

# 落花採集機構による季節感を反映した靴の提案

上野実希子<sup>†1</sup> 橋田朋子<sup>†1</sup>

**概要**：本研究では、身の回りの環境に落ちている花びらを使用し、場所や季節感を反映して柄が偶発的に変化する靴を提案する。具体的には、カラーセンサを用いて道に落ちている花びらの色を認識し、小型のファンを取り付けた角筒型の吸気機構によってその落花を吸引する。吸引した落花は、靴のソール部分に集積する。このソールを透明なアクリルによって作成することで、集積した花びらをそのままソール部分の柄として利用する。本稿では、システムの設計およびプロトタイプ実装の詳細と、花びらの収集率に関する実験結果を報告する。

**キーワード**：靴型デバイス、落花、花びら、採集

## Proposal for Shoes including a Mechanism of Collecting Fallen Flowers petals

MIKIKO UENO<sup>†1</sup> TOMOKO HASHIDA<sup>†1</sup>

In this research, we propose shoes which can vary patterns depending on the location and seasonal feeling by using petals that are falling in the surroundings environment. Specifically, the color of a petal falling on a road is recognized using a color sensor, and the fallen flower is sucked by a rectangular-tube-type air inlet fitted with a small fan. The aspirated flower is accumulated in the sole portion of the shoe. By making this sole with transparent acrylic, the accumulated flower is used directly as a handle of the sole part. In this paper, we report details of system design and prototype implementation, and experimental results on the collection rate of the flowers.

### 1. はじめに

電子ペーパーや小型でフレキシブルな電子素子の普及により、衣服・時計・靴といった服飾雑貨で、色や柄を変化可能なものが多数提案されつつある[1-3]。これらは服飾雑貨の装飾の可能性を広げる先駆的な試みである。しかしLEDの発光による装飾が通常の色柄と併記すると違和感がある、変化のバリエーションがあくまで事前に用意したパターンに限定される、といった人工的・電子的な動的装飾ながらの課題もある。一方、服飾雑貨ではないが建築の分野では、人工物だけでなく自然物を使った動的装飾の意欲的な試みもある。例えば建築の屋根に自然物である植物を植えたり建材の中に種子を組み込み、それらが芽吹き花を咲かせることで季節に応じて装飾がゆるやかに変わる建築の実験的な取り組みなどが挙げられる[4-5]。

このような建築の事例に触発され、筆者らは自然物を活用した変化可能な装飾を、服飾雑貨に応用したいと考えた。ここで、ある場所に固定された建築と異なり、服飾雑貨には私たちが身につけて様々な場所に移動できる利点がある。このような服飾雑貨と親和性の高い自然物を考えていたところ、住宅や公園に接した道に美しく散る様々な花びらが目にとまった。そこで、自然物の中でも落花を活用し、服飾雑貨の中でも特に地面に接している靴の柄として用いれば、場所や季節感を反映して柄を変化できるのではと考えた。

以上より、本研究では身の回りの落花を吸引・集積することで場所や季節感を反映して柄が偶発的に変化する靴を提案する(図1参照)。提案システムは、カラーセンサを用いて道に落ちている花びらの色を認識し、小型のファンによる角筒型の吸気口によってその落花を吸引・ソール部分に集積する。靴のソールを透明なアクリルによって作成することで、集積した落花をそのままソール部分の柄として利用する。本稿では提案システムのプロトタイプの実装と落花の収集率に関する実験結果を報告する。



図1 提案システムの外観

### 2. 関連研究

電子デバイスによる動的な装飾が可能な服飾雑貨の例として、LEDにより衣服や靴の色や柄を変更できる発光型の

<sup>†1</sup> 早稲田大学  
Waseda University

Lumi jacket[1]やOrphe[2]が挙げられる。また最近ではより自然な形として、電子ペーパーを用い、文字盤とベルトの柄を変えることができる発色型の FES Watch[3]なども実現されている。これらはいずれも装飾の変化パターンが事前に用意されたものに限定されるが、本研究では自然物を活用することで偶発的な装飾パターンを実現する。

