

フェルメールが描いた光と空間の謎

カメラオブスキュラによる描写技法を探る

抄 録

ヨハネス・フェルメール（1630－1675）は「光の魔術師」とよばれるデンマークの画家である。フェルメールは、下絵の作図にカメラオブスキュラを用いたという説が有力である。本研究では、カメラオブスキュラの仕組みを理解し実際に製作を行い、投影される像の観察と、どのようにカメラオブスキュラを用いて下絵を描いたのかを研究した。投影像は不完全であったが視認できた。像の輪郭は、鮮明でなかったため暗闇でトレースすることはできなかった。しかし、投影像の特徴を捉え幻想的な投影風景を体感した。

キーワード：フェルメール、カメラオブスキュラ

1. はじめに

2011年、神戸市立美術館で、フェルメールの作品「真珠の耳飾り」（図1）を観たとき、その精密な構図と光の描写に衝撃を受けた。その後、フェルメールの文献に触れるにつれ、その描写技法の謎に興味を持つようになった。評論家シュナイダー（1998）は「フェルメールの絵画の魅力は現実をあるがままにではなく、輪郭の不明瞭や、光の点など模写用媒体（カメラオブスキュラ）によってゆがめられた状態をそのまま描写することで抽象的な質を獲得している」と評している。カメラオブスキュラの投影像はどのようなものか、シュナイダーが評するように、投影像が写真実画に抽象的な質を加えるほど、不思議で難解な投影風景なのか研究を行った。



図1 真珠の耳飾り

1.1 研究目的

フェルメールの人を引きつける特異な描写技法は、カメラオブスキュラによるものという説が有力である。本研究は、ピンホールカメラとカメラオブスキュラを製作し投影された像を観察することでその原理と特徴を明らかにすること、またフェルメールがカメラオブスキュラを用いて下絵を描いた方法と描写技法を解明することを目的とする。

2. 研究方法と実験結果

2.1 ピンホールカメラの原理

カメラオブスキュラの原理はピンホールカメラと同じである。太陽光などの光が物体に当たると、色々な方向に光が反射される錯乱という現象が起きる。物体の表面を構成している分子によって、特定の波長以外の光を吸収する性質があるので、ある色の光だけ錯乱される。このために色がついて見えるのである。

2.1.1 ピンホールの場合

図2の人物Fに当たった光は、いろんな方向に反射される。しかしピンホール(針先ほどの小さな穴)を開けると箱の内側には、その穴を通ることのできた一つの方向の光しか通れない。つまり、ある点から反射された光は、内壁に置かれたスクリーンのある一点にしか当たらないのである。物体の様々な部分の点から反射された光は、ピンホールの穴を通る光以外の光は壁に遮断され、スクリーン上に届く場所がそれぞれ対応して決まる。投影像は180度反転され倒立した人物Fの画像がスクリーン上に作られることになる。

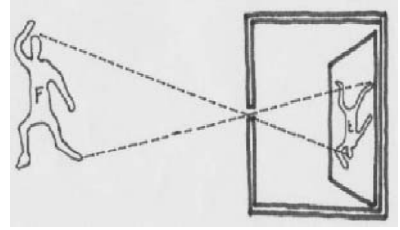


図2 ピンホールの場合

2.1.2 レンズを装着した場合

光はレンズを通過するとき入る角度によって、きまった方向に曲げられる(屈折)。レンズは、光が入った位置により屈折する方向がそれぞれの角度で屈折し、レンズの反対側のある一点に集中する性質がある。この点を「焦点」と言い、集中することを、「焦点を結ぶ」と言う。物体の一点から反射された光は、レンズ表面のあらゆる場所に当たるが、それぞれが屈折によりレンズを通して一点に集中し焦点を結ぶことになる。図3の人物Fの他の部分から反射された光も同様にレンズで屈折され、それぞれスクリーン上に対応した別々の場所に焦点を結ぶことになる。ピンホールと同じように180度逆向きになった画像がスクリーン上に投影される。

