

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：12606

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H01220

研究課題名(和文) カメラオプスクラとマジックランタン 今日のデジタル手法を活用した光の表現法研究

研究課題名(英文) "Camera Obscura and Magic Lantern" Research on the art of light using classical light principles and contemporary digital techniques

研究代表者

佐藤 時啓 (SATO, Tokihiro)

東京藝術大学・美術学部・教授

研究者番号：20187214

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：この科研費研究によって、光の原理を用いた光を闇に取り込むカメラ・オプスクラと、逆に光を放出するカメラルシダという古典的な二つの仕組み、その仕組みを分かりやすく広く理解するための装置を制作すること、またその仕組みを使った芸術活動、光の表現を試みた。最終的に八戸市美術館にて「八戸マジックランタン」展を開催し、移動式カメラオプスクラであるリヤカメラプロジェクトを行い、多くの市民に光がイメージになる仕組みを体験してもらった。さらにマジックランタンプロジェクトとして予め撮影したイメージを風景の中に投影し、再度撮影することにより新たな風景を作り上げるという新たな光の表現法を研究し写真作品として発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高度に発達したデジタル時代において、今もなおカメラやプロジェクターなどのデジタル機器の根本にある光学原理が、人々に意識されることが無くなってしまった。しかし少しも失われていないその可能性に気がつく機会を提供することが一つの目的となっている。それを直感的体感的に理解しうる装置を制作することができた。そのことによって光学原理が現代においてなおかつ可能性があることを芸術の中に証明できた。また、プロジェクトの原理を光の表現の拡張として、新たなアイデアの写真作品制作に様々な活用し実験し、作品化し、八戸市美術館にて幅広く公開するとともに「八戸マジックランタン」という図録にまとめることができた。

研究成果の概要(英文)：We are trying to create a device that allows us to understand the two classic mechanisms of the camera obscura, which captures light into the darkness, and the camera lucida, which emits light in an easy-to-understand manner. I tried an artistic activity that used light, an expression of light.

Ultimately, I held the "Hachinohe Magic Lantern" exhibition at the Hachinohe City Museum of Art, and carried out the Rear Camera project, which is a mobile camera obscura, and had many citizens experience how light becomes an image. Furthermore, as part of the Magic Lantern Project, I have researched a new method of expressing light by projecting pre-photographed images into the landscape and then photographing them again to create new landscapes, and presented them as photographic works.

研究分野：写真芸術、現代美術

キーワード：カメラオプスクラ マジックランタン 写真表現 リレーショナルアート 光の表現

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

写真芸術表現は、特に技術的な側面の裏打ちによって成り立つ性質を持っている。本研究の根幹にある動機は、デジタル時代にもなお失われぬ反射光が孔を通じて闇の中に侵入し、物体に触れた途端に自動的にイメージになる、という魔術性にある。あるいは分析し尽くせない、あまりに単純でしかもあまりに美しいその有り様にある。

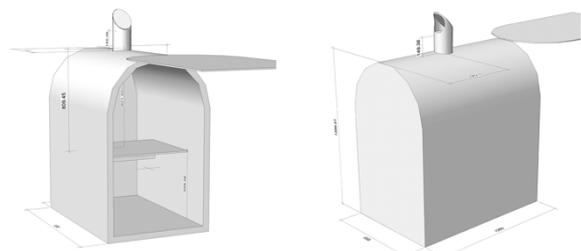
写真芸術の表現方法における技術的側面は、身体と表現の間にあるメカニズムそのものが科学技術と不可分であるために、デジタル化の波にさらされて大きく変化した。特に最近では、デジタル技術の進化によって、誰でもがスマートフォンに付属のカメラによって、簡単にイメージを定着する事が可能になった。これは画期的な技術的発展であるが、反面、映ることの魔術性や、写る原理についての思考が必要なくなり、光とイメージの関係性についての自覚が途絶えてしまい、単にイメージとして消費されてしまう現状に危機感を抱いている。本研究では、その写真術の原理、つまりは孔、あるいはレンズを通じた光の形象化という点において光の原理やその構造はデジタル時代の現代でも一切変化していないという点に着目した。