次に、自然物を活用した動的な装飾は建築の分野に多くみられる。藤森はタンポポハウスやニラハウス[4]において、屋根の上に植物を植え、季節ごとに葉の背丈が変わったり花が咲いたりする様子を装飾とする試みを行っている。トーマスヘザウィックは「種の聖殿」で種子を埋め込んだ光ファイバーを建材として用い、万博の会期中に装飾パターンがゆるやかに変化する建築を提案している[5]。一方、本研究が対象とする靴に関して自然物を装飾に活用する先駆的な例としては、生花だけでできた靴である Pantoufle de Vert[6]や、廃棄される花をソールに集積して柄にした雫[7]が挙げられる。しかしこれらはあらかじめ用意した植物しか利用できず装飾パターンを変化させることはできない。本研究は街中の様々な落花を収集して装飾に用いることで、一種類だけでなく季節や場所に応じた多様な装飾パターンを実現する仕組みを提案する。

### 3. 提案手法

本研究では身の回りの落花を吸引・集積することで場所や季節感を反映して柄が偶発的に変化する靴を提案する。このような靴を実現するための要件を下記に挙げる。

- (1) 様々な自然物の中から落花のみを認識する
- (2) 落花を非接触に収集する
- (3) 収集した落花を靴の柄として美しく見せる

以上の要件を実現するための手法をそれぞれ挙げる。

- (1) カラーセンサを用いて花の色を認識する
- (2) 落花をファンによる吸引で地面から吸い上げる

(3) 靴の中でもソール（吸引の経路や集積部）を透明なアクリルで実現し、吸い込んだ花びらをそのまま見せる  
 なお、提案システムで対象とする落花は、花全体と一緒に落ちるものではなく花弁がバラバラに散るような種類とする。花びらが合着して一枚となるものを合弁花類、花びらが合着していないものを離弁花類というが、本システムではサクラやウメといった離弁花類の花びらを収集することを目指す。

## 4. システム実装

### 4.1 システム構成

提案システムの構成を図2に示す。花弁の色を認識するデジタルカラーセンサ(S97060, 浜松ホトニクス株式会社製)、花弁を吸引するための小型のファン(PAAD14010BL, AAVIDTHERMALLOY 製)を取り付けた角筒型の吸引機構、

センサとファンの動作を制御するマイコン(Arduino micro)、吸引した花弁の集積部、から構成される。なお吸引中の花弁と集積した花弁のいずれも靴の柄として用いるため、角筒型の吸引機構と集積部を含むソールは透明なアクリルによって作成する。吸引された落花がファンに絡まらないよう、ファンの前にフィルターとしてネットを取り付ける。既存のフラットシューズの下にこれらの機構を格納する。

提案システムでは、カラーセンサから得られた RGB の値を Arduino micro に送信する。その値に従って、あらかじめ指定した色と判断した場合にはファンを on にし、それ以外の色と判断した場合には off にする。吸引された花弁はファンが off になると、角筒型の吸引機構の経路にとどまるか、ファン付近まで吸引されたものはソールに集積される。

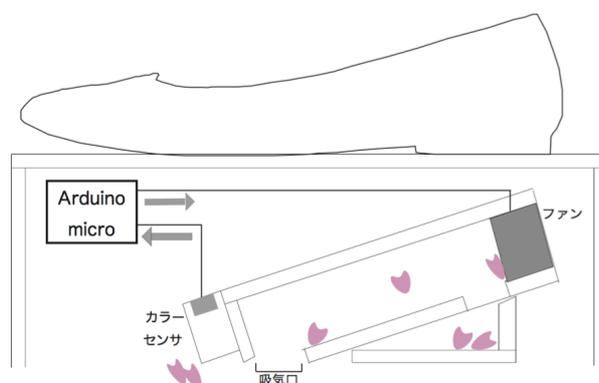


図2 システム構成図

### 4.2 予備検討とプロトタイプの実装

今回プロトタイプシステムを実装するにあたり、小型のファンを取り付けた角筒型の吸引機構について、(1) 角筒の地面に対する角度と (2) 角筒の長さを、決定するための予備検討を行った。

