

点群ビジュアライゼーションによる円錐形スクリーン プロジェクションマッピング

Point Cloud Visualization for Conical Screen Projection Mapping

鈴木 由信 SUZUKI Yushin

デジタルハリウッド大学大学院 特任助教
Digital Hollywood University, Graduate School, Project Assistant Professor

2024年10月に東京で発表されたインスタレーション作品「浮き富士」の制作過程と技術構成の概要について述べる。本作品では、点群データを用いた映像を円錐形スクリーンに投影し、富士山の形状がもつ象徴的なイメージを、粒状構造の動きとして表現することを試みた。映像には、ノイズフィードバックを用いた独自の処理を点群に加えることで、粒子がゆるやかに揺らぐような変化を生み出した。こうした連続的な動きによって、映像が時間の経過とともにゆるやかに変わっていく様子が空間全体に広がるよう設計されている。映像インスタレーションにおける「時間の流れ」と「空間の広がり」を連動させた実験的な表現として、本作品のコンセプト、技術的工夫、展示設計について報告する。

1. はじめに

2024年10月に開催された「DESIGNART TOKYO 2024」における富士フィルムデザインセンターの展示企画「富士をあじわう旅」の一環として制作されたインスタレーション作品「浮き富士」の制作過程および技術構成の概要について報告する。

毎年秋に東京全体を舞台に開催されるフェスティバル「DESIGNART TOKYO」では、アート、建築、インテリア、ファッショニ、テクノロジーなど、多様な分野の展示が展開されている^[1]。

本展示では、オリジナル日本酒「富士王」の紹介を主とした、体験型の要素を取り入れられており、本作品はその中核を担う映像インスタレーションとして構成された^[2]。図1に展示会場の様子を示す。会場は東京・南青山に位置する富士フィルム デザインセンター CLAY スタジオ内の展示空間で、2フロアにまたがる吹き抜けを活用し、円錐形スクリーンはその中間層の高さに設置された。鑑賞者は下階から見上げることも、上階から見下ろすことも可能であり、複数の視点から富士山の変化を鑑賞できる構成となっている。



図1：展示風景（撮影：Sayukio Inoue）

本作品では、視覚芸術と情報処理技術の接続可能性を探求するために、富士山を主題としたデジタル映像表現を試み、円錐形スクリーンに点群映像を投影する表現を用いた。なお、本作品の企画意図として、富士フィルムデザインセンターより提示された要件は、「お酒を嗜みながら風景を眺める」という風習に着目し、富士山を長時間にわたって見守るような体験を創出することであった。本作品では、その要件をもとに、鑑賞者がゆつたりと景色の移ろいを楽しめるような映像体験の設計を試みた。

2. 表現形式の背景と本作品の主題

本作品は、時間と空間の中で変化し続ける富士山の姿を、粒子の変化として視覚化することを試みたインスタレーションである。この発想は、「風景を眺める」という身体感覚を起点に、日本画の表現技法や視覚文化への参照を通じて、現代的なデジタル表現として再解釈されたものである。

2.1 富士山の象徴性とその視覚的活用

本稿における「象徴」という語は、富士山という自然地形を単なる風景描写としてではなく、その形態を視覚的な表現へと置き換える行為を意味する。本作品においては、富士山の文化的・歴史的な意味作用を独自に深掘りすることは行わず、代わって、葛飾北斎や横山大観をはじめとする日本画に描かれた富士山の表象を参照し、すでに構築された文化的象徴性を受け継ぐかたちで、視覚構成と変化する映像によって、富士山の印象に新たな解釈を加えることを試みた。

2.2 富士山表現における時間性と空間性

富士山は古来より、日本美術において多様な視点と時間軸で描かれてきた象徴的な自然モチーフである。葛飾北斎の『富嶽三十六景』においても、異なる季節・天候・時間帯の変化を通じて「移ろい」の視覚化が試みられている^[3]。本作品では、こうした「静的構図の多視点連作」に代えて、変化の「過程」そのものをリアルタイムで提示することで、恒常性と移ろいを同時に感じられる映像体験を目指した。ここでいう恒常性は、空間に据えられた円錐形スクリーンという物理的かつ象徴的な構造体が担っており、常にその場に存在し続ける富士山のイメージと重ね合わせられている。

