



打ち上げ花火、下から見るか？自分で作るか？

Fireworks, Should We See It from the Bottom or Make It Your Own?

荒木稜雅¹⁾, 杉谷昂亮¹⁾, 松原光汰¹⁾, 中島啓佑¹⁾, 中村勇太¹⁾, 桑原哲平¹⁾

Ryoma ARAKI, Kosuke SUGITANI, Kota MATSUBARA, Keisuke NAKAJIMA, Yuta NAKAMURA, Teppei KUWAHARA

1) 京都産業大学 情報理工学部 (〒603-8555 京都府京都市北区上賀茂本山, cse-request@cse.kyoto-su.ac.jp)

概要：日本の伝統的な花火大会は、美しく壮大な花火が打ち上げられる様子を通して、多くの人々に感動を与えてきた。今までの花火はあくまで一方的な観賞体験であり、花火を打ち上げる体験をすることは難しい。本企画では、花火玉を自分で制作できる簡易キットと壮大な映像と音によって、花火が打ち上がる様子をリアルに再現する新感覚の花火体験の提供と同時に日本伝統文化の理解を促す。

キーワード：花火, 伝統, 文化, 画像処理

1. 目的

1.1 目的

日本の伝統的な花火大会は、美しく壮大な花火が打ち上げられる様子を通じて、多くの人々に感動を与えてきた。しかし、天候不良やコロナ禍の影響などにより、花火大会が中止となることが増えている。また、花火大会はあくまで一方的な観賞体験であり、花火を打ち上げる体験をすることは難しい。

そこで、私たちはデジタル技術を活用し、手軽に花火を楽しむだけでなく、実際に花火を打ち上げる体験ができるデジタル花火体験を目的とし、多くの人々に新たな楽しさを提供する。このデジタル花火体験は、花火玉を自身で制作し自身で打ち上げることで、自身が作ったものが打ち上がる楽しさと、プロジェクターやスピーカーを用いた花火特有の臨場感あふれる体験を提供する。

図1に作品イメージを示す。



図1. 作品イメージ図

1.2 企画の独自性

当企画では、参加者が花火を自ら制作し、デジタル技術を駆使して臨場感あふれる体験を提供する。従来の花火イベントとは異なり、参加者の積極的な関与と創造性が求められるものとなっている。また、花火制作の手順や安全に関する知識を身につけることができる。これにより、従来の打ち上げ花火の良さを受け継ぎつつ、新しい楽しみ味あふれる体験を提供する。

次に、今回の企画と類似する実際の先行事例と我々の

今回の企画の相違点を明らかにしていく形で我々の企画の独自性を説明する。

まず1つ目は、タブレットを用いて見本の花火と同じ花火を作るという体験を通して、論理的思考を養うという研究だ。[1]この研究とは目的が違うが、花火制作を行うという点においては類似している。その点について、この事例ではタブレットの画面を操作する形を取っている。対して我々の企画では実際のサイズ感を再現した物体を使用し、実際に触れながら花火玉を制作し、実際に打ち上げる部分も再現する。よって、インタラクティブ性や直感性、臨場感の点で我々のほうが優れていると考える。

2つ目は、去年のIVRC(IVRC2022)作品である、適法！日本酒醸造シミュレータだ。[2]これは、HMDと独自制作のデバイスを用いて日本酒の製造過程である「もりみ造り」を体験するというものだ。これは日本の伝統的だが、通常は体験が困難なものをデジタルデバイスを用いて体験するという点で類似している。しかし、体験内容が花火と日本酒製造と根本的に異なる。また、周りの人たちと体験を共有できるという点も大きな違いだろう。

2. システム構成

本システムでは花火玉を自分で制作できる簡易キットと壮大な映像と音によって、花火が打ち上がる様子をリアルに再現する。図2にシステムの構成図を示し、図3に俯瞰図を示す。打上筒の大きさは400mm×500mm×700mm(幅×奥行×高さ)である。その後に机を設置する。机の上には、モニター・スピーカー・プロジェクターを設置する机の後ろには、自立式スクリーンを設置する。システムは、1.8m×1.8mの範囲内で収まる予定である。

