluid art generation system

2.4 流体アート「サウンドオブ生け花」

著者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。著者の一人である土佐はそうにして得られたビデオ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」と呼ぶビデオアートを制作した[6]。図3は作品の一シーンである。土佐は2016年に文化庁文化交流使に任命され、2017年4月に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「サウンドオブ生け花」の展示を行った。その様子を図4に示す。たかだか一辺10cm立方程度の空間で作られた流体による造形を縦横10m以上のディスプレイに表示することは、CGによって作られたコンテンツの表示とは全く異なる効果を醸し出した。



Fig. 3 One scene of "Sound of Ikebana"



Fig. 4 Exhibition of “Sound of Ikebana” at Times Square, New York

2.5 日本美とは？

土佐が、2016 年度に文化庁文化交流使として世界各地でメディアアートの展示を行った際に、多くの海外の美術関係者から、「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。

このことは、美とは何か特に日本美とはなんだろうかという疑問を与えてくれる[7]。日本人の持つ美意識と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があり、これは時には日本人の美意識は世界独自のものであり、日本のアートの本質は海外の人には理解ができないという考え方を生みやすい。

しかし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おり、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・美意識・アートを作り出したのである。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、他地域の間人も理解し共感できるものであると考えられる。

2.6 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。

具体的な例として、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5)。土佐によって制作された「サウンドオブ生け花」(図3)の形が生け花の「型」に類似して

いることが興味深い。



Fig. 5 Form of Ikebana

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。そうすると、自然現象に基づく土佐のアートに人々が日本美を見出すことが理解できるのではないか。

3. アートイノベーション

アートはアート作品として美術館やギャラリーで展示されるものであると一般に考えられている。しかしながら、アーティストは意識的にせよ無意識的にせよ常に時代の先を読み、新しい美を作り出し次の時代を人々に示す役割をしてきていると考えられる。発表された当時はなかなか理解されなかったキュビズムやその後に続く抽象アートに対して人々が美を感じるようになってきていることは、アートが人々の美意識をも変える力を持っていることを示している。

そのようなアートの力を社会の中に広めることによって社会を変える力にできないだろうか。アートによって社会を変える試みを筆者は「アートイノベーション」と呼んでいる。「サウンドオブ生け花」に代表される流体アートを使ったアートイノベーションの試みを以下にいくつか述べる。

3.1 サウンドオブ生け花の3次元造形

3.1.1 基本コンセプト

「サウンドオブ生け花」を国内外で展示した際に「日本美を表現している」と評価されたことを先に述べたが、同時に「微小空間で生じており私たちの目に見えない現象であるサウンドオブ生け花を3次元の造形物として見てみたい」という要望を多くの人から頂いた。3次元造形として作り出すことによって、アート作品として展示することはもちろんであるが、他にも多くの応用例が考えら

れる。

「サウンドオブ生け花」は自然現象・物理現象に基づいており、そこには従来の人によって作り出されたデザイン・造形にはない有機的な形状が含まれている。人々の身の回りには、パブリックアート、皿やコップのような日用品、車や航空機、さらには建築物などの3次元の造形物が存在している。これらはいずれも人が作り出した形状であり、直線や単純な曲線を基本としており、無機的・人工的な印象を与えがちであった。しかしながら、文化の成熟度が増した高齢化社会が到来すると共に、人工的な形状だけではなく、自然が持つ有機的で多様性に富んだ造形を製品などに取り入れることが社会から求められると考えられる。サウンドオブ生け花を3次元造形として実現することは、以下のような応用を可能にする(図6)。

- (1) 従来にない有機的なアート彫刻を創作できる。
- (2) 茶碗・花瓶などの日用品に新しい造形デザインを導入できる。
- (3) 直線を基調とした現在の建築に対して有機的な形状をした新しい建築デザインを導入できる。