2.3 粒状構造による空間の知覚と日本画の影響

本作品では、粒状構造を通じて空間を知覚させる映像を表現するにあたり、日本画における輪郭を用いない描法から示唆を得ている。特に横山大観らが用いた朦朧体の技法は、滲みやぼかしによって空気や光の移ろいを描き出すものであり、輪郭線に依存せずに奥行きや形態を感じさせる視覚効果に着目した。このような描法を参照し、粒子の密度や動きによって奥行きや形を印象づける演出を試みた。地形データとして使用した国土交通省の3D都市モデル「PLATEAU」に含まれる富士山頂の高密度点群は、山肌のざらつきや岩の起伏といった質感の情報を写実的に保持しており、輪郭を描かずとも山岳

地形を想起させる形態として知覚される一因となっている。本作品では、このような高解像度の写実的質感を基盤としながらも、時間変化に応じたアルゴリズムによって粒子がゆるやかに変容し続ける設計を導入している。写実と抽象、静と動を一つの映像空間に共存させる映像体験を目指した。

3. 技術構成と映像構成

3.1 点群データの取得と加工

本作品では、複数の実在環境に基づく点群データを素材として用いている。富士山頂の地形データにはPLATEAUのデータを使用した。さらに、富士山周辺の自然物（溶岩、倒木、苔、キノコなど）をスマートフォンで3Dスキャンし、色情報やスケール、位置座標を正規化したうえで、地形データとともに独自のアルゴリズムにインプットした。これらの点群データは、粒子構造として空間内に再構成され、時間とともに密度・輝度・挙動が変化する設計となっている。

3.2 スクリーンの形状と事例調査

映像は、物理的な円錐形スクリーンの構造と、仮想空間内の粒子構成が運動するよう設計されている。直径約740cm、高さ135cmのスクリーンに対し、周囲4方向からプロジェクションを行うことで、360度の視覚体験が構築される。

半球体や立方体を組み合わせた形状などのプロジェクションマッピングに関する技術資料は多数存在する一方で、円錐状スクリーンを対象とした事例は限られており、制作時点で技術的な詳細資料は確認できなかった。その欠如を補うため、設計段階におけるイメージの精度と共有性を高めるため、事前に模型を用いた投影実験を実施した。レーザーカッターを使用して模型を制作し、マッピング精度や投影歪みの検証を繰り返し行った。

円錐状スクリーンを用いた先行事例としては、以下の二つが確認できた。

・ネイキッドが演出を担当したプロジェクションマッピング作品「aeru」は、東京ミッドタウンに設置された高さ約6m・幅約23mの富士山型モニュメント「江戸富士（EDO-FUJI）」に対して投影されたものである^[4]。このプロジェクトも富士山を主題とした大規模な映像演出であるが、主に一方向からの視認を前提としており、360°周囲4方向からの映像体験を構成するものではない。

・「富嶽三六〇」モニュメントでは、円錐形模型に対して光学的な映像投影ではなく照明演出のみを行っており、映像表現やリアルタイム生成は伴わない^[5]。

これらに対して本作品は、周囲4方向からの投影とリアルタイム生成される点群映像を融合させ、鑑賞者は任意の位置から映像と立体形状の融合を体験できる点で異なる。なお、山元史朗氏に、プロジェクション設営において多くの技術的助言をいただき、その結果、映像の精度と会場での表現の完成度が大きく向上した。

3.3 映像表現の構成

本作品は3つの主要シーンで構成される。

- ・流動変形シーン 点群全体を流れるように変形させ、空間全体に漂う感覚を演出。
- ・稜線描画シーン 富士山の点群データを線で接続し、稜線を浮かび上がらせる。粒状の点群に加え、線的要素が構造的な美を強調する。
- ・有機粒子シーン 点群を球体に置き換え、各球体に環境テクスチャを適用。球状粒子が有機的に変化し、雲や水滴のような柔らかさをもたらせる。



