

## 音の振動で制作する新しい造形芸術 — 創作方法の研究

パン宇年<sup>1)</sup> (学生会員)      土佐尚子<sup>2)</sup> (正会員)

1) 京都大学大学院総合生存学館    2) 京都大学高等教育研究開発推進センター

## A New Type of Art Created by Sound Vibration – Study on the Production Method

Yunian Pang<sup>1)</sup>(Student Member)    Naoko Tosa<sup>2)</sup>(Member)

1) Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability, Kyoto University

2) Center for the Promotion of Excellence in Higher Education, Kyoto University

pang.yunian.87r@st.kyoto-u.ac.jp

### アブストラクト

我々はスーパー・スローモーション技術を用いて、サウンド・ヴァイブレーション・フォーム（以降SVF）を含む様々な新たなる芸術を作ることができるようになった。この研究ではSVF制作のために、形に影響する音声周波数、液体物質（水、絵の具、ゼリー）などの要素を定量的に調べた。その結果、音声周波数が32Hz前後の時に、液体が最も高く飛ぶ事がわかった。また、液体を飛ばすにはノコギリ形音波よりサイン波の方が効果的であることを確認した。更に、液体の量や材質、粘度に関しても特性分析をした。

キーワード：サウンド・ヴァイブレーション・フォーム，アート制作，サウンド・オブ・イケバナ。

### Abstract

With the help of super slow motion technology, many new types of arts have appeared, including Sound Vibration Form. This paper studied how the frequency of sound or liquid materials (water, pigment, foam) influences the shapes of Sound Vibration Form in the creation. It is found that in the experiment at the frequency of 32 Hz, liquid jumps reached the greatest heights. And sine wave sounds can propel liquid further than zigzag waves. Moreover, the influence from materials or viscosity of liquid is also studied.

**Keyword:** sound vibration form, art creation, Sound of Ikebana

## 1. はじめに

最新科学技術を活かした芸術方法は、観客が見たことのない現実を作り出せる。それは新たな感動を表現する事である。最新技術で制作した「サウンド・ヴァイブレーション・フォーム (SVF)」について紹介する。

SVFは音声の振動とハイスピード・カメラで作上げた新型造形芸術である。粘りのある液体や他の材料を音声振動で跳ね飛ばし、その高速瞬間をハイスピード・カメラで撮影し、スーパー・スローモーションで再現する造形芸術である。肉眼で見えない高速の世界を可視化することによって、観衆に想像すらしたことのない現実を与えることができる。

SVFを最初に提唱したのは土佐尚子である[1]。最初の作品『サウンド・オブ・イケバナ』(図1)は世界各地で展示した。2014年度グッドデザイン賞など、高い評価を受けた[2][3]。

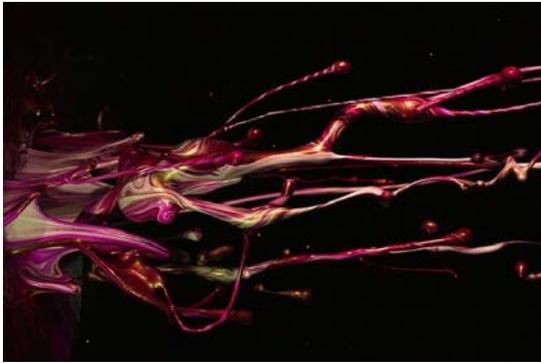


図1. 土佐尚子『サウンド・オブ・イケバナ』の一コマ。

ハイスピード・カメラや流体に関するアートの研究は未だ少なく、SVFに関する研究はほぼ空白である。京都大学のFeng Chenらは液体の粘度がSVFにどのような影響を与えることができるかを研究した[4]。本篇研究はその他の要素に関して詳しく調べ、材料の量、音波周波数、材料材質、音波形状、材料粘性の面からSVFの制作への影響を定量的に分析する。

## 2. システム構成

### 2.1 セッティング

音を画像に変換する装置には、スピーカー (FOSTEX PM-SUBn, 20cmコーン型8Ω, 出力68W, 150Hz) 1台、ゴムシート (250×250×0.5mm) 1枚、ハイスピード・カメラ (nac HX-3) 1台、スピーカー制御用コンピューター1台、ハイスピード・カメラ制御用コンピューター1台、黒背景布1枚、300Wのキセノンランプ2つと粘性を調整した材料 (Turnerのポスターカラー絵具など) が必要である。