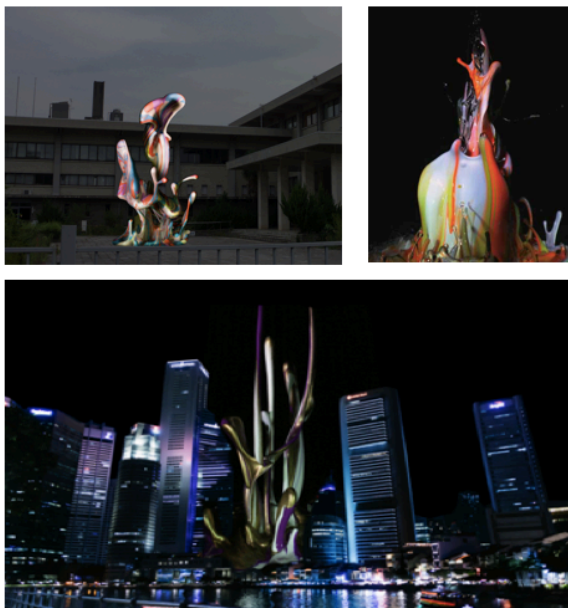


Fig. 6 Examples of application of 3D Sound of Ikebana (top left: sculpture, top right: vase, bottom: future architecture)

またこれらに加えて、

- (4) スプライン曲線の使用などに基づく車や航空機のデザインに対し、自然な形状を持った3D造形は新しいデザイン手法を導入できる、という可能性もある。

3.1.2 3次元形状復元

物体の3次元形状復元を行うための通常の方法は、複数の方向から撮影した画像を用いて3次元モデルを作成するものである[8]。その際、複数台のステルカメラを用いる手法と複数台の高速度ビデオカメラを用いる手法が考えられる。複数台のステルカメラを用いて同期撮影を行う手法は、比較的安価に撮影システムを組むことができるが、シャッターを押すタイミングが問題となる。サウンドオブ生け花における造形は、2000フレーム/秒の高速度カメラで撮影することにより始めて見えてくる造形であると同時に、その中でもビデオ作品として用いることのできる時間は極めて限られており、撮影された多数のビデオクリップを見ることによって始めて選定できる。さらに3次元造形として物体化する場合には選ばれたビデオの中でも3次元化した場合の美しさや物体化した場合の保存性などを考慮すると選定できる瞬間は極めて限られる。それをいわば勘に基づいてシャッターを押すことによって撮影するのは極めて困難な作業である。

以上のような考察および予備実験に基づき、複数台の高速度カメラを用いて撮影および3次元復元を行うというこれまでほとんど行われたことのない方法で3次元復元実験を行うこととした。

図7に撮影のためのセッティングの平面図を示す。用いる高速度カメラは2000フレーム/秒の撮影速度をもった製品であり、それを実際の現象が生じるスピーカーの周囲に8台設置した。最終的には周囲360度から撮影し完全な3次元復元を行う予定であるが、極めて多くの高速度カメラを必要とするため、まずは8台の高速度カメラを用いることとし、それらをスピーカーを約180度で囲むように配置した。

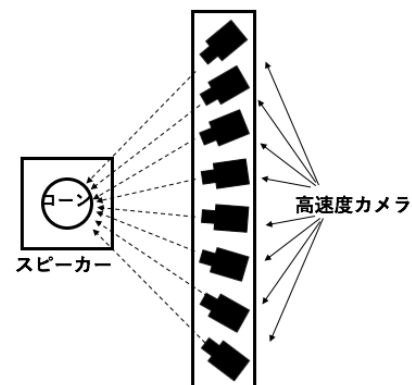


Fig. 7 Stereo reconstruction system using eight high-speed cameras

図 8 に得られた「サウンドオブ生け花」の3次元モデルを示す。また図 9 にはそのメッシュモデルを示す。

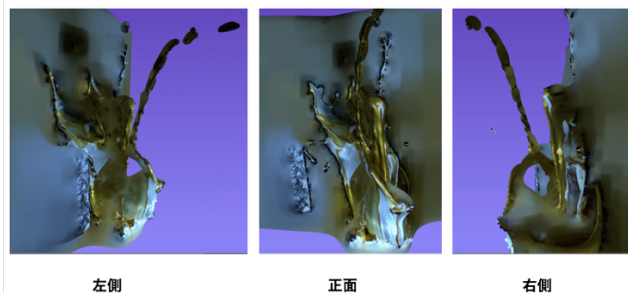


Fig. 8 Obtained 3D model of “Sound of Ikebana”

