

レンズゴースト現象を活用したアンビエントライトの制作

ABOUT PRODUCTION OF THE AMBIENT LIGHT THAT UTILIZE LENS GHOST PHENOMENON

大木洋

Yo OKI

主査 佐藤康三 教授 副査 田中豊 教授

法政大学大学院デザイン工学研究科システムデザイン専攻修士課程

People have been fascinated by natural phenomena for a long time. Due to the development of the information technology occurred within the recent years, the representation through screens has been diversified and people are starting to pay attention to those representations that can be physically experienced by themselves. Within this study, we intend to create a new way to represent light. For that purpose, we dismantle the lens obtained after disassembling an old lens, and we re-configure it, aiming to produce ambient light which can recreate ghost phenomena in three dimensions.

Key Words : lens ghost, light, old lens,

1. 緒論

(1) 研究背景

昨今、コンピュータグラフィックス技術を利用して、様々な特殊効果やシミュレーションを取り入れた映像を目にするようになった。美しい映像の特殊効果として用いられている表現の一つに、レンズゴーストがある。この現象は、本来一眼レフカメラや、ビデオカメラのレンズ内で複数回反射した光が撮像素子に写り込んでしまうことで発生する。近年の映像機器では、それらの欠点を防止するために、レンズに反射防止コーティングが施され、美しいゴーストを生み出すレンズは減少し始めた。

しかし、ゴースト現象は幻想的な映像や画像を生み出すため、古いレンズをあえて好む撮影者やコンピューターによって擬似的に作品に取り入れる場合がある。

(2) レンズゴーストとは

レンズゴーストと呼ばれる光の現象は、太陽光等の光源がレンズ内を反射し、レンズ内の絞りを通過することによって六角形などの幾何学形状の光が映り込む、図1のような現象を指す¹⁾。



図1 ゴーストの例

一眼レフカメラやビデオカメラのレンズは、一本のレンズに対し約5~20枚の凹レンズや凸レンズを組み合わせて、理想的な焦点距離を実現している。

レンズの枚数が多くなるほどにレンズ内の反射回数は増しゴーストの数に影響を与える。光はレンズを透過し、レンズの境界に達するたびに図2のように反射し、ゴーストを生む。

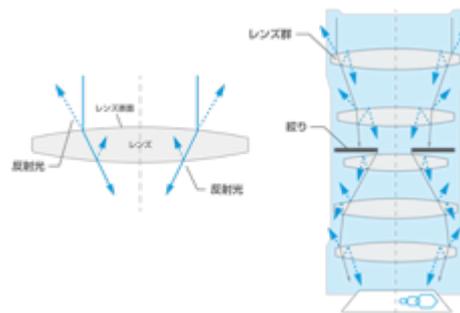


図2 レンズ表面の反射イメージ

ゴーストの特徴的な要素は光の形状であり、ゴーストの六角形や八角形などの幾何学形状は、図3のようなレンズ内の絞り羽根の枚数と形状が大きく影響している²⁾。

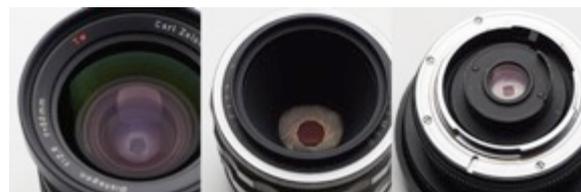


図3 レンズの羽根が構成する絞りの形状

2. 制作概要

(1) 研究目的

レンズゴースト表現は映像や画像等の媒体を通して平面的にしか確認することは出来ず、誰もが現実空間において確認出来る現象ではない。

本研究ではオールドレンズの分解により得られるレンズを、再構成することによって、ゴースト現象を立体的に演出するアンビエントライトの制作を行い、新たな光の表現方法の創出を目的とする。

(2) 制作概要

[1]レンズゴースト現象と同様の光の反射を観察できる置き型のアンビエントライトの制作を行う。

[2]環境の明るさや、人との距離などを検知するインタラクティブなライトとする。

3. 制作準備

(1) 基礎実験 1

a) 実験目的

ゴースト現象の主な原因であるレンズ同士の反射によって、複数の光の像を観察できるかどうかを確かめるため、実験を行う。実験の手順を以下に示す。

[1]複数のレンズを重ね、光源を透過させる

[2]複数のレンズ同士の間隔や光源の位置を変化させる。

目視で距離を計測しやすくするために図4のように10mmピッチで溝のあるレールをMDFで制作する。ルーメン数の異なる光源を用いて記録を行う。実験の様子を図5に示す。

