

令和 3 年 6 月 18 日現在

機関番号：12606

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K12257

研究課題名（和文）4Dスキャン記録の時間軸編集による新しい時空間体験表現の研究

研究課題名（英文）Research on New Representation of Spatio-Temporal Experiences by Temporal Editing of 4D Scan Recordings

研究代表者

桑原 寿行（Kuwabara, Toshiyuki）

東京藝術大学・学内共同利用施設等・講師

研究者番号：60734598

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、新しい記録様式である4Dスキャンを、芸術表現として応用する作品制作を軸としながら、4Dスキャンデータが取得可能な撮影システムを実践的スタジオとして構築し、新たな制作環境を確立した。また4Dスキャンを用いた表現制作において、効率的な時間軸編集を行えるツール・システム開発を行い、一連の撮影システム構築と併せ、手続き的な技法的研究基盤を実践的に開拓し明らかにした。研究成果として展示発表を行い、またwebサイトも構築することで、4Dスキャンの時間軸編集による表現可能性と有用性を提示した。その作品制作を通して4Dスキャンの時間軸編集による新しい時空間性を考察し、波及する表現可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

4Dスキャンの時間軸編集による表現技法は、従来の映像表現による時間軸操作によって生み出されてきた演出効果、表現能力を3次元的な身体性を含む空間体験に置き換える可能性を有している。本研究による制作環境の整備や方法論確立を通じた4Dスキャンを用いた芸術表現の実践は、こうした新しい時空間性の表現可能性を提示するものである。また従来の3次元描画を用いる表現制作の方法論では考慮されてこなかった、「現実の時空間をそのまま写し撮る」真正性を有した記録メディアと考えることができるため、今日的なデジタル・イメージにおける実写表現の「真正性」と「虚構性」のあり方を再定義していくものであると言える。

研究成果の概要（英文）：this research, we established a new production environment by constructing a shooting system that can acquire 4D scan data as a practical studio, while focusing on the production of artworks that apply 4D scanning, a new recording method, as artistic expression. In addition, we developed a tool and system for efficient time-based editing in the production of expressions using 4D scans, and together with the construction of a series of shooting systems, we practically developed and clarified procedural techniques and foundations. As a result of this research, we presented the possibility and usefulness of expression by editing the time axis of 4D scans through an exhibition and the construction of a website. Through the production of the work, I discussed the new spatio-temporal nature of the 4D scan by editing its time axis, and showed the possibility of further expression.

研究分野：芸術学

キーワード：4Dスキャン ポリュメトリックキャプチャ メディア表現 フォトグラメトリ 3Dスキャン

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

3次元描画を伴う写実的なコンテンツ制作では、現実の対象物を3Dスキャンした3次元データを扱うことが頻繁にされている。ここで用いられる3次元データの特徴として、現実の一時的な時間を切り取った写真のような静的なデータであるという前提がある。現行の3次元描画を用いるコンテンツ制作においては、この静的な3次元形状の頂点座標を移動または変形させる事で、擬似的に時間的変化を再現している。これは3次元描画を用いる表現制作における手法基盤が、静的な3次元形状と、それを移動または変形させるためのモーションデータという個別の情報から時間遷移を擬似表現するという技法体系・方法論上に成り立っていることに起因する。この既存の方法論に対し、動画を構成するフレームのように実世界の3次元記録の連続によって時間軸を再現するような、3次元データと時間遷移をそのまま同一的に扱う有効な芸術表現的技法や制作環境は存在してこなかった。このような状況の中で近年では3次元形状と時間的遷移を動画のように記録する「4Dスキャン（ボリュメトリックキャプチャ）」と呼べる技術が提案されつつある。4Dスキャンは実世界の時間的遷移を3次元形状記録の連続によって量的にキャプチャするものである。これは多角的に撮影されたそれぞれの動画を構成するフレーム画像ごとに3次元形状を復元することで、3次元形状と時間的遷移の同一的な記録を実現している。本研究は3次元形状を動画の1フレームのように時間的に記録する4Dスキャンの、実世界に基づく記録の操作/編集が時空間的に可能であるという点に着目する。従来の時間的芸術である映像表現において特定の視点と時間を切り張りする編集技法や、微速度撮影やスローモーションなどの時間を短縮または引き延ばす時間編集の表現は、現実の時間軸とは違った世界を現前化するという目的だけでなく、独特な世界観や、心理的な情景を表現するなど、最も重要な基盤的表現技法として位置している。これを4Dスキャンが持ちうる特性を考慮しながら映像的な時間軸編集という観点で考えた場合、自由な多視点や操作性をもつ3次元空間の、現実に基づいた時間軸の組み合わせによる演出効果や、従来の記録メディアが持ち得なかった時空間性の表現可能性が見えてくる。しかしながら従来の3次元描画を伴うコンテンツ制作が培ってきた技法体系には、新しい記録様式である4Dスキャンを有効的に活用できる制作環境が存在しない。それゆえに実践的な4Dスキャンを応用した時間的芸術表現は未だ提示されておらず、これらの背景から研究代表者はこれまで4Dスキャンを用いた芸術表現を模索してきた。