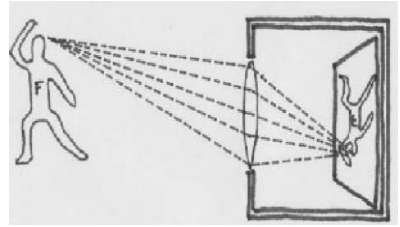


図3 凸レンズを装着した場合

2.1.3 ピンホールとレンズ装着の違い

図3のレンズでは、レンズ全体に当たった反射光が一点に集中されるので、光量の多い光がスクリーンに届くことになる。反対に図2のピンホールでは、スクリーンの一点に来る光は、小さい孔を通過してきたわずかな光しか来ない。またレンズは焦点を結ぶが、ピンホールには焦点が無い。レンズの焦点は、人物Fとレンズとの距離に応じた反対側の位置に焦点を結ぶ(図3)。人物Fより遠い被写体の反射光は、反対側のもっとレンズに近い場所に焦点を結び、近い被写体の反射光は、スクリーン面よりもっと遠くに焦点を結ぶ。つまり、スクリーン上で、焦点が合う被写体は、決まった距離の被写体(図3)だけで、それより近い被写体や遠い被写体は、スクリーン上には焦点が来ないので、ぼやけた画像になる。反対にピンホールでは、どの距離の被写体の像も鮮明にスクリーン上で画像を作る。ただレンズのような鮮明な画像はできない。なぜならレンズは光を強制的に曲げて、焦点という小さい点に集めることができるが、ピンホールの場合、スクリーン上には、点ではなく小さい円の集まりになるからである。限りなく小さいピンホールにすれば鮮明になるわけではなく、ある大きさより小さくすると逆にピンぼけが大きくなる。これは、光が波の性質を持つためである(回折現象)。

2.2 ピンホールカメラ

2.2.1 研究方法

カメラオブスキュラの原理はピンホールカメラと同じである。仕組みを理解するためにピンホールカメラを製作した。ピンホールカメラの構造は簡単である，蓋を取った空き缶にトレーシングペーパーを被せて輪ゴムで留め，空き缶の形にくり抜いた段ボール箱にはめ込み，光が入らないようにガムテープで留める。箱の反対側に覗き穴を開けて完成である(図4)。フェルメールの作品の大部分は室内における人物画である。室内において石膏像をモチーフにして観察する。また快晴の昼間に太陽光下の屋外でも同様に実験を行う。

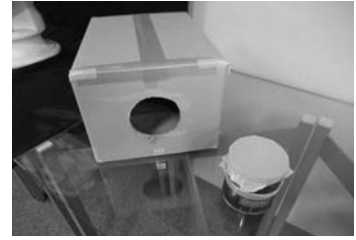


図4 ピンホールカメラ



図5 室内にて観察



図6 屋外にて観察

2.2.2 実験結果

石膏像は缶に開けられた小さな穴を通してトレーシングペーパーに上下逆さに投影されるはずである。天井の蛍光灯(約50lux)だけでは照度不足で観測できなかった。コピーランプ(250w 4灯)を石膏像に直接当てることで，かすかに像の輪郭が観測できた。(図5)また晴れた屋外(6500lux)では，対面のビルの輪郭が，少し綺麗に観測できた(図6)。いずれの場合もはっきりとした投影像ではなかった。また投影には十分な照度が必要であることが分かった。中世の画家はランプも蛍光灯も無く，部屋内でどのように照度を得ていたのか疑問に感じた。

2.3 カメラオブスキュラ

2.3.1 研究方法

そもそもカメラオブスキュラは「暗い部屋」という意味である。図7のように部屋ぐらいの大きな箱を用意し，片方の壁に小さなピンホールを開け，ピンホールカメラと同じ理屈で，穴と反対側の黒い壁に像が投影される。画家はこの箱に入り，投影されている像を描き写すことで，実際の光景とそっくりの下絵を作ることが出来る。大規模な装置は製作が困難なことから我が家のリビングをカメラオブスキュラの大きな箱に見立てて，全ての窓からの日光を塞ぎ，一の窓にピンホールを開ける。外の光景はピンホールを通りリビングの内壁に投影するはずである。窓は4カ所あり遮光シートの代わりに新聞紙で代用した。完全に遮光するには新聞紙8枚重ねホッチキスで留め，全ての窓に両面テープで貼り付け真っ暗とな

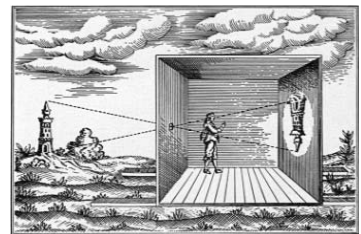


図7 カメラオブスキュラ



図8 新聞紙で窓を遮光

る空間を作った(図8)。壁の中心にある窓の新聞紙に直径8cmの穴を開け凸レンズを付け電気を消し外の風景が投影するか観察した(図9)。レンズの場合、焦点が合うかどうかという問題があるので、画板に白い模造紙を貼り、イーゼルに立て焦点が合うまで部屋内を移動することとする。焦点が合わない場合は、レンズを外しピンホールで観察する。