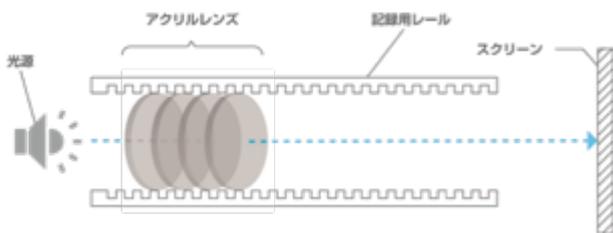


図4 基礎実験1 イメージ

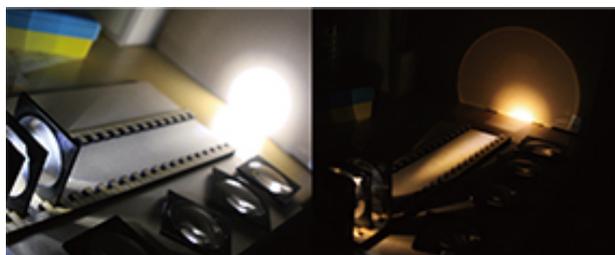


図5 基礎実験1の様子

実験環境

光源：①電球色/超高輝度LED/31lm/指向性30°

LK-8WM-1.5V, ②白色/チップLED/150lm/指向性30°

/RDT-12 RED DRAGON

レンズ情報:アクリルレンズφ66(屈折率1.49~1.53)7枚

撮影機材: EOS60D, EF28-105mmF3.5-4.5 II USM

環境: 窓から光源を遮断

b) 考察

ルーメン数の低い光源を透過した際、図6のようにレンズ内の反射による像をかすかに確認することができたが、明確な像の観察はできなかった。

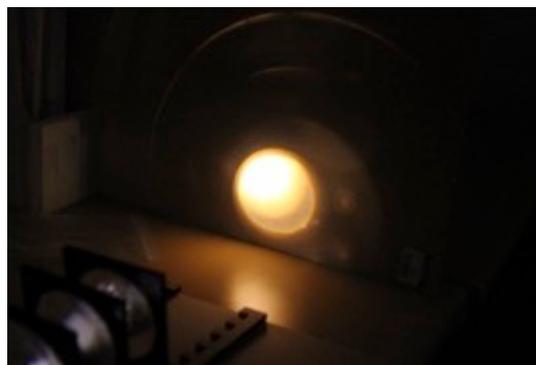


図6 基礎実験1 実験結果

しかしこの時、透過光よりも反射された光の方が分散現象等によるレンズ独特の色味が観察されたため、実験2では反射によってできる像の観察を行う。

(2) 基礎実験 2

a) 実験目的

集光させた明かりをレンズに反射させることで明確な複数の像を観察することができるのではないかと仮説のもと、図7のようにスクリーンに映る光の色と複数の像の記録を行う。実験の手順を以下に示す。

[1]ジャンクレンズの分解を行い、記録を行うため、取り出したレンズに、図8のように名称をつける。

[2]アクリルレンズ4枚を透過させ、分解から得られた各ジャンクレンズに反射させる。

[3]スクリーンに映る像の記録を行う。

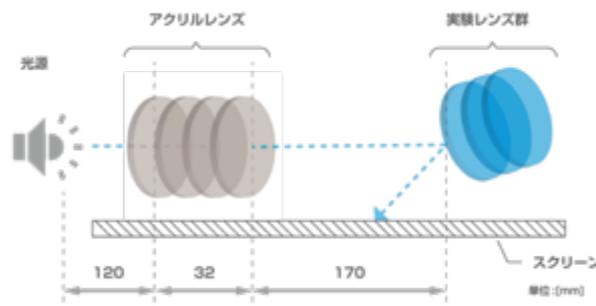


図7 基礎実験2 イメージ

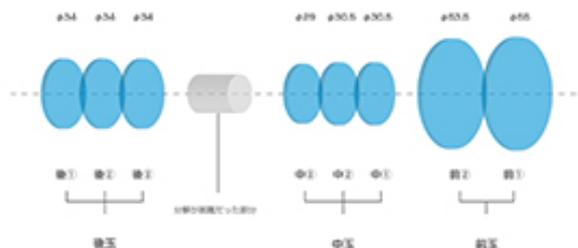


図8 分解したレンズの名称例

b) 考察

実験 2 の使用光源と観察された色を以下の図 9 に示す。
この実験で分解したレンズはアナログレンズ TAMRON SP 60-300mm f3.8-5.4 である。