まず、角筒の地面に対する角度について、水平(0[°])、直角(90[°])、斜め(20[°])の3種類について比較した。花弁を吸い込むための十分な風速があること、地面から吸い込んだ花弁をそのまま集積できる空間があること、以上の二点に着目し検討を行った。角筒が地面に対して水平(0[°])のときに風速は最も速くなったが、地面から吸い込んだ花弁を集積できる空間を確保することが難しかった。また、地面に対して直角(90[°])のときには風速が十分でないことがわかった。以上より、今回の条件では花弁を最も効率良く吸引・集積できる角度として斜め(20[°])を採用した。

次に、角筒の適切な長さに関して予備実験を行った。ファンから吸引口までの距離と風速の関係を調べるため、スチレンボードで作成した30[cm]の角筒を使用し、ファンを角筒の端から吸引口にむかって1[cm]ずつ移動させていったときの風速を、角筒の端から0.5[cm]の位置で測定した。その結果、ファンから吸引口までの距離は風速に影響しな

いことがわかった。

以上の結果を踏まえてプロトタイプシステムを実装した。図1にシステムの外観を示す。24[cm]サイズのフラットシューズに対して、一般的なソールの高さ9[cm]、角筒の地面に対する角度を20[°]として、ソール内に収まるよう角筒の長さを15[cm]とした。ソールにあたる吸引と集積の機構を透明なアクリルで作リ、ファンによって吸気口と離れた位置で非接触に吸い込む機構を実現したことで、吸引経路から集積までの一連の吸いこまれた花卉を靴の柄として美しく見せることが可能となった。

## 5. 実装実験

実装したシステムにおける花卉の収集率を調べるための実験を2つ行った。1つ目は、花卉の表面積や形によって収集率がどの程度変化するかを調べる実験である。2つ目は、自然の環境の中で花卉以外のものが混入している状況での花卉の収集率を調べる実験である。以下、それぞれの実験について述べる。

### 5.1 実験1：花卉の表面積と形による収集率の変化

実験1では花卉の表面積と形によって、収集率がどの程度変化するかを、紙片を使って定量的に調べた。その後に表面積や形が違う複数の花卉を用いて収集率を同様に検討し、紙片の結果と比較した。実験1は室内で行った。

#### 5.1.1 実験内容

刺激として一辺の長さが5[mm]から5[mm]間隔で35[mm]までの7種類の正方形の紙片をそれぞれ10枚と、正方形と同じ表面積の正円を7種類それぞれ10枚用意した。図4に使用した紙片を示し、表1にそれぞれの表面積と重さをまとめる。実験に用いた正方形と正円の紙片はそれぞれ平坦である。実験では、刺激を本システム吸引部の吸気口(横26[mm]×縦42[mm]の長方形)の範囲内に配置し、吸気口が地面に一度接地したときに収集できる枚数を調べた。このとき、靴と地面との接地時間は健常女性における歩行パラメータと身体機能との関連性[9]より、20代女性の平均立脚時間である0.62[sec]とした。また、各紙片の条件につき5回ずつ試行を行った。

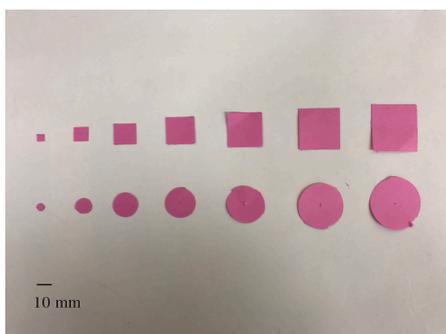


図3 実験で用いた正方形と正円の紙片

表1 実験で用いた正方形と正円の表面積、重さ

表面積 [mm <sup>2</sup> ]	重さ [g]	正方形の一辺の長さ [mm]	正円の直径 [mm]
25	0.0001	5	5.6
100	0.001	10	11.2
225	0.01	15	16.8
400	0.04	20	22.4
625	0.07	25	28.2
900	0.10	30	33.8
1225	0.14	35	39.4