まず簡易キットで体験者が制作した花火玉の中身をGoProで撮影しその画像をhttp通信でPCに送信する。画像を受け取り、Unityを用いて花火玉の中の、星の配置のパターンを認識し、打ち上げる花火の動画を生成する。

装置間はATOM Liteを用いたBluetooth通信によって接続する。通信は、打ち上げを開始するためのスイッチに接続したATOM Lite、スモーク生成装置とファンに接続したATOM Lite、PC間で行う。スイッチを押すことでPCとスモークの装置へ信号が送られる。その信号によって、

PC では音声と映像が出力され、映像と連動してスモーク装置が作動する。それぞれの装置の詳細は、後述する。

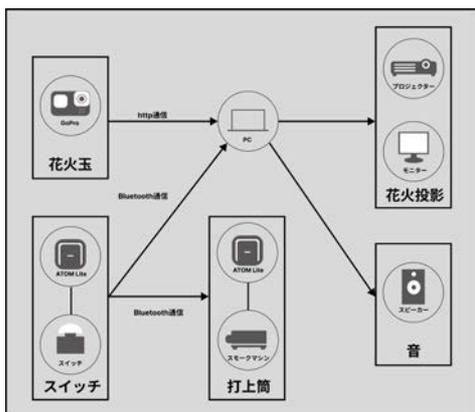


図 2. システム構成図



図 3. 俯瞰図

3. 実装方法

3.1 花火玉の作成

最初に花火玉を作成する。花火玉とは、火薬のつまった、実際に打ち上がる玉のことである。この中に入っている火薬は「星」と「割り薬」の2種類に大別される。星とは実際に打ち上げたときに光る火薬のことである。実際に我々が目にしている部分である。そして割り薬とは、その星を拡散させるための光らない火薬のことである。実際にはこれらを玉に目一杯入れる。その三次元的配置により火薬の種類により花火の見た目が決まる。簡易的に再現するためにMDFの板をレーザーカッターで切断加工し制作した土台を用意した。図4に制作した土台を示す。



図 4. 制作した土台

三次元で配置(玉に目一杯火薬を模したなにかを詰める)するとなると、体験時間や手間が現実的ではなくなりその後の実装もかなり難しいものとなる。今回はこのように二次元(平面)の土台に火薬を模した玉を配置する形を取る。この土台は何種類か違う穴の配置のものを用意

し、体験者に使用する物を選んでもらうことを予定している。また、火薬を模した玉は3Dプリンターを用いて色や大きさの違うものを複数制作する。体験者にはドット絵を描くような要領で好きなように星を模した玉を配置してもらう。割り薬も用意し、最終的にはすべての穴に何かしらの玉が入っている状態になる。そうすれば花火玉は完成である。図5に実際に火薬を模した玉を入れた様子を示す。



図 5. 実際に火薬を模した玉を入れた様子を示す。

3.2 星の認識

カメラを用いて、星の配置情報を出力する流れを説明する。使用したカメラはGoProHERO11で、レンズは超広角レンズを用いた。処理の流れは以下の通りである。最初にGoProとPCで通信を行う。GoProから出力されたWifiに接続した後、HTTP通信を行うことで、PCからGoProを操作する命令を送信、PCで撮影した画像をリアルタイムに取得することができる。今回はUnity上でC#を用いて通信した。GoProから受け取った画像を図6を示す。



図 6. GoProから取得した画像

次に、取得した画像の歪みを修正する。取得した画像は超広角レンズにより樽型に歪んでいる。このままでは、花火玉の内部をモニターで確認する際や画像処理を行う際に影響が出るので、HLSL言語で書いたシェーダーを用いて歪曲収差を修正した。画像に歪み修正シェーダーを適用した結果を図7を示す。

