

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：12612

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25330433

研究課題名(和文)色によって変化するオーガニックな造形制御手法の構築

研究課題名(英文) A study of 3D kinetic sculpture methods used to generate organic patterns with magnetic fluid that changes according to the colors in the surrounding environment

研究代表者

児玉 幸子 (Kodama, Sachiko)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・准教授

研究者番号：10323883

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：研究では、磁性流体のラビリンス不安定性現象を利用し、合成炭化水素油をベース液とした磁性流体と、それと非相溶な透明な合成潤滑油を同じガラス容器に入れ、オーガニックな造形(球、縞、迷路、セル)を、磁力のコンピュータ制御でリアルタイムに生成・制御する手法を構築した。2種類の液体の比重、粘性が異なる組み合わせで実験し、適切な条件で透明液体の量を磁性流体に比べ各段に多くし、透明液体の液面でのパターン制御を確認した。予めコンピュータプログラムに記述した順序でパターンが生成・分裂・融合する作品「Ribome」等を発表。本手法と色検出システムを組み合わせ、色によってオーガニックな造形が変化する技法を開発した。

研究成果の概要(英文)：In this project, methods to generate and control organic patterns such as spheres, stripes, labyrinths, and cells, were developed. These patterns can be controlled as designed by applying computer programs to manipulate a magnetic field. This method uses two incompatible liquids, one a dark brown magnetic fluid with synthetic hydrocarbon oil as its base liquid, and the other consisting of transparent synthetic lubricating oils. With the application of different combinations of specific gravity and viscosity, varying patterns can be generated. Using this method, Kodama created new "Ribome" series, a set of 3D kinetic sculpture works in which organic patterns split and merge with each other in real time. This organic pattern control method, combined with color detection technology involving a color sensor that identifies colors in the surrounding environment, resulted in the development of a media art technique in which organic surface formations change depending on environmental color.

研究分野：芸術学、メディアアート研究、情報学

キーワード：メディアアート インタラクシオンデザイン 3次元造形 磁性流体

### 1. 研究開始当初の背景

酸化鉄でできたナノメートルサイズの磁性粒子を合成炭化水素油に分散させた「磁性流体」等の先端素材と、センサ、コンピュータ等による磁力制御システムを用いて、自然の本質を包含した芸術表現を展開することが本研究の目的である。

申請者は、メディアアート研究の立場から、磁性流体アートに関して、これまでに基礎科学的な方法を取り入れた実験（萌芽：磁性流体ディスプレイの開発と制御手法に関する研究）から始め、磁性流体の現象のモデル化・インタラクション手法の展開（基盤 B：流体を表示する CG アルゴリズムの構築と芸術への応用）へと、ボトムアップ的に研究を進めてきた。ボトムアップ的な進め方は、JST CREST の「デバイスアートにおける表現型科学技術の創生」（代表：洋夫）においても継続し、強磁性体である金属の表面を彫刻して磁力のコンピュータ制御によってその表面で磁性流体を流動させる「磁性流体彫刻」の技法へと発展させた。この手法により、磁性流体の棘に覆われたオーガニックな 3 次元造形を、センサなどの入力に応じてダイナミックに制御することが可能となった。



図1 磁性流体彫刻 (Ferrofluid Sculpture)  
「モルフォタワー(Morpho Tower)」(2006)  
by Sachiko Kodama, SIGGRAPH'06 Art  
Gallery (Boston, USA)

これらの技法を用いたメディアアートを、申請者は世界に先駆けて発表し、本研究開始時点で、作品は 20 カ国において展示の機会を頂いた。研究成果を紹介するインターネット動画を通じて、磁性流体による芸術表現の応用を試みる人が世界的に増加し、様々な分野で磁性流体による創作的表現が広がった状況となった。

### 2. 研究の目的

磁性流体による創作は普及しつつあるが、技術的には、3つの課題が残っていると考えている。第一は、磁性流体の現象として有名なスパイク現象だけでなく、ラビリンス不安定性やその他、造形に応用可能な特性をオーガニックパターン生成に利用することである。第二は、磁性流体による色彩表現である。第三は、「磁性流体彫刻」において、螺旋形などの幾何学的対称性がある造形だけでな