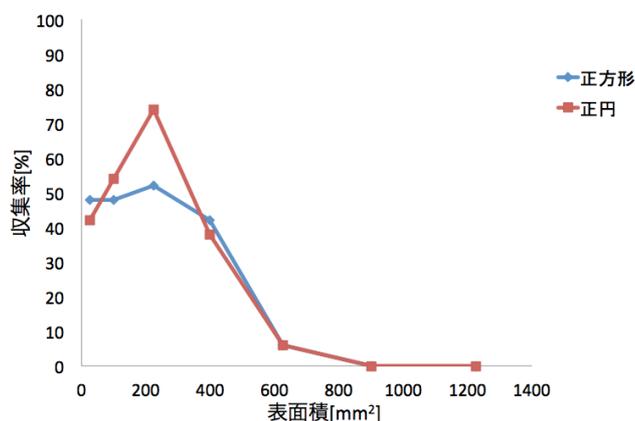


図4 表面積による収集率の変化

#### 5.1.2 結果

収集率は、配置した枚数に対する吸引した枚数の割合とし、それぞれ5回の試行の収集率の平均値をグラフに用いた。その結果を図5に示す。正方形、正円ともに表面積225[mm<sup>2</sup>]のときに収集率が最も高く、一辺の長さまたは直径が吸気口の横の長さ(26[mm])よりも大きくなる表面積900[mm<sup>2</sup>]以上のときには収集率は0[%]であることがわかる。また、正方形と正円で比較すると、表面積が25[mm<sup>2</sup>]のとき正円よりも正方形の方が集積率が高く、表面積が225[mm<sup>2</sup>]のときには正方形よりも正円の方が収集率が高いという結果になった。さらに、表面積625[mm<sup>2</sup>]とき収集率はどちらも6[%]である。このとき、正方形の一辺の長さは25[mm]であり吸気口の横の長さ(26[mm])よりも小さいのに対し、正円の直径は28.2[mm]と大きい。以上の結果から、表面積が同じで形が異なるとき、表面積が小さい場合には正方形が吸い込みやすいことがわかった。

#### 5.1.3 生花に関する調査

次に生花の花弁による収集率の調査を行った。この調査に用いた生花は、咲く時期が異なるガーベラ・バラ・パンジー・アルストロメリアの4種類である。それぞれの表面積[mm<sup>2</sup>]、厚さ[mm]、重さ[g]を表2に示す。花卉の表面積は、Photoshopの計測機能を利用してピクセル数の比から求めた。また、それぞれの花卉の形状を図5に示す。本調査は実

験1と同様の方法で行った。配置した枚数は、図5に示したそれぞれの枚数とした。生花を用いたときの表面積による収集率を実験1との比較によって図6に示す。

図6より、表面積329[mm<sup>2</sup>]のバラを用いたときに収集率が最も高く、表面積800[mm<sup>2</sup>]以上であるパンジー、アルストロメリアを用いたとき収集率は10[%]以下であることがわかる。また、バラの収集率は正方形や正円と比較すると、比較的高いことがわかる。本システムでは、図5bに示したような楕円形が吸い込みやすいことがわかる。一方で、ガーベラの表面積は108[mm<sup>2</sup>]であるが、極端に細長い形をしているため、正方形や正円と比較すると収集率が下がったと考えられる。また、アルストロメリアについて、表面積1000[mm<sup>2</sup>]以上であるにも関わらず、収集率は4[%]であった。これは花卉の反り具合が関係していると考えられる。実験1では、平坦な紙片を用いて実験を行ったが、生花は地面に対して水平ではなく、図7に示すように一部が反っている形をしている。地面と接していない部分があるため、表面積が大きい場合でも紙と比較すると吸い込みやすいことが示唆される。