図 9 基礎実験 2 実験結果

実験結果から、透過させた光と比べて反射された光に確認できた特徴を以下に示す。

- ・ 明確な複数の像が確認された。
- ・ 分散現象による光の色の変化を観察できた。
- ・ レンズの枚数によって反射の像の個数が異なることが観察できた。

これらの実験結果より以下のように光を定義し、そのイメージを図 10 に示す。

- [1] 複数のレンズを透過してスクリーンに映しだされる光の像を主像、
- [2] 複数のレンズに反射して現れる像を副像

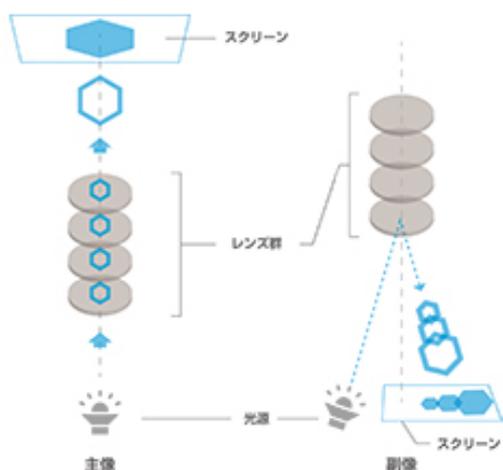


図 10 主像と副像の概要図

以上の光の定義を踏まえ、制作の指針を検討する。

4. 実機制作

(1) 制作目標

- [1] 主像と副像を形成すること
- [2] レンズと光源を可動させ主像と副像に動きを与える。
- [3] これら上記の実現に伴う機構・各部品の創出。

(2) 制作指針

【審美性】

[1] 可動部はクリア部材で構成し、機構の動き確認できる外観にする。

[2] 直方体を基本とした、構成主義造形とする。

【機能性】

[1]寸法

展示台、あるいは床に置いての使用を想定し、W260×D260×H600 を目標に設計、実装を行う。

[2]仕様

天井 2400mm に主像を投影し、機構内のスクリーンに副像を投影する。レンズ内を透過する光の経路を確認できるように内部構造は見える外観意匠設計とする。

【持続性】

メンテナンス性を考慮し、分解性能に配慮した設計とする。

(3) 制御イメージ

本研究で制作するアンビエントライトは、人と製品との距離と周辺の環境の光量に応じてゴーストの形を変化させるインタラクティブな要素を含む。

光センサーは絞りの形の変化に対応し、距離センサーがレンズ間の距離と光源の位置の可動を制御するものとする。その制御イメージを図 11 に示す。