図2：流動変形シーン

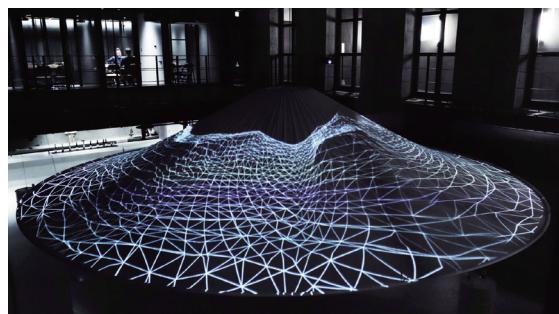


図3：稜線描画シーン

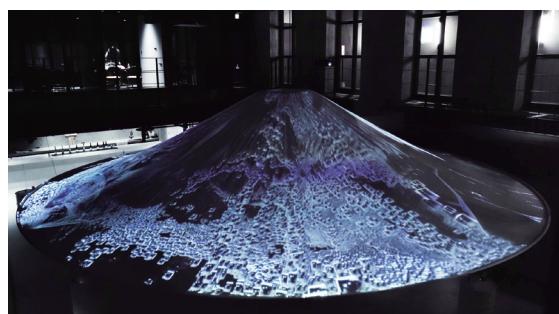


図4：有機粒子シーン

これらのシーンは、インスタレーションとして、どのタイミングから鑑賞を開始しても成立する構造としつつ、長時間鑑賞においても変化や趣を引き出すために、時間軸全体に強弱と緩急をもたせたシーケンス構成を行った。全体はタイムラインベースで制御され、シーンの切り替えを行なっている。

3.4 円錐形スクリーンにおける映像演出と空間設計

映像空間に奥行きと没入感を与えるために、円錐形スクリーンという特殊な立体形状の投影面と、3D空間上のカメラ位置との関係に基づいた空間構成を設計した。特に本作品では、スクリーンを富士山に見立て、その内部から外部を見上げるような視点を活用している。代表的な演出として、図5に示すように、遠方から飛来する物体が富士山の内部を突き抜けるように移動するシーンがある。この演出により、視覚的な遠近感とスケール感を強調し、鑑賞者に対して高い臨場感をもたらすことを意図している。

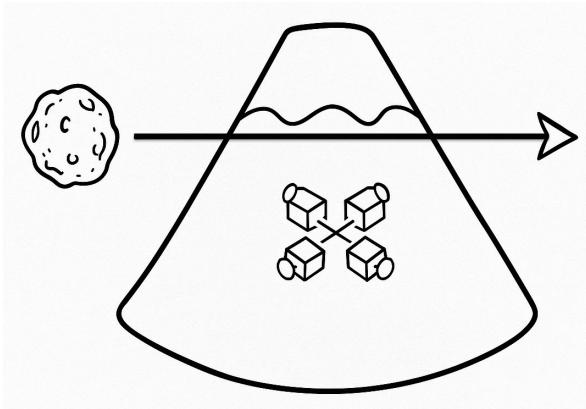


図5：オブジェクトがスクリーンを貫通する演出

また、使用した点群データは立体的な地形構造を保持しており、富士山頂部の中央がやや窪んだ地形の特徴は、カメラを三次元空間上の山頂中心に据える視点設計との親和性が高い。この山頂部を起点に、山肌が周囲へと連続的に広がっていく様子を映像内で再現することで、スクリーン全体に広がる映像体験を目指した。

3.5 機材構成とシステム連携

点群データの処理から映像生成、そして投影に至るまでの工程を一貫して制御するために、以下のようなシステム構成を採用した。まず、点群の空間的精度と視覚的な均質性を確保するために、前処理にはCloudCompareを用い、不要点の除去、座標系の正規化、点群密度の均一化などを実施した。次に、時間的変化をともなう粒子表現を実現するため、前処理済みのデータをTouchDesignerに取り込み、ノイズによって粒子の位置を継続的に変化させるアニメーション制御とタイムラインを実装し、映像を生成した。その後、生成された映像を立体的に投影し、円錐形スクリーンを包み込むような没入型の視覚体験を構築するために、MadMapperを用いてマッピングを行った。投影には、富士フイルム製の超短焦点プロジェクターFP-Z8000を4台使用し、周囲4方向からの均一な投影を実現した。各処理工程の統合管理および安定した映像出力のため、映像生成・マッピング・投影制御の一連のプロセスは、マウスコンピューター製PC「DAIV FX-I9G90」によって一元的に運用された。図6に、本作品におけるプロジェクターとスクリーンの設置構成の概要を示す。

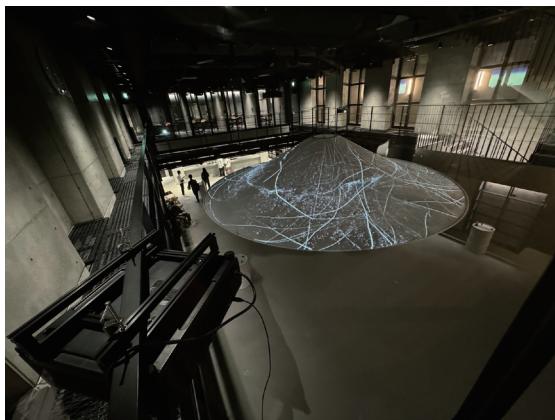


図6：設置構成

4. 展示成果と鑑賞者の反応

展示期間中には延べ約780名が来場し、そのうち197名が自由記述式のアンケートに回答した。多くの回答では、個人的な印象や体験に基づいた記述が中心でありつつも、本作品に対する明示的または文脈的な言及も確認できた。