2. 研究の目的

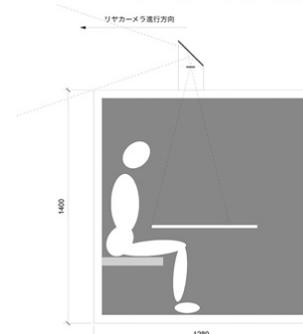
本研究の目的は、忘れられつつある古典的な光の原理や写真術の構造を現代の写真芸術表現に応用することである。そして様々な可能性を広く一般に知らしめて教育に用いられるように制作し、多くの人に開放することである。17世紀頃にレンズの実用化に伴ってカメラオブスクラやマジックランタンが発明されたが、それらは秘具であり、特殊なエリート以外は扱うことがなかった。対して技術が進んだ現在は、誰でもが商品として高度に性能の優れたカメラや映像プロジェクターを手にする事が可能である。しかし光学部分がブラックボックス化された商品は、根源的な光の現象を用いた技術を想像することなく、イメージという結果にのみアクセスできる状態である。本研究では光の現象という過程に着目し、現代でも色褪せない魔術性を、広く一般に体験出来る装置として扱い、最終的には教育機器として幅広い層の経験に資する体験装置を開発すること。そして観客との相関的関わり、コミュニケーティブでリレーショナルな表現活動といった先端的芸術表現に応用することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 先ずは〈カメラオブスクラ〉その構造を幅広く体験してもらうために、野外で運航出来る装置を考えた。研究者は以前より自動車で牽引移動式のカメラオブスクラを運用してきた。今回の研究では、さらに多くの人々に運用しやすいように内燃機関を使わずに荷台を持つ三輪車を使いその上に大人一人、そして子どもを同伴できるくらいのサイズの横幅 850mm に設定し、焦点距離 900mm の 50mm 凸レンズを使い、f18 の明るさでイメージを体験出来る装置とした。ただ単にイメージを体験するだけ



リヤカメラの構造



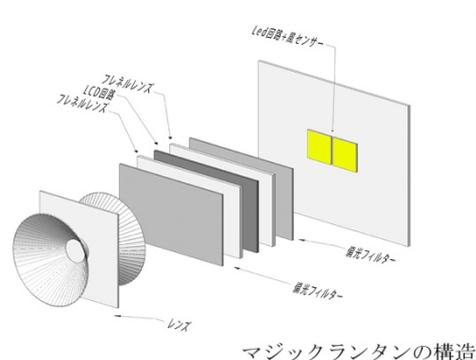
に留まらずに、走行することによって、写るイメージが流れる映像となって、

写真と映像との関係性をも想像させるように、さらに新鮮な驚きをもたらす装置として開発した。そして最終的にはリヤカメラプロジェクトとして運用した。その方法としては、漕ぎ手と乗車補助の人員を配置し、籠にのる乗客を募集し体験してもらう。その乗客には他に開発した段ボール箱のかぶるカメラなどを使い、予めカメラの仕組みを説明し小体験を済ませておくことも重要である。

(2)そして、二つ目の〈マジックランタン〉

古典的な組み立て暗箱カメラの仕組みを用いて液晶画面を投影する装置を制作し、さらに17世紀頃の光源である蝋燭やランプの光のように光源の光のゆらぎをも再現しようと試みた。そして、さらにマジックランタンの上映と写真表現とを組み合わせた表現を考え、実験を繰り返した。現時点で、LEDによる光のゆらぎを持つ擬似炎の装置は、安価に入手できる製品として多く販売されている。しかしこれらは照度が足りず今回は映像を投影するための高輝度が必要であるため、既存の製品ではなくあらためて光をプログラミングした。