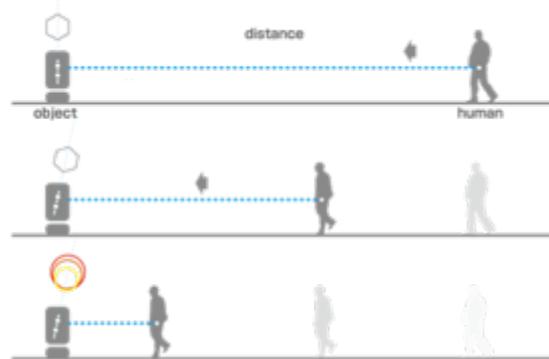


図 11 制御イメージ

(4) 外観検討ラフスケッチ

外観意匠を検討するためのラフスケッチを図 12 に示す。

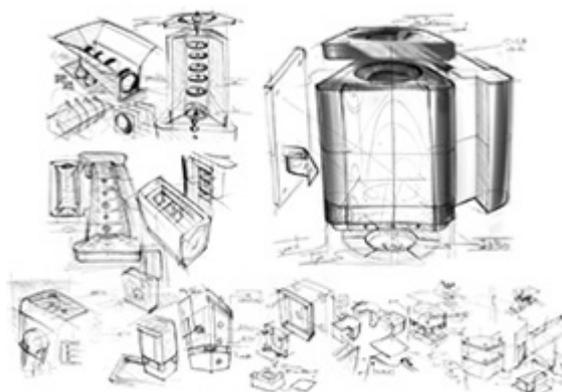


図 12 外観検討ラフスケッチ

(5) 外観意匠図面

外観意匠図面を以下図 13 に示す。

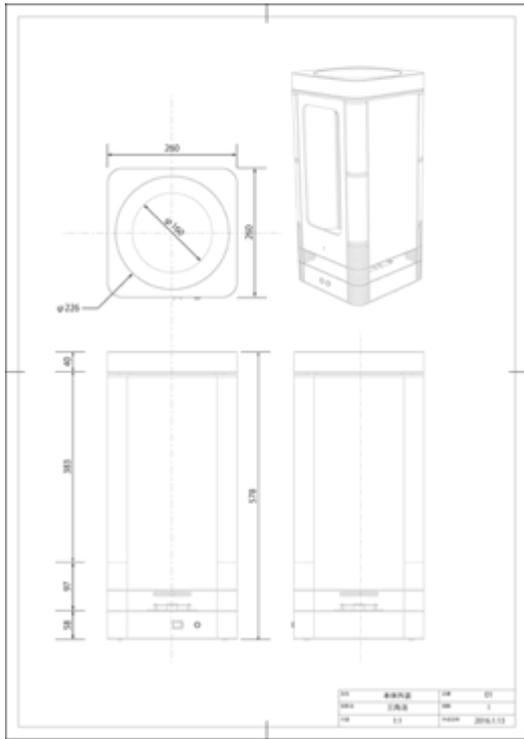


図 13 外観意匠図面

(6) 制作物各部位名称決定

制作物は大きく分けて、3つの部位に分解することができる。ここでは図 14 のようにレンズホルダー部、絞り部、光源部と定義する。

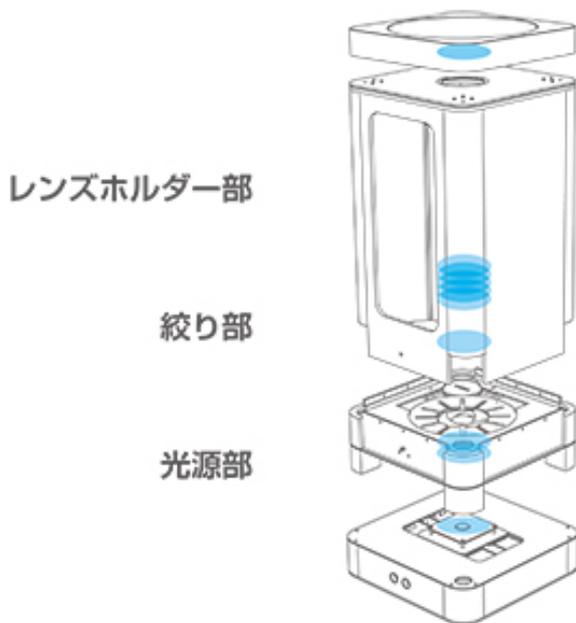


図 14 各部位名称

5. 光源部制作

(1) 光源部可動イメージ

光源の可動イメージと連動する光の経路の反射イメージを以下の図 15 に示す。可動域は左右に 50mm ずつとする。

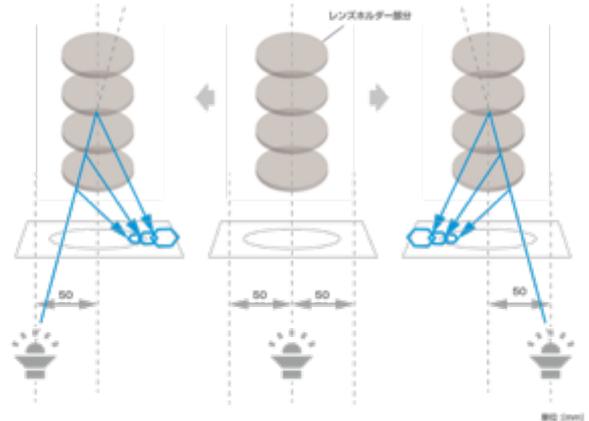


図 15 光源可動域イメージ

(2) 光源部 使用部品

サーボモーターは MiniS RB996a-N(ミニスタジオ製)を使用し、ギアの動きを正確に伝達するために、GT2 タイミングベルトとプーリーを用いる。使用部品を図 16 に示す。

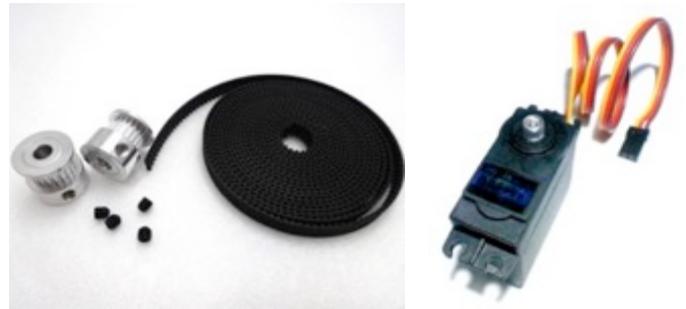


図 16 GT2 タイミングベルトアンドプーリーとサーボモーターRB996a-N

距離に応じてサーボモーターを可動させるため、超音波距離センサーモジュール HC-SR04 を使用し、これらの制御を行うために ArduinoUno R3 を使用する。使用部品を図 17 に示す。