映像については、滑らかな動きや柔らかな質感が印象に残ったという反応が見られ、映像の変化が鑑賞者の視覚に対して刺激的ではなく、落ち着いた印象を与えていたことがうかがえる。また、リアルタイム生成に触れた記述もあり、時間的な構造に対する感覚的な反応が生じていたと見られる。これらは、映像が「完成された一枚の絵」としてではなく、「経過し続ける過程」として知覚されていた可能性を示唆している。さらに、「富士山の形が空間に浮かんでいるようだった」といった記述からは、立体形状のスクリーンと映像との組み合わせが、立体視や浮遊感といった具体的な奥行き知覚を生み出していたことが読み取れる。

「見下ろす富士山」という構図に関する反応も見られ、視覚体験と空間との関係性が印象に残ったことが読み取れる。鑑賞者によつては本作品が「動的である」ことや「新鮮な視点での富士山表現」であるといった点に注目していたことが読み取れる。これらの反応は、作品が単体の映像表現にとどまらず、空間構成や視覚体験全体を通じて鑑賞者の知覚に働きかけていたことを示す一つの手がかりとなる。

展示全体に対しては、会場構成や動線設計、飲食の提供、ノベルティ、他の展示との調和といった多様な要素が組み合わさり、イベントとしての体験が多面的に捉えられていた。実際にアンケートでは、「空間の細部までへのこだわりを感じた」「スタンプや展示など全体が一つの体験として調和していた」といった評価が見られ、来場者は展示空間全体を統合的な体験として受け取っていたことがうかがえる。そうした中で本作品は、来場者がその場にとどまって見入るきっかけとなっていた。鑑賞者がその場にとどまり、ゆったりと時間を過ごすことを促す存在として位置づけられており、アンケートにも「しばらく見入ってしまった」「富士山のプロジェクションが見応えあった」といった記述が寄せられた。こうした声は、鑑賞体験の中で本作品が一時的な視線誘導ではなく、継続的な滞留を促す役割を果たしていたことを示唆している。本作品は、単体の展示物としてではなく、空間全体の構成要素として統合的に設計されており、実際にその設計意図が鑑賞者の体験と一致していた点が注目される。「空間と展示がマッチしていた」「アートと空間を同時に楽しめた」といったコメントも見られ、視覚的要素と空間構成の調和が来場者に肯定的に受け止められていた。本作品の制作にあたっては、富士フイルム デザインセンターの中村佐雅仁氏、池亀春香氏、福原聖人氏をはじめとする関係各位より、企画意図の共有やデザイン面での多大な協力を得た。特に、円錐形スクリーンの特性を踏まえた映像構成や展示空間での見せ方に関する助言が、作品単体の完成度を高めただけでなく、他の展示物との関係性にも配慮した全体ディレクションが、空間全体としての調和を生み出す重要な要因となった。

5. おわりに

本作品は、富士山の象徴性をもとに、構造体と映像の統合による空間体験の創出を目指したインスタレーションである。円錐形スクリーンと粒子映像の運動により、視点移動や滞留を促す鑑賞体験が実現された。今後は、本作品で得られた設計手法や空間構成の知見を活かし、より多様な環境への展開や応用の可能性を探つていきたい。

参考文献

- [1] DESIGNART: "About DESIGNART"
<https://www.designart.jp/about/> (参照 2025年8月12日).
- [2] 富士フイルム デザインセンター: "DESIGNART TOKYO 2024 で「富士をあじわう旅」を提案 CLAYスタジオに現れた“富士”が鑑賞者をいざなう先は"
<https://design.fujifilm.com/ja/news/news/2024/1127/index.html> (参照 2025年8月12日).

[3] DailyArt Magazine: "Japan's Greatest Masterpiece: (Thirty) Six Views of Mount Fuji by Hokusai"

https://www.dailyartmagazine.com/hokusai-thirty-six-views-of-mount-fuji/?utm_source=chatgpt.com (参照 2025年8月12日).

[4] PR TIMES: "六本木に富士山が出現!ネイキッドが手がける「JAPAN,THE BEAUTIFUL」"

<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000266.000008210.html> (参照 2025年8月12日).

[5] いこーよ: "富士山1000分の1スケールの超大型モニュメント

『富嶽三六〇』"

<https://iko-yo.net/facilities/2527/attractions/10915> (参照 2025年8月12日).