

# 線香花火のビジュアルシミュレーション

## Visual Simulation of Sparkler

藤田彩花<sup>1)</sup>  
指導教員 菊池司

1) 東京工科大学 メディア学部 メディア学科 菊池研究室

キーワード：線香花火，ビジュアルシミュレーション

### 1. はじめに

近年，コンピュータグラフィックスはアニメやゲームだけでなく，実写の映像作品にも多く用いられている。また，技術の発展に伴い，実写に溶け込むようなよりリアルな映像が求められている。映像として再現されるものには自然現象にとどまらず，人工物の再現も行われている。人工物のシミュレーション例として花火が挙げられる。

現在，花火のシミュレーションの多くは打ち上げ花火を対象としており，線香花火を対象としたシミュレーションは少ない。線香花火は古くからある伝統文化であるものの，その仕組みが解明されたのが最近であることが挙げられる。そこで，本研究では解明された線香花火の仕組みを応用し，シミュレーションを行うことが出来るかを検証，及びシミュレーション手法の提案をする。

### 2. 調査

まず本研究では，線香花火についての調査を実施した。

線香花火の燃え方は大きく4段階に分けられ，それぞれに植物の名前が付けられている。点火後，ゆっくりと火の玉になる姿は「牡丹」，パチパチと火球から激しく四方に火花が散るのは「松葉」，次第に火花の勢いが弱くなった状態が「柳」，燃え尽きる直前の状態が「散り菊」と言われている。

また，2017年に東京大学の研究者である井上智博らが発表した研究[1]にて，火花の仕組みが解明されていた。この研究で解明されているのは，火

の玉から激しく四方に火花が飛び散る「松葉」(図1)という状態の仕組みであることがわかった。

線香花火の火球の表面にはたくさんの気泡が存在し，火球の温度が上がることで気泡がはじけて秒速1mで飛び出していく。この飛び出した液滴の残像が我々には火花として見えている。これが繰り返されることによって，火花が激しく飛び散っているように見えている。これらの分裂は，ランダム回数行われており，最大で8回の分裂が行われる。



図1) 線香花火における「松葉」状態

### 3. 関連研究

研究の際に仕組みなどを調べるために線香花火，及び打ち上げ花火に関する論文を参考にした。

松山大学の檀裕也による研究では，写実的な表現として自然現象をシミュレーションできるプログラムを開発した。ブラウザベースで動作するHTML5のcanvasとJavaScriptで実装するほか， WebGLによるコンテンツ制作を行い，その性能を評価したものである。

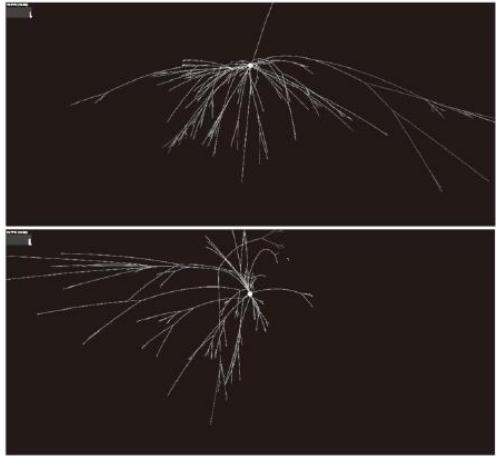


図 3) 当研究の実装結果

#### 4. 手法

本研究では、シミュレーションに強い Side Effect Software 社の Houdini を使用してビジュアルシミュレーションの実装を行う。

提案する手法としては、火花の発生地点からランダム方向へと飛び散っていくような仕組みの作成を行う。この仕組みを世代ごとに分裂条件を変えることで、何回も繰り返し行われる分裂を再現する。分裂条件だけでなく、何回分裂するかもランダムに設定できるようにする。

#### 5. 実装結果と考察

現状の実装結果が以下である（図 2）。ランダム方向に飛び散らせることには成功しているものの、その後の分裂をきちんと実装できていない。

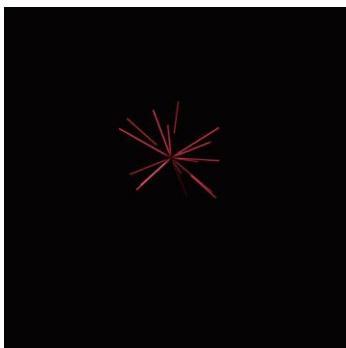


図 2) 実行結果

分裂を実装できなかった原因として、分裂を制御するために書いて実装している条件文に問題が

あると考えられる。また、見た目が線香花火より打ち上げ花火に寄ってしまうという実行結果になった。この改善案として、火花を飛び散らせる際の範囲を限定することを考えた。範囲を限定するためには、重力による火花への影響や、火球からどのように飛び出すかを再度調査・実装していく。

#### 6. おわりに

本研究では、線香花火のビジュアルシミュレーションを行うことを目的とした。手法として、飛び散る火花をランダムに制御できるような条件文を作成した。現段階では、線香花火らしい分裂を実装できていないので、分裂の制御の仕方を見直すことによって、よりリアルな線香花火のシミュレーションに近づくと考えられる。また、分裂する際の飛び出し方や分裂方法を再度検討することが、今後の課題として挙げられる。

#### 7. 参考文献

- [1] 美しい日本、この一枚。「やはり純国産の線香花火は素晴らしい 牡丹～松葉～柳～散り菊まで」  
<http://kono1.jp/landscape/landscape9115>
- [2] 井上 智博, 東京大学大学院工学系研究科 航空宇宙工学専攻 特任准教授：「線香花火：美しさの秘密が明らかに」  
[https://www.t.u-tokyo.ac.jp/shared/press/data/setnws\\_20170214105314409952431139\\_947388.pdf](https://www.t.u-tokyo.ac.jp/shared/press/data/setnws_20170214105314409952431139_947388.pdf)
- [3] 檀 裕也, 2017 年 4 月発行 松山大学論集 大 29 卷第 1 号抜刷: 「WebGL による線香花火のビジュアルシミュレーション」  
<file:///C:/Users/mo116257eb/Downloads/%E6%9D%BE%E5%A4%A7%E8%AB%96%E9%9B%8629-1-%E6%AA%80.pdf>