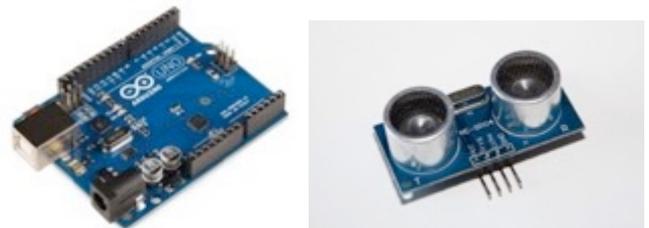


図 17 Arduino Uno R3 と超音波距離センサーモジュール HC-SR04

(3) 光源部 配線計画

光源部では ArduinoUno を内蔵し、レンズホルダー部と絞り部の配線を通過させる経路をコーナーに確保する。配線の検討の様子を図 18 に示す。



図 18 配線計画検討

(4) 光源部 最終実機制作

以上のプロトタイプ制作を終え、実機制作を行う。最終制作物を図 19 に示す。

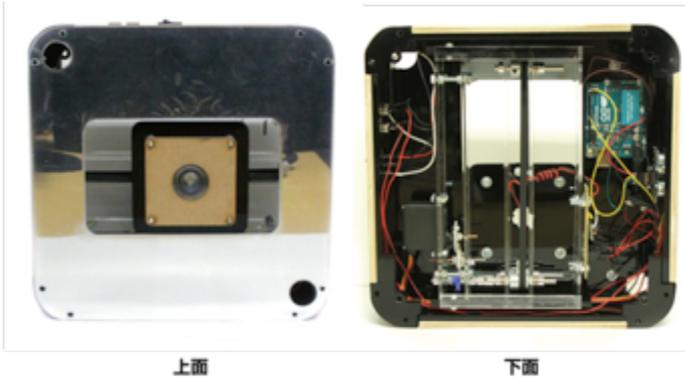


図 19 実機光源部 外観

6. 絞り部制作

(1) 絞り部 羽根の形状検討

絞りの羽根はゴースト形状が認識しやすい図 20 の形状を採用し、素材は摩擦が少なく遮光性の高い塩化ビニール板材(黒色マット)の 0.3mm を使用する。

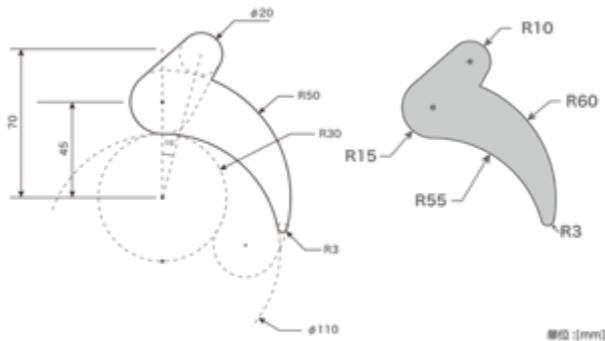


図 20 絞り羽根の採用寸法と簡略図

(2) 絞り部 使用部品

使用部品は以下のサーボモーターRB90(ミニスタジオ製)と CdS セルを用いる。

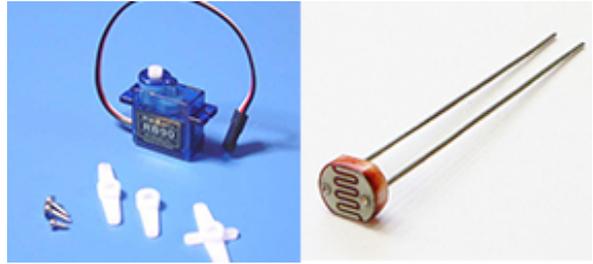


図 21 サーボモーターRB90 と CdS セル 5mm タイプ

(3) 絞り部 プロトタイプ制作

ハウジング設計を考慮し RB90 を使用することで、理想的な寸法に収まる絞り部機構プロトタイプを複数制作した。制作物を図 22 に示す。

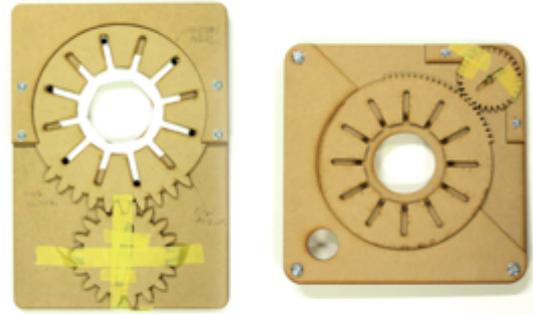


図 22 絞り機構部プロトタイプ

(4) 絞り部 最終実機制作

プロトタイプを制作し検討を終え、絞りの実機制作する。絞りの羽根は 6 枚で六角形を形成し、左上の穴からはレンズホルダー部からの配線経路を確保する。制作物を以下図 23 に示す。