ゴムシートでスピーカーの上に覆い、強く伸ばし、張力を高く保ち、固定する。絵具などの材料をゴムシートの上に置く。スピーカーの出力を最大まで設定し、コンピューター端 (macOS) の音量を20%に設定する。スピーカーに特定周波数の音声を流す。音声の振動はゴムシートに伝わり、その上の材質を空中に弾き飛ばす。跳ね飛ばされた液体をハイスピード・カメラで

撮影する<sup>1</sup>。(図2, 図3)。ボケを最低限に抑えるため、レンズの絞りを最大まで設定しているの、照明はスピーカーから僅か約50cmの場所に設定している。

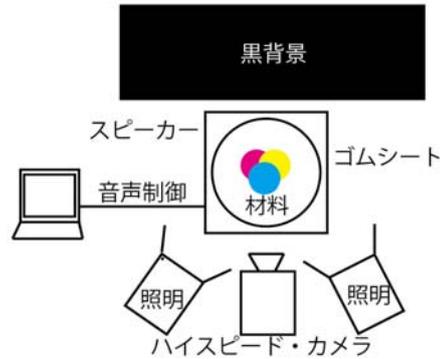


図2. 制作装置の構造図。



図3.制作現場

### 2.2 音波制御

周波数を制御するためのプログラムは音声制御ソフトウェアのPure Data (以降PD) である。PDは視覚化したプログラミング言語であり、特にマルチメディアなどの領域でよく使われる。



図4. (左) サイン波制御. (右) ノコギリ波制御.

本研究は図に表した音声プログラムを作り、音声の正確な周波数を調整する (図4)。プログラムの数値を変えることによって、数値と同じ周波数の音波が発生する。

<sup>1</sup>本実験は毎秒2000フレームに設定している。

### 3. 実験結果と考察

#### 3.1 実験結果

サウンド・ヴァイブレーション・フォームを制御するため、定量的実験をして、以下の結果が得た(表1~5)。その内、中粘度は筆で絵具を混ぜた後、持ち上げた筆から糸状に絵具が落ちる程度。本実験はポスターカラー10mlに水約0.5ml (10粒)で薄めた物を使っている。

表1. 絵の具量による影響

(材料材質：中粘度絵具 音波の形：サイン波 音波周波数：32Hz)

絵の具の量	結果	
3ml	小さい絵の具の噴水がゴムの中心に形成され、絵具は飛び散り、無くなる。	
6ml	明確な逆三角形の噴水がゴムの中心に形成される。	
10ml~	大きな逆三角形の噴水が形成されるが、量が多なるにつれて、制御は徐々に困難になる。	

表2. 音波周波数による影響

(材料材質：中粘度絵具 量：6mL 音波の形：サイン波)

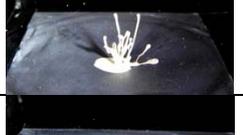
周波数	結果	
~12hz	絵の具に波紋が形成するが、飛ばない。	
12hz~18hz	絵の具はゴムの中心に集まり、徐々にゴムから飛び上がる。	
19hz~30hz	振動が強くなり、絵の具は高く飛ぶようになる(15cmから25cm)。一部の絵の具はゴムの外まで飛ぶ。	
31hz~34hz	最も強い振動の周波数範囲。絵の具は30cm以上飛べる。ゴムの外まで飛んでしまうので、絵の具はすぐに無くなる。	
35hz~60hz	振動の強さは徐々に下がる。絵の具の形は18hz~30hz範囲に似ているが、それより早い間隔で飛ぶ。絵の具の枝も18hz~30hzより多い。	
61hz~	振動による絵の具の飛び上がりは小さくなる。高速に振動し、絵の具は花の形に変形する。周波数を上げるにつれて、変形は弱くなる。	

表3. 材料材質による影響

(音波の形：サイン波 音波周波数：32Hz)

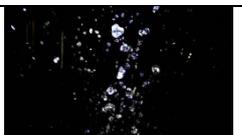
材料	結果	
水	水はゴムの中心から飛び上がる。そしてすぐに小さな水粒になる。実験時測定範囲以上の高さに飛び上がる(約50cmと推測される)。	
絵具	絵具の飛び上がる距離は水の半分となる。そして水粒にならず、分裂しない形を形成し、最後は糸状になる。	
ゼリー	音量は同じ環境では、ゼリーは大きな波紋を形成するが、飛び上がらない。	

表4. 音波形状による影響

(材料材質：中粘度絵具 量：6mL 音波周波数：32Hz)

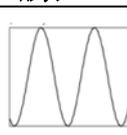
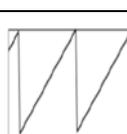
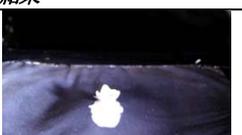
音波の形状		結果	
サイン波		サイン波による絵具の飛び上がりは強い。	
ノコギリ形		ノコギリ形音波の振動は絵具を飛ばすこともできない。	