2. 研究の目的

本研究は4Dスキャンの技術的導入に止まらない、新しい体験性、技法体系としての確立を目指し、芸術表現や美術的見地から方法論を検証する。4Dスキャンの利活用によって新しい時空間性を実現する芸術表現の実践研究を通して、芸術表現における時間の操作を扱う新たな表現技法の提案と、技法的研究基盤の開拓、それに対応した新しい制作環境の確立を目的とする。4Dスキャンの時間軸編集による表現技法は未発達な領域であり、従来の映像表現による時間軸操作によって生み出されてきた演出効果、表現能力を3次元的な身体性を含む空間体験に置き換えると考えられる。本研究による制作環境の整備や方法論確立を通じた4Dスキャンを用いた芸術表現の実践は、こうした新しい時空間性の表現可能性を提示するものである。

3. 研究の方法

本研究は新しい記録様式である4Dスキャンデータを、芸術表現として応用する作品制作を軸としながら、4Dスキャンデータが取得可能な撮影システムの構築と基盤的な制作環境の整備、効率的な時間軸編集を行えるアプリケーション・システム開発を行い、手続きの技法的基盤を

実践的に確立し明らかにしていく。またその作品制作を通して 4D スキャンの時間軸編集による新しい時空間性が持ちうる表現可能性を考察する。研究成果として展示発表と web サイトを構築し、4D スキャンの時間軸編集による表現可能性と有用性を広く提示していく。

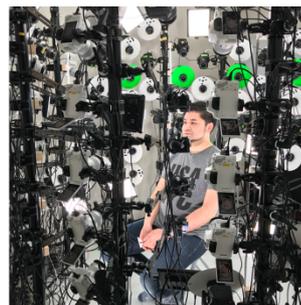
4. 研究成果

(1) Studio. v2018-v2020 (4D スキャン撮影スタジオ)

美術的見地やメディア論的な観点から、「人物の上半身」を表現効果の高い撮影対象と設定し、芸術表現応用を前提とした 4D スキャンデータが取得可能な実践的スタジオとして、制作環境の整備とシステム構築を行った。2018 年度には 4D スキャンの基盤的技術である Photogrammetry 撮影システムを基礎としながら、68 台の DSLR (デジタル一眼レフカメラ) からなる 2k ヴィデオソース入力による時間的な 4D スキャンデータを取得する基礎的なスタジオおよびそのシステムを構築した(Studio. v2018[図 1])。Photogrammetry を用いた作品「等方性写真 / Isotropic photo(2018-2019)」の制作過程に同スタジオを導入することで、高品質な 3 次元データを取得するフローを最適化し、4D スキャンデータを効率的に取得できる撮影環境や一連の撮影システムの基盤を確立した。2019 年度から 2020 年度にかけては、作品制作における実際的な見地を取り入れながら改良を進め、広角撮影が可能な 4K CDC (コンパクトデジタルカメラ) 28 台と、細部をキャプチャする 4K DSLR 26 台の計 54 台からなる、4K ヴィデオソースが取得可能な撮影システムを新たに組み込んだ。計 122 台の同期撮像からなる 2K+4K ヴィデオソースを用いることで 4D 復元のキャプチャノイズや、キャプチャ可能範囲などを大幅に改善し、またキーイングによる不要な特徴点ピクセルの排除機能を追加することで、緻密かつ繊細な人物の動作や知覚反応を高精度にキャプチャ可能な撮影システムとワークフローを確立した。(Studio. v2020 [図 2])。同撮影システムでは CDC+DSLR による撮像のピクセル情報をソースとしているため、レンズの被写界深度と撮像素子の ISO 感度によるノイズにより復元形状の品質が大きく左右される。正確なピントと低ノイズを両立したピクセル情報の取得が高品質な形状復元へ繋がるため、高 F 値 (絞り) による深い被写界深度を得ることと、低 ISO 感度によるノイズ発生の低減を両立させながら、広域な色情報を保持したピクセル情報を取得するための高照度の照明システムを構築した。撮像ソースからテクスチャ生成を行うため、18 基の LED 照明を分散的に配置することで均一なテクスチャ生成を実現した。同スタジオの有効的な撮影可能範囲として 120*120*120cm の記録範囲があるが、この範囲は被写界深度に依存するため、焦点の中心である頭部を原点として 60*60*60cm の範囲内が最も高精度に取得できる。そのため、人物の上半身や頭部を一定の範囲内に留めるための補助ガイド機構[図 3]を設計した。上記の制作環境の整備と一連のシステム構築による成果から、芸術表現での利活用を前提とした 4D スキャンの撮影システムとして得た知見は、4D スキャン応用の撮影システムや制作環境の新たな技法的研究基盤開拓と言える。