表2 花の種類と表面積、厚さ、重さ

花の種類	ガーベラ	バラ	パンジー	アルストロメリア
表面積 [mm <sup>2</sup> ]	108	329	882	1007
厚さ [mm]	0.13	0.07	0.08	0.08
重さ [g]	0.02	0.05	0.07	0.13

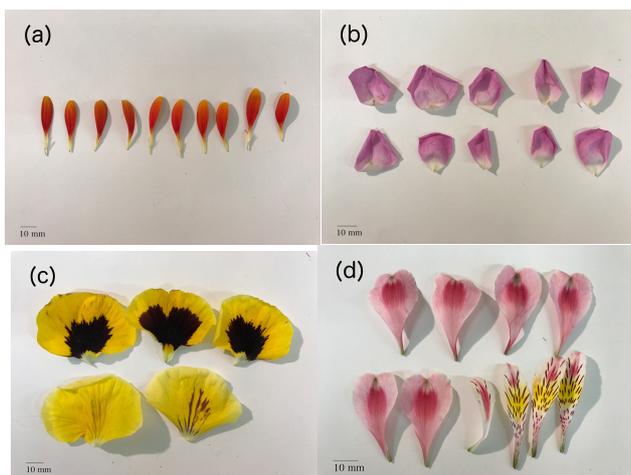


図5 花卉の形状

(a)ガーベラ (b)バラ (c)パンジー (d)アルストロメリア

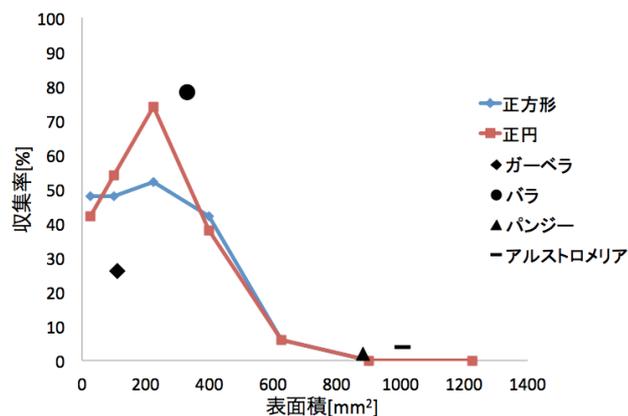


図6 生花と紙片の収集率

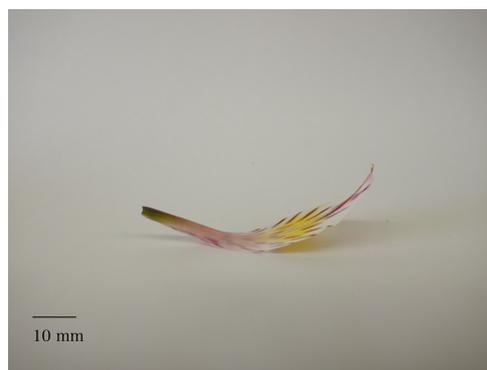


図7 アルストロメリアの花弁の反り具合

## 5.2 実験2:自然環境の中での収集率

室内で行った実験1に対して、自然の環境の中で、花卉以外のものの混入枚数によって花卉の収集率がどの程度変化するかを調べる実験を行った。

### 5.2.1 実験内容

屋外のコンクリート上で、花卉10枚と葉が0枚から9枚まで混入しているときのそれぞれの花卉の収集率を調べた。花卉は実験1の結果より、最も収集率の高かったバラを使用し、葉はパンジーの葉を使用して実験を行った。パンジーの葉は、表面積279[mm<sup>2</sup>]、厚さ0.16[mm]、重さ0.1[g]であった。