図 23 実機絞り部 外観

7. レンズホルダー部制作

(1) レンズホルダー部 プロトタイプ制作

a) パンタグラフの制作

レンズの可動装置の動作イメージと目標可動域を以下図 24 に示す。この動きを実現するため、パンタグラフ構造を採用し、図 25 のプロトタイプを作成する。

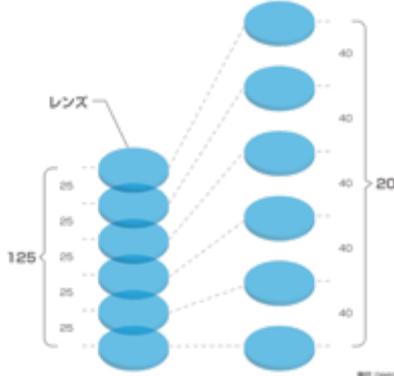


図 24 レンズホルダー可動イメージ



図 25 パンタグラフのプロトタイプ可動イメージ

パンタグラフ部にローラーとレールを取り付け、図 26 のように動きのブレの軽減・スムーズ化を行う。

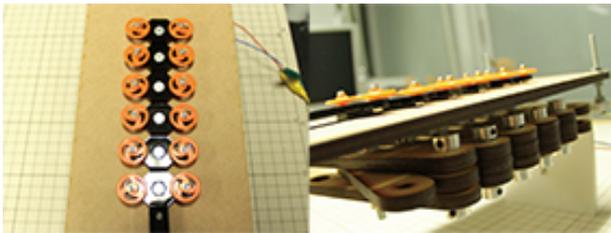


図 26 ローラーの組み込み

b) レンズ固定部の制作

レンズを透過した光以外の拡散を遮断するために、レンズホルダー遮光部を取り付けたレンズ固定部のプロトタイプ制作を行う。制作物を図 27、図 28 に示す。



図 27 レンズホルダー部プロトタイプ



図 28 遮光部とレンズ固定部の様子

(2) レンズホルダー部 使用部品

サーボモーターは回転角度に制限がなく、PWM 通信によって速度を制御することのできる以下図 29 のような角度に制限のない S35 STD(GWS 社製)を使用することでスムーズなパンタグラフの可動を実現する。

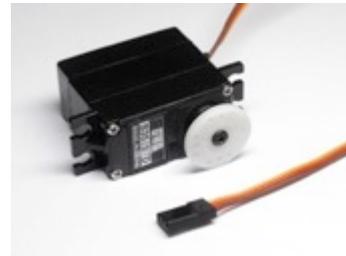


図 29 S35 STD(GWS 社製)