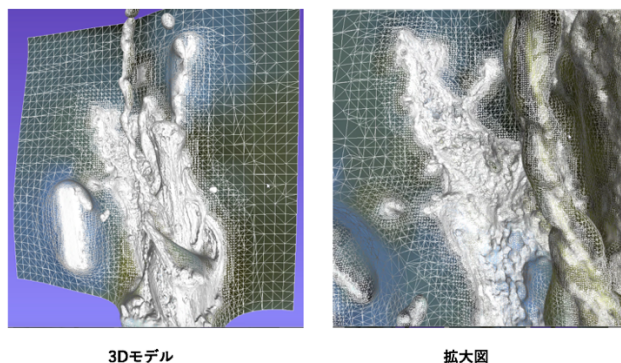


Fig. 9 Mesh patterns of 3D “Sound of Ikebana”

3.2 ガラスアートとしての「サウンドオブ生け花」

3.2.1 基本コンセプト

3.1 の試みと並行して、ガラスによって「サウンドオブ生け花」に似た造形を生成する試みを行っている。これは実際の生け花が複数種類の花や植物を組み合わせる一つの作品を作り上げることから、「サウンドオブ生け花」も複数の部品から構成されると考え、それぞれの部品をガラスで作成し、それらを組み合わせることによって「サウンドオブ生け花」に似た3次元造形物を作り上げようとするものである。ガラスアート作家としてデイル・チフリーがよく知られているが、彼の作品もあらかじめ多くの部品を作っておきそれらを組み合わせる一つの作品としている。

ガラス工芸・アートの手法は、熔融もしくは軟化して行うホットワークと常温で行うコールドワークに分けられる。ホットワークは大きく粘土やワックスで作った原型を耐火石膏等で型取りし、そこへ熔融ガラスを流し込んで鋳造するホットキャストと、吹き竿に巻き取ったガラス種に息を吹き込んで膨らませる吹きガラスの方法から構成される。一方コールドワークは常温のガラスに様々な加工を施すことで、カットグラス、サンドブラスト、

ガラスエッチングなどの手法が知られている。またスタンドグラスを制作する手法もコールドワークに属する。

3.2.2 ガラスアートのアート照明への応用とその評価

サウンドオブ生け花の有機的な形状を作り出すため、ホットワークを採用する。吹きガラス制作法と同様に熔融炉で熱したガラス種を吹き竿に巻き取るが、吹きガラスのように息を吹き込んで中空の形状を作り出すのではなく、柔らかいガラスをねじったり垂らしたりして様々な造形を作り出すことを行っている。またその過程で様々な顔料を加えることによって作り出されるガラスアートに着色を試みた。図 10 に作り出されたガラスアートの例を示す。

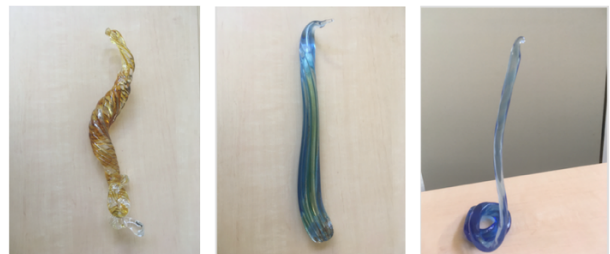


Fig. 10 Examples of created glass art

このようなガラスアートの応用例として LED 照明と組み合わせることによって、アートの照明を実現することが考えられる。図 11 には下部から LED 照明を当てることによってガラスアートがアート照明となった例を示す。