[図 1] studio. v2018 全体像 (パノラマ) 記録



[図 2]



[図 3]

(2) 先端的レンダリング技術を活用した4D スキャンデータ編集と表現応用ツール構築

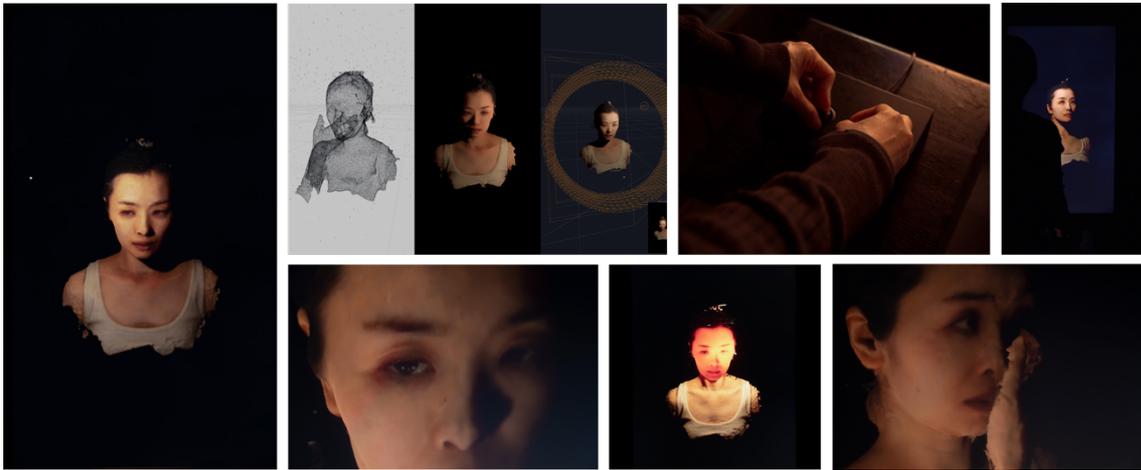
122 台の CDC+DSLR から取得できる 4D スキャンデータのソース動画は 30 分程度の撮影で、約 8TB 以上になり、4D 復元における全ての行程で発生する総データ量としては約 100TB 以上の容量が必要となる。このデータ量に比例して各動画ソースに対する編集作業や、1 フレームごとの同期性の確認など、人的な作業量も膨大なものとなる。効率的なデータ管理および、編集環境の整備は、芸術表現における制作期間などの時間的制約に大きく影響し、結果的に表現の発想や着想の自由度に直結するため重要な課題である。人的に膨大な作業が発生する各動画ソースの同期性の確認や、形状と色情報の関連付け、マテリアル設定などを、独自の開発ツールによって自動化することで、4D スキャンデータを効率的に表現応用化する環境を整備し、ワークフローにおける時間的な高速化を実現した。また 4D スキャンデータを自由に再生、編集するシステムの構築として、ゲームエンジン (unity/ue4) を用いて先端的なレンダリング技術を導入しながらリアルタイムレンダリングによる時間軸編集可能な編集システムの開発を行い、編集および描画ツールとして描画能力を拡張し、高度な 4D 描画表現が可能となった。これは静的な 3 次元形状と、その頂点座標を移動または変形させることで時間遷移を擬似表現していた従来の技法体系とは異なる、時空間の同一的な特性を持った 4D スキャンを表現応用するための、新たな方法論の基礎体系を確立したと言える。

(3) 「GREY ROOM」展/プロジェクト

研究成果の展示発表を前提としながら、4D スキャンメディアの本質的な性質や時空間体験性を考察するために、若手有識研究者で構成する「GREY ROOM」プロジェクトの立ち上げを行なった。このプロジェクトではメディア技術がもたらした情動や知覚の変容を、映像史以前の写真黎明期から遡る形で歴史的に分析し、実践的な表現応用を最終的なアウトプットとして横断的に推進した。「GREY ROOM」プロジェクトでは、上記のスタジオとシステムを用いて試作を繰り返しながら表現効果を抽出することにより、4D スキャンの活用による新しい時空間性を志向する芸術表現として、作品「Shashin. 1799 demo」の制作を行なった。同作品を含めた作品群と「GREY ROOM」プロジェクトでの議論や考察をインスタレーションとしてまとめた成果展示発表「GREY ROOM」展を行った。また web へのプロジェクトアーカイブを構築することで、国内外へ広くこの取り組みの認知促進を図り、対外的に成果を公開した。