実験方法については実験1と同様の方法で行った。

### 5.2.2 結果

結果を図8に示す。図8より、葉の混入枚数が0枚のとき、実験1と同様の収集率が得られたことから、屋外でも本システムが正常に作動することがわかった。また、混入枚数が増えるにつれて収集率が下がることがわかる。これは、葉の枚数が多くなるにつれて葉によって吸気口がふさがれるためであると考えられる。花卉と葉の重さを比較すると、花卉は0.05[g]、葉は0.1[g]であり花卉は葉の半分の重さであった。以上の結果より、花卉以外のものが混入しているとき、それが花卉よりも重いときには花卉のみを収集できることがわかった。

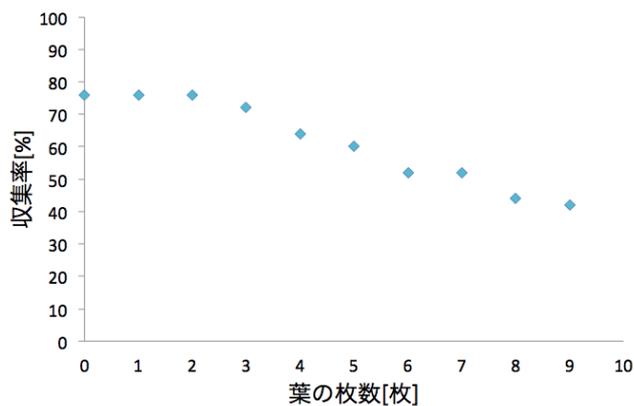


図 8 葉の混入枚数による花卉の収集率の変化

(参照 2017-01-20).

- [8] 中江 秀幸, 村田 伸, 甲斐 義浩, 相馬 正之, 佐藤 洋介: 健常女性における歩行パラメータと身体機能との関連性, *Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy* Vol. 6, No. 1 : 9-15, 2016.

## 6. 結論

### 6.1 まとめ

本研究では、身の回りの環境に落ちている自然物として花を使用し、場所や季節感を反映して柄が偶発的に変化する靴を提案し、それを実現するための落花採集機構を実装した。また、実験として表面積と形による収集率の変化、花卉以外のものの混入枚数による収集率の変化を求めた。実験結果より、本システムの吸気口(横 26[mm]×縦 42[mm]の長方形)に対して吸い込むものが極端に小さいときや、一辺の長さが大きいときに収集率が低くなることがわかった。また、花卉以外のものが混入しているとき、それが花卉よりも重いときには花卉のみを収集できることがわかった。

### 6.2 今後の展望

今回のプロトタイプでは、ファンの大きさから吸気口の形を固定にしたため、吸引できる花の種類が限定された。花卉の大きさは品種によって異なるため、場所や四季を反映しより多くの種類の花弁を集積するためには、花卉の大きさに合わせて吸気口の大きさを変化させる必要がある。今後は落ちている花卉の大きさや形をセンシングする機能や、吸気口の大きさを可変にするシステムを実装することを目指す。

## 参考文献

- [1] “Lumi jacket”, <http://www.lumigram.com/catalog/index.php?language=en>, (参照 2017-01-20).
- [2] “FES Watch”, <https://first-flight.sony.com/pj/feswatch>, (参照 2017-01-20).
- [3] “Orphe”, <http://orphe.shoes/>, (参照 2017-01-20).
- [4] “タンポポハウス”, “ニラハウス”, [http://www.tozai-as.or.jp/mytech/99/99\\_fujimori06.html](http://www.tozai-as.or.jp/mytech/99/99_fujimori06.html), (参照 2017-01-20).
- [5] “種の聖殿”, <http://www.heatherwick.com/uk-pavilion/>, (参照 2017-01-20).
- [6] “Pantoufle de Vert”, <http://julielaviephotographie.com/pantoufle-de-vert>, (参照 2017-01-20).
- [7] “雫”, [http://www.mabataki-miu.tokyo/item\\_shizuku.html](http://www.mabataki-miu.tokyo/item_shizuku.html),