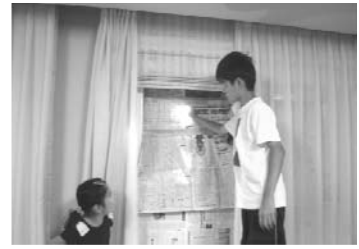


図9 穴にレンズを装着

2.3.2 実験結果

(凸レンズを装着した場合)

内壁には、投影像が確認できなかったので、模造紙を貼った画板をレンズに向けて、部屋内でいろいろ立ち位置を変えてみたが、投影像は鮮明に投影されなかった。全体的にピン트가ばけていて輪郭がはっきり投影しなかったことから焦点が合っていないことが分かった。部屋内の床レベルは地上約18mの高さであるため、レンズの高さでは、投影できるものは63m離れた対面の建物ぐらいである。天井には建物前の道路のマーキングや、木々がうっすら投影されたが見えにくかった。そこでレンズを傾け、前面道路に向けて、街路樹や標識、歩道など焦点の合うものを探した。模造紙を貼った画板をレンズに向かって、いろいろ立ち位置を変えて焦点が合う場所を探したが、いずれの投影像も鮮明に投影されなかった。レンズを外し8cmの穴を手で塞ぎ小さくすると若干投影の輪郭が鮮明になった。(ピンホールの場合)

直径1cmの穴を開けた新聞紙を貼りなおすと、天井に前面道路(長堀通6車線)のマーキングや行き交う車、歩道の歩行人の姿が確認出来た(図10)。この場合ピンホールの原理の通り、窓(ピンホール)に近い方が歩道となり遠い方が車道となっていた。マーキングの形状も反転していた。壁面と天井には光の濃淡があり、ぼんやりと投影したものが対面の建物と街路樹であると推測される(図11)。また、白い模造紙の張った画板を持ち部屋内で場所を変えて移動した。ところどころで対面の建物らしき輪郭がうっすら投影したが、天井の道路の投影像ほど鮮明に観察出来なかった。



図10 天井に道路のマーキングが投影



図11 内壁に対面建物らしき像が投影

2.4 研究方法と実験結果（投影像のトレース方法）

イーゼルに白い模造紙の張った画板を立てて部屋中央に配置した（図12）。像が綺麗に投影する場所をリビング内で捜したが、はっきり綺麗に投影する場所はなかった。ある場所で建物の輪郭らしきものがぼやけて投影したが、とうていトレースできるほどの鮮明な像ではなかった。しかも暗闇の中のトレース作業は不可能であった。ピンホールからの光を背に投影像を見ているため自分の体の陰も画板に映り込み、トレース作業するには、画板などの道具の工夫が必要であることが解った。



図12 イーゼルと画板

3. 考 察

3.1 投影像について

ピンホールの場合の天井には、前面道路のマーキング、行き交う車や歩行者が比較的是っきり投影したことに對して、内壁や画板には建物の輪郭らしきものが、うっすらとしか投影しなかった。その理由は、図13のように建物と太陽の位置関係に原因があると考えた。照度は快晴の日の昼間であったので十分であった。前面道路（長堀通）は6車線の幹線道路で幅員55m歩道4m×2もいれて全幅63mもあり、観測が快晴の正午であったため太陽の高度が高く、幹線道路を挟んだ対面の建物（我が家の南側）は太陽光の陰になっていた。そのため弱い光しか得られず薄っすらとしか投影しなかった。一方、前面道路には強烈な直射日光が当たり、十分な光を得られたことで、はっきりとした投影像が得られた。暗い部屋内で、建物の像に対して道路の像の光線が多く入ることで相対的に際立つことになったと考えられる。綺麗な投影像を得るには、天候や太陽と被写体の位置関係などを考慮しなくてはいけないことが解った。