く、人や馬などの具象的造形を、作り手のイメージ通りに表現できるようにすることだ。

本研究では、一番目の課題を中心的に取り組む。自然界と磁性流体に共通に見られるオーガニックなパターン（球、縞、迷路、セル）をリアルタイムに生成・制御する手法を実験し、磁性流体彫刻の新たな技法を構築し、それによる作品を制作する。最終的には、色検出技術とオーガニックな造形制御手法を組み合わせ、それによる作品を制作したい。

### 3. 研究の方法

まず、合成炭化水素油をベース液とした黒褐色の磁性流体と、それと非相溶な透明な合成潤滑油の 2 種類を用いて、それぞれの液体の体積、比重、粘性が異なる組み合わせで、磁力の強さと方向、位置を変えながら、どのようなオーガニックパターンを生成・制御できるか実験を行った。

オーガニックパターンは、磁性流体のスパイク現象や、ラビリンス不安定性として知られる現象の原因である複数の物理的な力の働きで生じる。磁性流体の比重が透明な合成潤滑油と比べて小さく、透明な液体の量が磁性流体と比べて各段に多い条件では、通常のラビリンス不安定性の実験のように 2 つの液体を薄板で挟むことなく、透明液体の自由液面上で、意図した種類のパターンを生成・制御できることを確認した。液面に垂直な磁場は、磁性流体と透明液体を入れた容器の近くに設置した電磁石が発する磁力を、電磁石に流す直流電流の大きさを Raspberry Pi のプログラムで制御することで変化させる。あらかじめ電磁石電流の変化を時間軸上にデザインしてプログラムを実行することで、芸術作品に利用できるよう磁性流体のパターンを生成することが可能となった。

さらに、色彩豊かなオーガニックパターンを生成するために、磁性流体を入れた容器の背後に色のついた素材やモニターを配置し、カラーセンサで検出した値によってオーガニックパターンを変化させるシステムを開発した。

### 4. 研究成果

本研究で実験し、生成・制御手法を構築した、6 種類の磁性流体のオーガニックパターンを図 2 にまとめた。図では、以前に萌芽研究で撮影した③以外は、本研究の実験において撮影した写真を用いている。

磁性流体のパターンの形は、それにかかる磁力、重力、表面張力によって定まる。従って、変化する磁力の強さと方向、透明液体と磁性流体の比重、粘性、液体を入れる容器の形と、容器の表面の特性が、形に影響する重要な要素となる。オーガニックパターン生成の条件を検討して、形の異なるガラス容器に 2 種類の液体を封入し、オーガニックな造形が変化する磁性流体彫刻の作品「惑星」「静物」「リボーム」等を制作した。

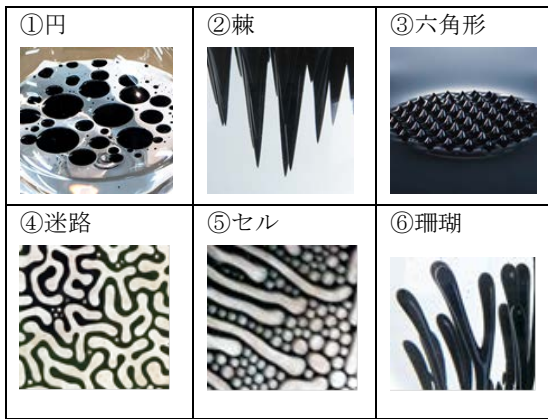


図2 造形に利用可能な磁性流体のオーガニックパターン(Six organic forms observed in ferrofluid works)

「静物」では、林檎の形をしたガラスの中で、縞模様と水玉模様が交互に入れ替わり、呼吸するように動く。水玉模様の形が変化して、時おり、種のように見える。そして、輪島塗の朱色のお盆に、磁性流体の影が、果物の「種」のような形で映る。昔から美術の主題であり続けた「静物」のテーマを、くだもの中で有機的な形が呼吸するように動く磁性流体彫刻として考案した。

「静物」では、林檎の直径と同じ範囲で、ほぼ同じ強さの磁力が垂直にかかるようになっており、棘は垂直方向に長く立ち上がって、縞模様を作り出している。



図3 「静物 (Still Life)」(2016)