ろうそくの炎が燃える構造に着目してみると、炎が揺らめく原因は、燃焼によって発生する熱が周囲の空気を動かすことでもある。熱によって膨張した空気が上昇し、下から新しい空気が入り込むことで、空気の流れが発生する。そのことを強く感じさせるためには、光源の位置をわかりやすく移動することで、照らし出されるものも含めて炎のゆらぎを感じ取ることができるのではないかと考えた。そこで光源の位置を移動することにより、見る人の脳内で炎の揺らぎとして補完されることを期待した。



(3)最後に〈マジックランタンプロジェクト〉について

高輝度レーザープロジェクターと超光解像度デジタルカメラを用いて、その可能性を研究実践した。投影対象を通常のスクリーンではなく、環境物、建物の壁面や屋根。そして物体そのもの。そして海面や川面。岩場など。凸凹があっても長距離より投影すると遠近法により相対的に平面になり投影と認識が可能となる。撮影に関して全体にフォーカスが合焦するようにあおりをつかう。被投影主体の意味を考え空間を思考した。



4. 研究成果

(1)〈カメラオブスクラ〉リヤカメラプロジェクトにおける成果

光学の基本原則として、光の屈折や反射、レンズの機能などの光学現象を実際に体験することを目的にカメラオブスクラとしてのリヤカメラを開発した。大人と子どもの二人乗車できるサイズを基本に3輪車として道路を走ることができる。自転車として自走する範囲はどこに行くことも可能である。実際にプロジェクトを行い、数百人の人々に体験してもらうことができた。光の現象については小学校から、また針孔効果についても誰もが中学校の理科や高校の物理で詳しく習っているが、実体験が伴わないために理解が進んでいない。しかし、このリヤ



カメラによって光のプロセスと投影のメカニズムを直接体験観察する事によって、光がイメージに変換されることの基本的な原理を理解することが可能となる。

またさらに、身体

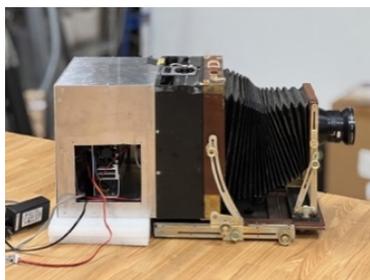


リヤカメラ

の向きとは逆に移動することに対してレンズが進行方向を向いているため独特な視覚効果、身体経験を得る、奇妙で幻想的なイメージを体験できる。そして簡素な構造であるため、高価な機材や電力を必要としない。針孔現象の普遍性と奥深さを体験してもらう装置が完成した。

(2) 〈マジックランタン〉についての成果

マジックランタン黎明期に用いられた光源である燈火の揺らぎを高輝度のLEDを用いて再現することを目的に、マイコン制御のライトソースを制作し、光源の揺らぎの再現を試みた。揺らぎについては、 $1/f$ ノイズ、ヴェーバー・フェヒナーの法則、光源の移動、室内の対流の影響の4つの観点から考察した。LEDは、PWMによる調光制御を行い、さらにMOSFETを用いた高輝度LEDの駆動、並びに排熱の対策をすることで、光源の輝度を増幅させることに成功した。制作した光源をライトソースにしてイメージを投影することで、映写装置におけるイメージの入力と出力の関係についての理解、また、高輝度LEDの揺らぎのシステムについて研究した。



マジックランタン装置

さらにLEDに揺らぎを作り出す為に、マイコンのプログラムに $1/f$ ノイズを生成するコードを採用した。また人間の感覚は刺激の物理強度にニアではなく、その対数にフィットするというヴェーバー・フェヒナーの法則 (Werner, G・:1974, Stevens:1951) を参考に、 $1/f$ 波長でLEDの輝度が変わるようになったプログラムに、対数的な減衰が起こるようにマイコンで制御可能な256階調で対数を表現するためのガンマテーブルを追加した。さらに微弱な気流の変化によって光源が瞬くだけでなく、炎が揺れるように光源が移動する仕組みを検討した。風速 (MPH) をLEDに反映する仕組みを用いて、ランプの炎が左右に揺らぐように、逆位相のLEDを追加し、マイコンによるPulse Width Modulation (以下、PWM) 制御を用い2つのLEDを駆動し、ランプの光源にさらに近い印象を持った揺らぎを再現できた。