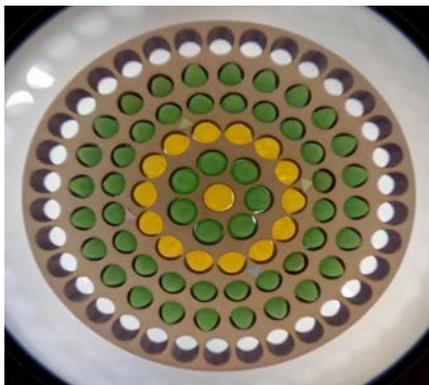


図 7. 歪み修正後の画像

最後に、歪みを修正した画像から星の配置情報を取得する。特定の場所の画素の色を平均し、一番似ている色が何かを判断するプログラムを作成した。

3.3 打ち上げの再現

花火が打ち上げられる様子を再現するために、打上筒、花火玉、スイッチ、スモーク生成装置を用いる。

打上筒は、図8である。全てMDFで作成しており、簡単に組み立てることができる。そのため持ち運びも容易である。筒の下方側面に通気口、下面にファンを設置することで図9のようにスモークの噴射を促進させる。



図 8. 打上筒

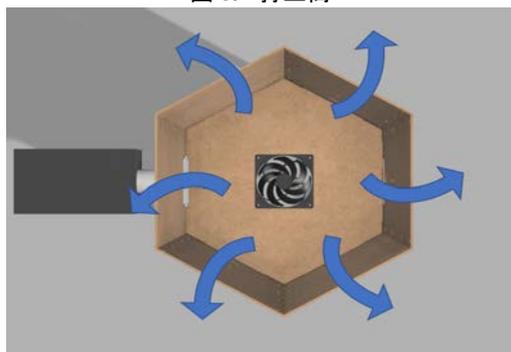


図 9. スモークの噴射

3.4 花火の再現

花火を再現する手順を説明する。まず、Houdini の POP Network と Attribute VOP でパーティクルを使って花火を作成した。それを Houdini Digital Asset に変換し、Unity 上でパラメータ変更ができるように作成した。Houdini 上では VEX を利用することによってランダムに生成した上へ向かうポイントが空気抵抗と重力によって途中で止まるように設定し、そのポイントから放射状にパーティクルが広がるようにした。放射状に広がる単一のパーティクルに Particle Trail ノードを使ってキラキラした尾がつくように工夫した。

その後、Houdini Engine for Unity を用いて Houdini で作成した花火エフェクトを Unity にインポートした。花火の色は星の認識の章で取得した色を使って変更した。また、花火の形についてもパラメータを Unity 上で変更することできる。これらによって体験者が制作した花火玉に合わせた花火を生成することができる。図 10 に花火再現の様子を示す。

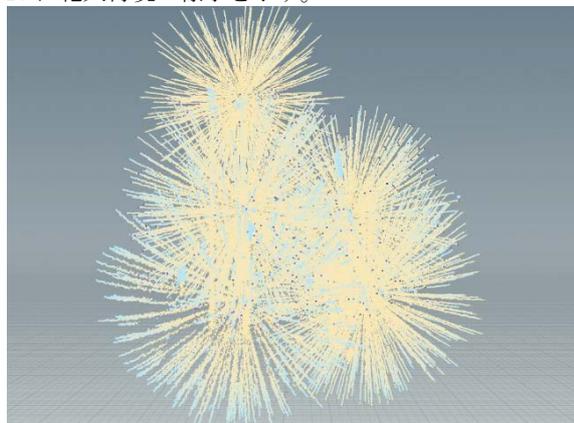


図 10. 花火再現の様子

4. むすび

本稿では、花火玉を自分で制作できる簡易キットと壮大な映像と音によって、花火が打ち上がる様子をリアルに再現するシステムの提案を行った。本システムを体験することで、花火に関する知識や技術を学び、多くの人々に新たな楽しみを提供できれば幸いである。

参考文献

- [1] 伊藤 迅, 水野 慎士. インタラクティブな花火作成と鑑賞を実現した児童向け論理的思考教材の開発. 情報処理学会第 84 回全国大会講演論文集
- [2] 香山 楷, 角田 大司郎, 松本 紘周. 適法! 日本酒醸造シミュレータ, 第 27 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集