

# DiaFall: ダイヤモンドダスト現象を体験する インタラクティブシステム

長嶋 麻里奈<sup>†</sup> 中村 亜香梨<sup>†</sup> 五十嵐悠紀<sup>†</sup>

<sup>†</sup>明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科

## 1. はじめに

ダイヤモンドダスト現象とは、大気中の水蒸気が昇華することでできた小さな氷の結晶が太陽光を受けることでキラキラと輝きながら舞う現象である。例えば、零下 40 度の世界では吐いた息が凍り、太陽光を受けるとキラキラと輝きながら舞い落ちることが知られている。しかし、ダイヤモンドダスト現象が発生するためには、1) とにかく低い気温であること、2) 無風（空気が澄みきっている）であること、3) 晴れ・快晴であること、4) 明け方、朝であること、5) 湿度があること、6) 視程が 1km 以上であること、などの様々な条件が揃わなければならない[1]。そのため、ダイヤモンドダスト現象を体験することは非常に困難である。また、このような条件が揃ったとしても零下 40 度の世界では、風が弱いとその空気（小さな氷の粒）を吸うことになりとても胸が痛む[2]。

そこで我々は美しく幻想的であるダイヤモンドダスト現象をインタラクティブに体験するシステム DiaFall を開発した（図 1）。ユーザが透明スクリーンに向かって息を吐くと、システムはセンシングによって息を吐いた場所を推定し、ダイヤモンドダスト現象の映像が舞い落ちるように投影する。これによりユーザはデバイスなど特殊な機械を身に着けることなく、ダイヤモンドダスト現象を体験することができる。本稿では開発したプロトタイプシステムについて述べ、一般ユーザに体験してもらった結果について報告する。

## 2. 関連研究

風や息を用いたインタフェースにはさまざまな手法が提案されている。澤田らのビュー・ビュー・View[3]は 1 枚のスクリーンを使い、風の入力に対して風を出力するインタフェースを提案し、装置のアプリケーション例として現実環境と実環境のコミュニケーションや現実環境と



図 1: ダイヤモンドダスト現象を体験するインタラクティブシステム「DiaFall」

バーチャル環境とのインタラクションを実現している。浅井らによる「Jellyfish Party」[4]は、息を吹き込むことで HMD を通して現実空間内にシャボン玉の CG が飛び出すインスタレーション作品である。波多野らによる「The Dimension Book」[5]も、入力に息を用いたアプリケーションが存在する。これは、マイクを用いて息の入力を検出し、CG で表現されたバーチャルなろうそくの状態が変化する作品である。

## 3. システム構成

システム構成を図 2 に提案システムの様子を図 3 に示す。DiaFall システムは透明スクリーン、コンデンサマイク、赤外線カメラ (Xtion PRO LIVE)、赤外線光源、プロジェクタおよび PC (CPU: 1.4GHz Intel Core i5, メモリ: 8GB) から構成される。ソフトウェアは Processing で実装した。

処理の内容は、ユーザが息を吐いているかの検知とダイヤモンドダスト現象の映像提示の 2 つに分けられる。以下それぞれの詳細を述べる。

### 3.1 ユーザが息を吐いているかの検知

息の吹きかけの検知にはマイクを使用した。マイクはスクリーンの表面から 0.5~1.0mm 程度離れた位置に固定されている。スクリーンはピンと張られた状態になっており、ユーザが息を

DiaFall: An Interactive System for Experiencing Diamond Dust Phenomenon.

<sup>†</sup> Marina Nagashima, Akari Nakamura, Yuki Igarashi, Department of Frontier Media Science, School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University.