ろうそくやランプの炎の動きを再現したマジックランタンを作成することは、教材としても非常に強い魅力を持ち、身近に手に入る材料でLEDやマイコン、そ



マジックランタン装置

してプログラミングの基礎知識を身につけている小学生以上を対象にした教材作成が可能であろう。

(3) 〈マジックランタンプロジェクト〉についての成果 現代のマジックランタンと言える高輝度高精細レーザープロジェクターを用いて、町や風景をスクリーンと捉えて投影し、それを超高精細カメラで撮影するプロジェクトを立案し、実験と実践を繰り返し最終的に作品としてまとめた。以前より予定のあった八戸市美術館での個展での発表を目標に、八戸のリサーチ



On the Sea #15

から始めた。八戸は東北地方にある港湾工業都市であるが、冬には「えんぶり」と呼ばれる田楽としての伝統芸能があり、そして夏にはおがみ龍神社による天候回復と豊作祈願のための祭礼に加えて、近年長者山新羅神社と神明宮が加わった三社大祭という大きな夏祭りがある。市民が町区ごとに一丸となって作り上げる大きな山車を引き回すお祭りである。その二つを中心に先ずはリサーチ撮影を行った。そして最終的には八戸の代表的な産業を担う

工場へのそれらの投影を行い、さらに港湾や郊外の岩場などへの投影を試み、新たな風景として超高精細カメラで記録する事を行った。撮影する空間の中にプロジェクションによって新たな空間を加える。いわばマジックランタンとカメラオブスクラが入れ子構造になった作品と言えよう。

例えば八戸の港の海面にえんぶりを映した作品では、八戸を表現するにあたり日常的な風景である港には代表的な工業地帯が写りここの産業を表現し、さらに海面にえんぶりが映し出されることによって地域の歴史に触れることが可能となる。一枚の写真の中に現在と過去、そしてさらには未来をも想像させうる画面を構築することが可能となった。写真は光によって成り立ち光を表現しうるが、プロジェクターの使用によって人工的な光を使い闇夜の中に独自で新たな世界観を構築する方法が発見でき得たと考える。

5. 主な発表媒体

八戸マジックランタン 佐藤時啓

発行 八戸市美術館 ISBN:978-4-909442-37-6

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 時啓 (SATO Tokihiro)

東京藝術大学・美術学部先端芸術表現科・教授

研究者番号：20187214

(2) 研究分担者

永井 文仁 (NAGAI Fumihito)

東京藝術大学・美術学部先端芸術表現科・非常勤講師

研究者番号：50647154

三浦 啓子 (MIURA keiko)

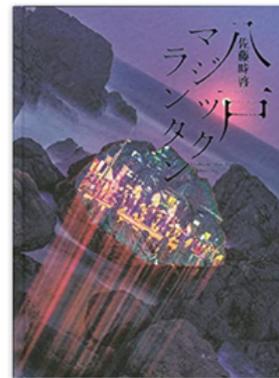
北海道教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：50322871

小町谷 圭 (KOMACHIYA Kei)

札幌大谷大学・芸術学部・教授

研究者番号：90536905



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計1件

1. 著者名 佐藤時啓	4. 発行年 2022年
2. 出版社 T&M Projects 八戸市美術館	5. 総ページ数 150
3. 書名 八戸マジックランタン 佐藤時啓	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	三浦 啓子 (MIURA Keiko) (50322871)	北海道教育大学・教育学部・准教授 (10102)	
研究分担者	永井 文仁 (NAGAI Fumihito) (50647154)	東京藝術大学・美術学部・講師 (12606)	
研究分担者	小町谷 圭 (KOMACHIYA Kei) (90536905)	札幌大谷大学・芸術学部・教授 (30125)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------