表5. 材料の粘性による影響

(音波の形：サイン波 音波周波数：32Hz 量：6mL)

粘度	結果	
高粘度	絵具は高く飛ぶことはできない、分断もされない。小花の形状をする。	
中粘度	高粘度より高く飛ぶ。形状の変化も面白い。最初に花、そして糸状になる。	
低粘度	空中に飛び上がった瞬間、絵具は水粒状になり、30cm以上高く飛び上がる。	

#### 3.2 考察

以上の実験で明らかになったのは、

- **量に関して：**絵具の量が少ない場合、飛ぶ量も少なく、迫力のある形も出来上がらない。絵具の量が多い場合、絵具は強く飛び上がる。
- **周波数に関して：**12Hz以下の場合、絵具の形状変化はほとんどない。12Hzから30Hzの間、絵具の振動を観

察でき、徐々にゴムシートから飛び上がるようになる。

3 2 Hz前後になると、振動が最も強くなる。そして周波数の増加によって、振動は徐々に低下する。6 0 Hz以上になると、振動はさらに小さくなり、より小刻みになる。

- **液体粘度に関して**：粘度が低いほど、絵具は振動によって簡単に飛び上がり、すぐに分裂し、水粒になり、高く飛ぶ。逆に粘度が高いほど、絵具は分裂しなくなり、形状の変形だけが発生する、また時々団子状の形にもなる。材質を比べた実験も、粘度が高いほど低く飛び、水など粘度が低い材質は高く飛ぶことを示した。

これらの要素を把握することによって、SVFの制作をより正確に制御することができる。

#### 4. まとめ

実験であきらかになったことは、SVFはある程度制御できることである。SVFを制作するのに、不確定要素が多く、同じ作品の再現は不可能であるが、制御できる要素を制御すれば、思う形になるべく近づけることができ、失敗率を下げる。それを用いて思い通りの作品を作ることができる。

一方、依然様々解明できていない問題点もある。例えば、3 2 Hzに最も強い振動をもたらす原因などがある。また、如何に制御すれば、人間の声で十分な振動をスピーカーで発生できるか、様々な伝統的顔料で制作するか、まだ理論解析と実験が必要である。

#### 参考文献

- [1] Naoko Tosa, homepage, <http://www.naokotosa.com> .
- [2] 中谷日出, NHK, web site, 暮らし☆解説 「琳派400年の最新映像表現」, <http://www.nhk.or.jp/kaisetsu-blog/700/216896.html> .14, May, 2015.
- [3] プロジェクションマッピング [サウンド オブ 生け花], <http://www.g-mark.org/award/describe/41746?locale=ja>
- [4] Feng Chen, Tomoji Sawada, and Naoko Tosa, Sound Based Scenery Painting, 2013 International Conference on Culture and Computing, IEEE DOI 10.1109/CultureComputing.2013.41, pp. 151-152, 2013.
- [5] Kahn, Douglas, Noise, Water, Meat: A History of Sound in the Arts, Cambridge: MIT Press, ISBN 0-262-61172-4, 2001.
- [6] Yunian Pang, Naoko Tosa, New Approach of Cultural Aesthetic Using Sound and Image, Culture.and.Computing.2015, IEEE, pp.193-194, 2015.

#### パン 宇年



2014 年中国西南政法大学応用法学部卒業。2015 年京都大学大学院総合生存学館入学。異文化コミュニケーション専門。同年、International Conference on Cultural and Computing 2015でベストポスター受賞。2016 年ニュージーランドワイカト大学で交換留学。芸術科学会、会員。

#### 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。1980 年代後半ニューヨーク近代美術館ビデオアートのキュレーターバーバラロンドンの企画展 “New Video Japan” に選ばれる。芸術と工学の研究で、東京大学大学院工学研究科で博士号を取得。武蔵野美術大学映像学科非常勤講師(1989-2000年)。バウハウスのジョージケペシュが設立した米国MIT高等視覚研究所のアーティストフェローになり芸術活動と研究を行う (2001-2004年)。2005 年より、京都大学高等教育研究開発推進センター教授として、メディア芸術を教えると共に、作家活動を行う。作品コレクションは、ニューヨーク近代美術館、国立国際美術館、富山県立近代美術館、名古屋市美術館、高松市美術館。2012 年、韓国の麗水海洋万博コミッション作品として2 5 0 m x 3 0 mのLEDスクリーン映像「四神旗」を制作し表彰される。2014年「サウンドオブいけばな」でグッドデザインアワード受賞。