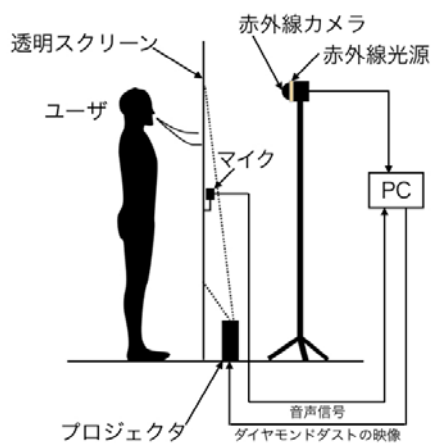


図2：システムの構成図

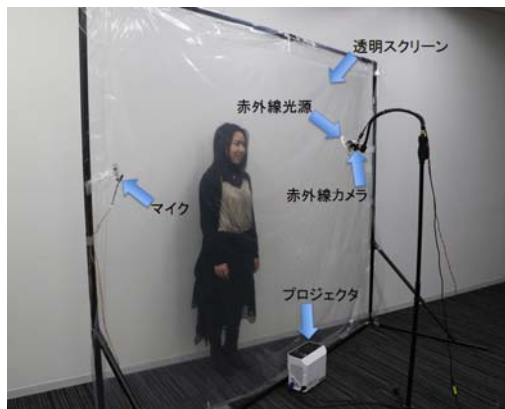


図3：提案システム

吹きかけると振動し、その振動がマイクに伝わる。マイクから出力された音声信号は PC に送られ、信号レベルがある閾値以上ならば息を吐いているとみなす。閾値はシステム稼働前のキャリブレーションによって決定しておく。

### 3.2 ダイヤモンドダストの画像生成

検出したユーザの口の位置から発光するパーティクルを拡散させることでダイヤモンドダストを表現した。暗室におけるユーザの口の位置検出には、赤外線光源を搭載した赤外線カメラと、OpenCV for Processing による顔パーツ検出を用いた。口元から出てくるパーティクルの初期位置は検出された口を囲んだ矩形の中心であり、中心から放射状に出るようにした。パーティクルの速さについては  $x$  軸方向に  $-3$  から  $3$  のランダムな実数値、 $y$ ,  $z$  軸方向に  $1$  から  $6$  のランダムな実数値を設定した。

また色は RGB それぞれに対して  $128$  から  $255$  のランダム値を設定し、一度出たパーティクルの色は固定である。ユーザが息を吐いている間は連続してパーティクルを生成するようにした。

## 4. 実験

8月19, 20日に明治大学中野キャンパスで開催されたオープンキャンパスで展示を行い、来場者に体験していただいた。体験した人の構成は中学生、高校生、中野キャンパスの大学生、および教員などで、延べ20人程度であった。体験者からは「きれい」「こういう現象を知らなかった」といった声があった。

反省点としては息の吹き方や背の高さによってマイクの値が閾値を超えたり越えなかったりしたこと、また、暗幕などを使って部屋の中を出る限り暗くしようと試みたが、PC、プロジェクタ、赤外線カメラなどが見えてしまっていたことが挙げられる。また、生成した画像は実験の結果、光の反射によるきらめきが表現不足と感じたためそれは今後の課題としたい。



図4：実験の様子

## 5. まとめと今後の課題

我々は透明スクリーンに息を吹きかけることでダイヤモンドダスト現象を体験するシステム「DiaFall」を構築した。一般ユーザに体験していただき、フィードバックを得ることができた。

今後は、広角レンズを赤外線カメラにつけることで画角を広くし複数の人が同時にダイヤモンドダスト現象を体験出来るように拡張することを考えている。また、今回は人間の五感の中で87%を占めるという視覚を用いたインタラクティブシステムを作成した。触覚・音など他の五感も利用したシステムへと発展させていきたい。

### 参考文献

- [1] [http://pucchi.net/hokkaido/nature/diamond\\_dust.php](http://pucchi.net/hokkaido/nature/diamond_dust.php)
- [2] <http://www.tamatebakonet.jp/interview/detail/id=173>
- [3] 澤田ら. 風を利用した入出カインタフェース: ビュー・ビュー・View, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol.13, No. 1, pp.375-383, 2008.
- [4] K.Asai, et al. Jellyfish Party: Blowing Soap Bubbles. In Mixed Reality Space, Proc. of ISMAR03, pp.358-359, 2003.
- [5] K.Hatano, et al. The Dimension Book. In SIGGRAPH 2003 Emerging Technologies, 2003.