(3) レンズホルダー部 最終実機制作

プロトタイプ制作を終え、ハウジング部材を制作し、レンズホルダー部の実機制作・組み立てを行う。その様子を図 30、図 31 に示す。

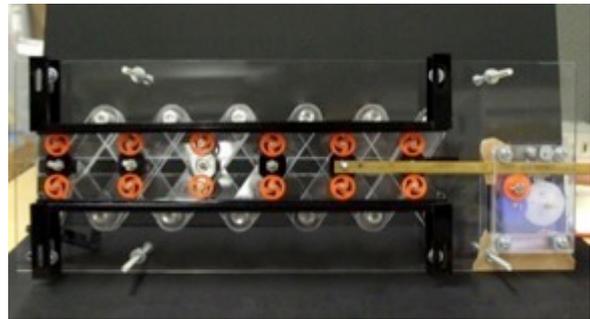


図 30 実機レンズホルダー部 外観



図 31 ハウジング部材とレンズホルダーの組み立て

8. 実機制作

(1) 最終実機外観

最終実機の外観と点灯時の様子を以下の図 32-図 35 に示す。



図 32 最終実機外観 01



正面

背面

図 33 最終実機外観 02

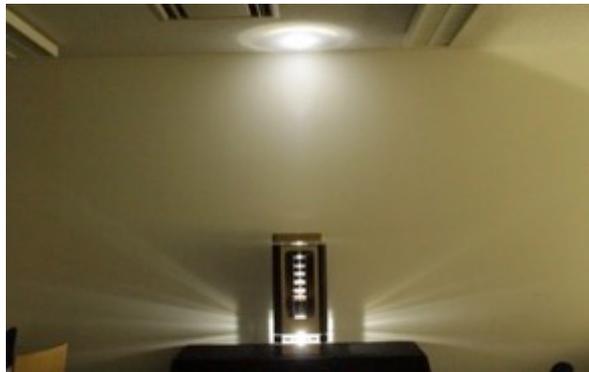


図 34 最終実機 光源点灯時の様子



図 35 光源透過・反射の様子

(2) 最終光源の動き

光源点灯時の主像と副像の動きを撮影した動画から切り出した連続写真をそれぞれ図 36、図 37 に示す。

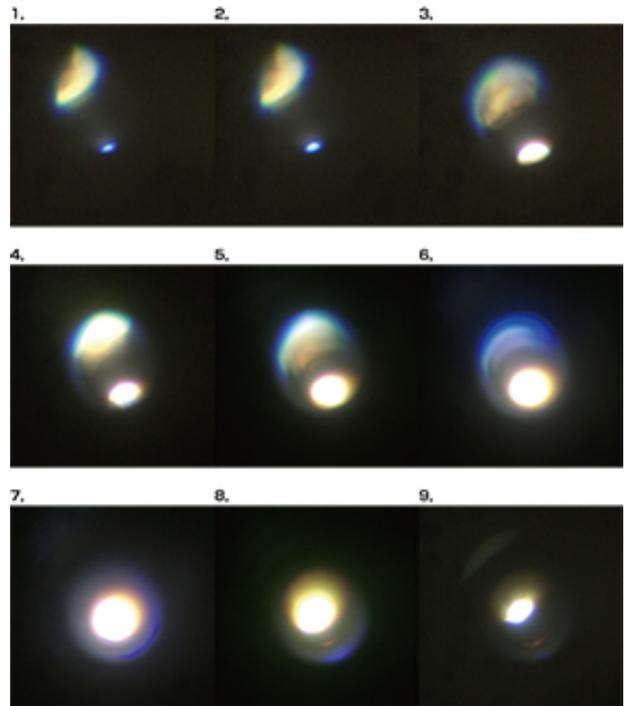


図 36 主像の動作状況

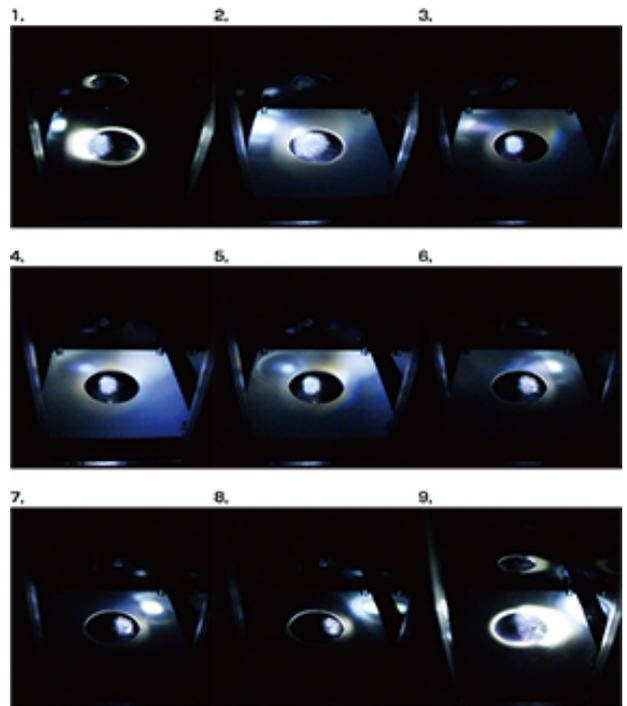


図 37 副像の動作状況

(3) 最終実機回路図

制作した実機に実装した回路を図 38 に示す。

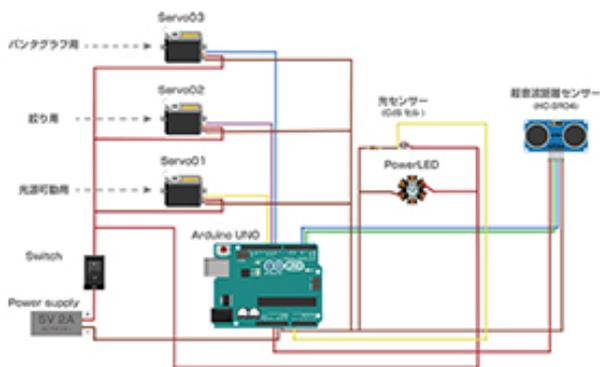


図 38 実装回路図

(4) 最終使用レンズ

最終実機に採用するレンズを選定するにあたって、9種類のジャンクレンズを分解し56個のサンプルの組み合わせを行った。その様子を以下の図 39 に示す。

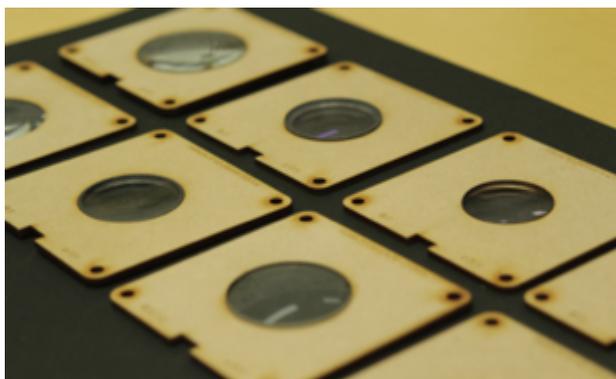


図 39 組み合わせ検討用サンプルレンズ

最終実機に採用したレンズの配置部分と、レンズデータを以下の図 40 に示す。

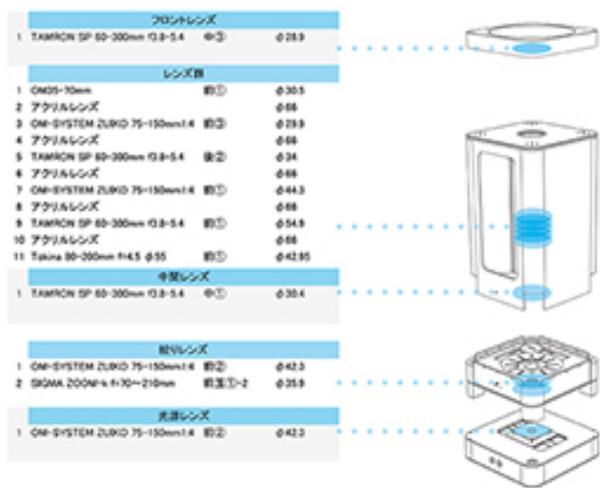


図 40 使用したレンズデータ

9. 応用・展望

(1) 展望