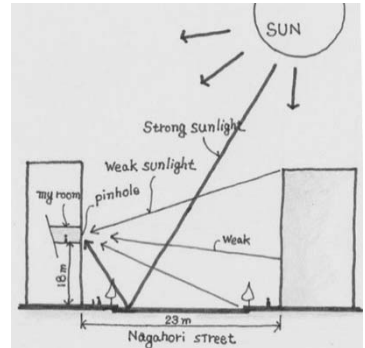


図13 建物と太陽の位置

3.2 投影像のトレース方法について

実験結果は、明確な像は得られなかったが、たとえ綺麗な投影像を獲得しても、投影像は被写体の上下が逆転し、左右が反転して投影されることや描き手の頭や体が光の通り道にあって陰が画板に写ること（図14上）など、下絵を作製するには、さらに道具に工夫が必要であることが解った。1490年、レオナルド・ダヴィンチは、この問題を解決するために半透明の紙のスクリーンをおいて、その後ろから見ることを提案している（図14下）。こうすることで、観察者が見る像は上下逆さのままだが、左右は反転しなくなり、また観察者の陰が写り込むこともなくなる。ただ光

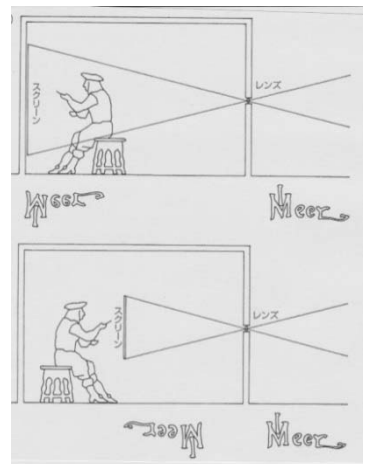


図14 スクリーンの位置
（ステッドマン2010）

が紙を通過するので像はかなり暗くなる問題がある。再挑戦する機会があるなら、額縁の裏板を外しガラスにトレーシングペーパーを張り、画板に見立ててトレースする方法が考えられる。1843年、葛飾北斎が絵本「富岳百景」の「さい穴の不二」という作品で雨戸の穴から差し込まれる光から障子に投影された逆さ富士を障子の裏から描写している。

3.3 フェルメールの描写技法について

フェルメールの作品は、光の差し込む窓辺に佇む人物画が多い。よく観察すると中心となる人物は細部まで描かれ周辺はあっさり描かれている。これはカメラの特徴に似ており、その対比によって見る者を人物に集中させ画面に緊張感を与えている。また作品は柔らかな落ち着いた印象を与える光に包まれ、全体的にぼやけた印象を受ける。これはリビングで覗いたカメラオブスキュラの投影像の特徴と似ている。フェルメールはカメラオブスキュラを単に遠近法を得るための手段としてだけでなく、柔らかな光による幻想的な投影像を表現手法として、そのまま絵画に描写したのではないかと考えられる。

4. まとめ

1点の穴から光が差し込み、天井に映し出される街路や人が行き交う情景は幻想的であり、まるでサイレント映画を見ているようであった。この柔らかな淡い映像は暗闇の中で目が慣れてきたとき瞳が大きく開き、初めて感じることのできる微細なコントラストであった。フェルメールは、カメラオブスキュラで得たこの神秘的な映像を、そのコンディションを隠そうとせず、そのまま描写することで、光による巧みな質感表現を可能にした。シュナイダーの言葉を借りれば、それが「抽象的な質」となり、見るものをとらえて離さない不思議な魅力を生み出したのであろう。図15はキューバ出身のアーティストAbelardo Morell氏がカメラオブスキュラを用いて制作した作品である。フェルメールから350年を経て世界の芸術家がカメラオブスキュラの魅力を再評価し作品を製作している。

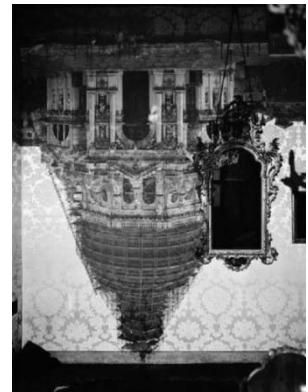


図15 Morellの作品

5. 参考文献

フィリップ・ステッドマン (2010)「フェルメールのカメラ」新曜社

ノルベルト・シュナイダー (1998)「VERMEER」TASCHEN出版

カメラオブスキュラの図

<<https://lensandframe.files.wordpress.com/2014/12/camera-obscura-diagram.jpg>> (アクセス2017/08/15)

ピンホールカメラの原理

<http://www.toshi-photo.com/Tutorial/Tutorial_01.html> (アクセス2017/08/15)

Abelardo Morellの作品

<https://www.gizmodo.jp/2015/10/post_18353.html> (アクセス2017/08/15)