(4) Shashin. 1799 demo 2020-2021

作品「Shashin. 1799 demo」[図 4]は、人物をキャプチャ (4D スキャン) したある時空間の情報が量的に記録されたものであり、1 フレームごとに個別の幾何学形状とテクスチャが切り替わり描画されることで動きと空間性が現れている。鑑賞者はインターフェースの操作によって光源と視点を自由に操作することができ、描画内の環境に対して一方的な介入をしながら、人物がキャプチャされた時空間と対峙する構造を持つ。この人物のキャプチャ情報は、ノイズを多分に含む生データで形成されている。ノイズとは、処理される対象となる情報以外の不要とされるような情報のことである。しかし対象に付随してノイズがあるということは、そこにメディアが媒介し、存在していたこと自体を支持する。その意味でノイズは不要な情報というよりも、むしろ真を写す構造に関するルールの表れと考えることができる。現実を写しとる構造の中に発生したノイズは、現実には存在しないにも関わらず空気感を生み出し、現実感を後押しすることがある。デジタル・イメージの皮膜にあらわれるノイズの階調、メディアの複数性と間接性、それらの複雑性を通じて根源的な「写真」というものを本試作では試みている。



〔図 4〕「Shashin. 1799 demo (2020)」

(5) shashin1799.org

2020 年度に当初予定していた成果展示発表などは、新型コロナウイルス感染症の影響で海外・国内を問わず展示開催が中止となるなどして、実地での展示発表が実施できない状態が続いた。その状況から研究成果や発表などの場として WEB での展開を重視し、本研究で取り扱っている 4D スキャンメディアおよびその周辺領域（ボリュメトリックキャプチャ、フォトグラメトリなど）の表現可能性やメディア性などを包括的に扱う、独自のプロジェクトサイトとして「shashin1799.org (<https://shashin1799.org/>)」を構築・発表した。また WEB 上の取り組みとして、オンライン開催展示に参加し、shashin1799.org サイトとしての発表を行った。

(6) 「現実の時空間をそのまま写し撮る」新しい時空間性

動画を構成するフレーム画像のピクセル情報を元に、3次元形状の連続による時間的な変化を量的に記録する 4D スキャンは、映像記録のような写実性と時間的な真正性を同一的に獲得しながら空間的な 3 次元の性質を保有する特性を持つと言える。これは従来の 3 次元描画を用いる表現制作の方法論では考慮されてこなかった、「現実の時空間をそのまま写し撮る」新しい時空間性の記録メディアと考えることができる。作品「Shashin. 1799 demo」では 4D スキャンの媒体としての間接性から発生したノイズと、実世界キャプチャの膨大な情報量に裏打ちされた視覚的な本物らしさとが並存する複数性を通して表れた「現実の時空間をそのまま写し撮る」リアリティの表現可能性を提示したものであるが、これは本研究が検証してきた一連の表現技法や方法論が「現実の時空間をそのまま写し撮る」真正性を有する制作ワークフローであると考えられたことから着想を得た作品である。

これまでの 3DCG 表現や、3次元描画を伴う映像表現は、映画産業に代表されるように、現実にはあり得ない情景やリアリティを CG 技術によって生み出すことに成功してきたが、その状況は 3DCG 表現や、3次元描画表現体系全般において見せかけのフィクションを造作する「虚構性」を中核とした創造性が追求されてきたと言い換えることができる。そのため 3DCG 表現が作りだすデジタル・イメージには虚構性の側面が先行するような背景信念があり、デジタル・イメージの「真正性」が持ちうる表現可能性や意義について語りづらい状況すらも作り出している。この状況に対し、本研究が明らかにしてきた新たな表現技法体系は、時空間的な「真正性」を有する表現可能性の提示であり、今日的なデジタル・イメージにおける実写表現の「真正性」と「虚構性」のあり方を再定義していくものであると言える。

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0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>[WEBページ等]</p> <p>研究成果プロジェクトサイト https://shashin1799.org/ 研究成果展示アーカイブ https://shashin1799.org/category/works/ 研究成果展示「GREYROOM」WEBサイト https://greyroom.info/ 研究成果展示「GREYROOM」展アーカイブページ https://shashin1799.org/2020/03/01/375/ 研究成果作品「shashin.1799_demo」情報ページ https://shashin1799.org/2020/09/25/432/ 研究成果作品「等方性写真 / Isotropic photo」情報ページ https://shashin1799.org/2019/10/14/304/</p> <p>[研究成果展示]</p> <p>[1] 栗原寿行, 「GREY ROOM」(展示・作品発表) 根津ギャラリーマルヒ, 東京(2020). [2] 栗原寿行, 「等方性写真 / Isotropic photo」(展示・作品発表) 天空の芸術祭2019, 長野(2019).</p>

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

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