図4 「リボーム(Ribome) #2」(2016)

「リボーム(Ribome) #2」では、楕円球のガラス容器の中央付近から、中央から離れた円周上で磁力の強さが移動する状態を利用する。図4は、「リボーム(Ribome) #2」で、花卉のように磁性流体の膜が中央から外側に広がった瞬間の写真である。楕円形のガラスの真上からの照明で、磁性流体の影が底面にくっきりと映るようにしている。与える物理的条件の調整、コンピュータプログラムのデザイン、造形を際立たせるための繊細なインストールが必要である。

「リボーム(Ribome)」シリーズでは、生成されたオーガニックパターンの消滅・融合も、造形の面白さに組み入れた。磁性流体の隣り合う水玉や楕円球は、時間の経過とともに合体して大きな水玉へと成長し、強い磁力がかかると消滅する。その経過を取り込んだコンピュータプログラムを作成し、リアルタイムに有機的造形が変化する磁性流体彫刻として完成させた。(このような、現象を「待つ」姿勢は、「鹿威し」を参考にしている。)

こうして、「静物」「リボーム」「惑星」「Ferrofluid Apple」等の作品を制作し、これらの研究成果を、別冊日経サイエンス『アートする科学』、国際会議 IASDR 2015、ニューヨーク州立大学ストーニーブルック校、調布市文化会館における展覧会等で発表した。

研究の最終的な目標である、検出した色によってオーガニックな造形を変化させる技法については、基本的システム自体の開発はなされたものの、それをどのように作品に利用するか、その演出についての十分な試行と検討が途中段階である。色のもつ意味と歴史的、文化的背景、色が人間に与える認知的あるいは心理的影響、造形と磁性流体の現象の特性を十分考慮し、場合によっては、そのような知識を情報としてソフトウェアに導入することも考えられる。今後、継続して研究を続けていきたい。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計3件)

- ①児玉幸子、脈動する磁性流体アート、別冊日経サイエンス(211)、表紙およびpp.6-17(招待論文)、2016.
- ②児玉幸子、向多美子、テクノロジーを用いる表現の著作権ーWebを漂流する磁性流体の映像とデザイン資源、日本デザイン学会誌デザイン学研究特集号、Vol.22、No.2、pp.46-51(査読有)、2015.
- ③児玉幸子、デバイスアートと遊び、日本バーチャルリアリティ学会誌特集号、Vol.19、No.1、pp.20-23(招待論文)、2014.

[学会発表] (計1件)

- ① Kodama, S., Iguchi, T., Ferrofluid Sculpture as Biological Aesthetics, Proc. of IASDR 2015 Conference Interplay, pp.1099-1114( 査読有 ), Nov/5/2015, Brisbane(Australia).

[その他]

・研究成果の招待展示

- ① 児玉幸子、「児玉幸子ー磁性流体彫刻とメディアアートのデザイン展」、2016年8月6日～9月19日、調布市文化会館たづくり1階展示室(東京)(来場者約6000人).
- ② 児玉幸子、「リボーム(Ribome)」、文化庁メディア芸術祭20周年企画展「変える力」展、2016年10月15日～11月6日、アーツ千代田3331(東京).
- ③ Kodama, S., *Planet No.2*, 'Ankoku - Matières Noires' Exhibition, 2014年11月8日～12月20日, Galerie Da-End (Paris).
- ④ Kodama, S., *Ferrofluid Apple*, 'Boundless Fantasy: Multimedia Art from East Asia' Exhibition, 2014年3月11日～5月31日, Stony Brook University, Charles B. Wang Center (New York).

・ホームページ等

- ① 研究成果による作品「Ribome」動画  
<https://vimeo.com/182048417>
- ② 研究成果による作品展示の動画  
調布市文化会館における展覧会の映像  
[https://www.youtube.com/watch?v=eFEUsH\\_WwAo](https://www.youtube.com/watch?v=eFEUsH_WwAo)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

児玉 幸子 (KODAMA, Sachiko)  
電気通信大学・大学院情報理工学研究科・  
准教授  
研究者番号：10323883