Fig. 11 Examples of artistic lighting combining glass arts and LED lights

さらにアート照明を心理実験を用いて評価する試みを行った。通常のLED照明を用いた仕事の環境(オフィスなど)とアート照明を用いたくつろぎの環境(居間、ホテルのロビーなど)を想定し、実験室内にそれらを模擬した環境を構築し、心理実験を行った。詳細は省略するが、1種類の仕事環境と2種類のアート環境を用意し、約30名の被験者に複数種類の質問に対して7段階の回答をもらう方法によって心理評価を行った。その一部の結果を図12に示す。「リラックスできるか」という問いに対してアート照明空間が良い結果を得ているのは予想できるが、「アイディアがわくか」という問いに対しても良い結果が得られているのが興味深い。これはアーティスティックな照明が仕事の場においても活用可能であることを示唆している。

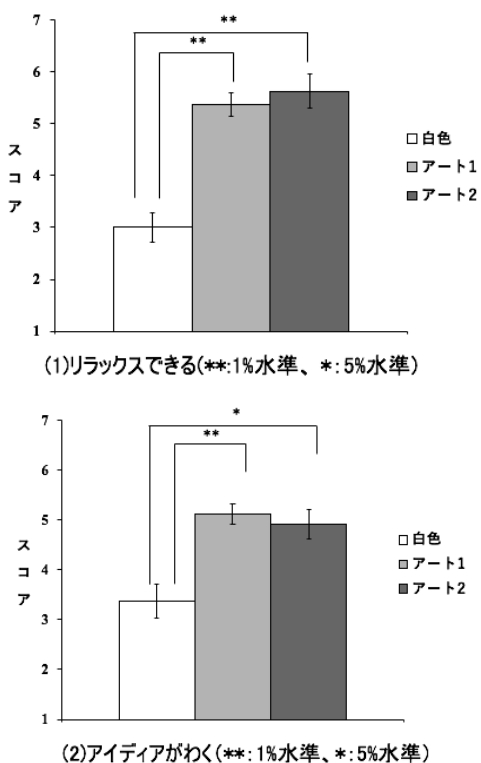


Fig. 12 Results of psychological experiment evaluating various environments using LED light and art lights

4. おわりに

以上述べてきたように、筆者は最新技術を用いて自然に隠された美を取り出しアート作品とする仕事を続けてきた。そのようなアート作品の例として、流体現象を利用したアートを流体アートと名付けて具体的なアート作品作りを行ってきている。本論文では、流体アートの位置付けを説明するとともにその代表例として「サウンドオブ生け花」というアート作品について説明した。

さらに筆者は、アートはアート作品として美術館などで展示されるにとどまらず、社会の中に広めることによって社会を変える力を持っていると考えている。このようなアートの力を使って社会を変える試みを筆者は「アートイノベーション」と呼んでおり、その具体例として「サウンドオブ生け花」をベースとしてそれを3次元実体化する試みとガラスアート作品として照明などに応用しようとする試みに関して説明した。

これ以外にも、アートの持つイノベーションを生み出す力を活用した企業の社員研修などにもこれらの試みを通して得られた知見などを活用して良い結果を得ており、別の機会に紹介したい。

文献

1. 土佐尚子, 中津良平, 「日本文化とテクノロジー-テクノロジーを用いた日本美の探求と表現-」感性工学特集「感性から和のコンテンツを探る」, Vol.16, No.1, pp.12-20 (2018).
2. Bruce R. Munson, et al., "Fundamentals of Fluid Mechanics," Wiley (2012).
3. A. J. Smits, T. T. Lim eds., "Flow Visualization: Techniques and Examples," Imperial College Press (2012).
4. John Cage et al., "John Cage/Milan Grygar: Chance Operation & Intention," Kerber; Bilingual edition (2016).
5. Yunian Pang, Liang Zhao, Ryohei Nakatsu, Naoko Tosa, "A Study of Variable Control of Sound Vibration Form (SVF) for Media Art Creation," 2017 International Conference on Culture and Computing (2017).
6. 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、Vol.99, No.4, pp.295-302 (2016).
7. 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).
8. S. M. Seitz, B. Curless, J. Diebel, D. Scharstein, R. Szeliski, "A Comparison and evaluation of multi-views stereo reconstruction algorithms," Proc. Int. Conf Computer Vision and Pattern Recognition, pp.519-528 (2006).