本研究ではレンズのコーティングや、入手のしやすさを考慮し、市販のジャンクレンズを研究対象にした。そのため本研究のような寸法を制作目標としたが、独自のレンズを制作可能な場合、より大きな寸法の設計が可能になるため、展示会場や美術館などの建築に設置することで、大規模なレンズゴーストの表現が可能になることを期待する。

実装箇所において、距離と環境の明るさという二つの要素をセンシングしたが、大規模な設計が可能になり環境照明として機能するならば、周囲の人の活動データを検知し、それらに応じたレンズの昇降、光源の移動を行えばより細かいインタラクティブ表現が可能になるだろう。

(2) 総括

近年デスクトップファクトリーの環境の整備、ソフトのユーザビリティの向上によって個人での制作や改良部品の製造等が可能になった。

日々新しい製品が生まれている中で、古くなっていく製品の良さを現代に再構築していくことが、今後の人とモノとの関係の一つの消費の仕方としての可能性を提示できた。過去の製品に良さを見出し、現代の製品に昇華させていくことが個人単位で可能になる社会を期待する。

謝辞：

長きにわたり熱心なご指導をいただきました主査の佐藤康三教授、副査田中豊教授に心より感謝申し上げます。また、本研究にあたり、助言やサポート、アンケート協力をしていただいた研究室の学生に感謝いたします。

参考文献

- 1) 光と光の記録[レンズ編] 安藤幸司著, pp.110-124
- 2) CRANE-CLUB 歯車の種類 (減速比、速度伝達比の参考資料として)
<http://www.crane-club.com/study/crane/cogwheel.html>(参照 2015-12-16)
- 3) めっちゃメカメカリンク機構 99→∞ 山田学著 pp.167

画像出典

- 1) 「ゴースト」
<http://www.murata-brg.co.jp/weblog/2009/09/28> (2015-06-05)
- 2) 「デジタル撮影時代、周辺機材の最適化計画。～レンズ絞り観察。四角形から十角形までの絞りを並べてみた。」
<http://panproduct.com/blog/?p=28529> (2015-06-04)