

映像表現&コンピュータグラフィックスの研究開発動向

白石路雄^{†1}, 岡市直人^{†2}, 杉田純一^{†3}, 馬場一幸^{†4}

1. まえがき

本稿では、映像表現&コンピュータグラフィックスに関する研究動向について、3D映像表示技術における最新の研究事例と産業動向、CGと画像処理分野におけるACM SIGGRAPH 2024 Technical Paper プログラムに見られる技術動向、および、映像表現分野として最新の映像制作の動向を紹介する。

(白石)

2. 3D映像表示技術

近年、高画素密度ディスプレイや多様な光学素子の登場、そしてAI技術の著しい発展により、自然な3D映像を映し出すライトフィールドディスプレイやホログラフィ技術は目覚ましい進歩を遂げている。本章では、3Dディスプレイ分野における最新の研究事例と産業動向について報告する。

NTTは、複数モニタをバラバラに配置しても、そのモニタ間の隙間や汎用的な3Dメガネを利用して、枠を超えて飛び出す巨大な3D映像を提示するシステムを実現した¹⁾。この技術は、物体が遮蔽物の手前に半透明に重なるように知覚される透明視錯覚を活用した映像の欠損補完によって、汎用的なデバイスで3D映像を提示可能にした点が画期的であり、公共の広場や大規模商業施設における3Dディスプレイの導入を促進することが期待される。NHKが進めている「インテグラル3Dディスプレイ」の研究開発では、等間隔で配置された多数の光源からなる光源アレイを用いることで、好みに応じて電氣的に3D映像と2D映像を切り替えることができる3Dディスプレイを実現した²⁾。また、インテグラル3D映像に特殊な2Dパターン映像を合成表示することで3D映像の解像度特性を向上させる技術³⁾、視点追従に

おける慣性センサ情報併用技術⁴⁾、携帯端末による視点追従型3D映像表示に適した要素画像生成技術⁵⁾など、3Dディスプレイの実用化に資するさまざまな要素技術の研究開発が行われている。ソニーは、SIGGRAPH Asia 2024において、360度方向から同時に視聴可能な透明ライトフィールドディスプレイを展示した。これは、回転する円筒形の透明な高指向性ホログラフィックスクリンと高フレームレートプロジェクタを組み合わせることで実現され、複数の人が同時に、明るくオクルージョン(手前の物体で奥の物体が隠れる現象)を伴う3D映像をあらゆる方向から見ることができる⁶⁾。ホログラフィ技術においては、より自然な3D体験を提供する次世代技術として研究が進展している。東京農工大学の高木教授らの研究グループは、情報通信研究機構(NICT)のBeyond 5G(6G)事業に採択され、ホログラフィック・コンタクトレンズディスプレイ⁷⁾の革新的基盤技術開発を、2024年度から徳島大学、早稲田大学、シチズンファインデバイス、シードとともに共同で進めている。超薄型ホログラム光学系、超小型・超薄型空間光変調器、超小型電子デバイス、コンタクトレンズ内蔵技術などで構成されるコンタクトレンズディスプレイを開発し、ホログラフィ技術による自然な眼のピント合わせを可能にすることで、将来的なAR分野での応用が期待される。

産業界においても、特殊なメガネやヘッドマウントディスプレイなしで3D映像を体験できる裸眼3Dディスプレイが、さまざまな企業により実用化が進められている。RealImage⁸⁾は、高臨場感・高画質・広視域の裸眼3Dディスプレイ(32インチ大画面サイズと12.9インチのタブレット型)を開発した。同社の技術は、バリア式の3D表示方式を採用しながらも、従来のバリア式における画面輝度などの課題に対して、バリアの開閉率を向上させる設計技術により改善している。医療分野(ロボット手術や内視鏡手術支援など)、教育分野、設計・デザイン分野、アミューズメント分野(メタバースやVR/AR用ディスプレイなど)への活用を視野に入れている。Samsungは、CES 2025で裸眼3Dゲーミングモニタ「Odyssey 3D」を発表した⁹⁾。この27インチ4Kモニタは、視点追従技術と独自のレンチキュラレンズにより、メガネなしで自然な高精細3D表示を実

^{†1} 東邦大学 理学部

^{†2} NHK 放送技術研究所

^{†3} 東京医療保健大学 医療保健学部

^{†4} 東京工芸大学 芸術学部

"Annual Report on Artistic Image Technology and Computer Graphics" by Michio Shiraishi (Faculty of Science, Toho University, Chiba), Naoto Okaichi (NHK Science & Technology Research Laboratories, Tokyo), Junichi Sugita (Faculty of Healthcare, Tokyo Healthcare University, Tokyo), and Kazuyuki Baba (Faculty of Arts, Tokyo Polytechnic University, Tokyo)

現する。AIによる2D/3Dビデオ変換機能や、臨場感のある空間オーディオを提供するデュアルスピーカなどを搭載している。Googleは2025年5月に、AIを活用した3Dビデオ通話プラットフォームである「Google Beam」(前身は「Project Starline」)を発表した¹⁰⁾。複数の高解像度カメラと深度センサからなるカメラアレイで人物を3Dスキャンし、AIがリアルタイムで3Dモデルを生成する。これを独自開発のライトフィールドディスプレイに表示することで、自然な視線や表情、ジェスチャを再現し、遠隔地の相手と物理的に同じ空間にいるかのような3D映像コミュニケーションを実現している。2025年後半にはHPと提携し、企業向けに商用展開が開始される予定である。

以上、ライトフィールドディスプレイやホログラフィなどの3D映像表示技術は、表示素子・光学系の進歩に加え、AI技術との融合により急速に進化している。今後、これら技術のさらなる高度化と応用拡大により、メディア、医療、教育、エンタテインメントなど、広範な分野での3D映像利用が一層進むと期待される。

(岡市)

3. CGと画像処理

CGと画像処理については、世界最大にして最高峰であるACM SIGGRAPH 2024 Technical Paperプログラム¹¹⁾の発表をもとに技術動向を紹介する。表1が同プログラムにおけるセッションの一覧であり、合計279件の研究発表があった。

近年の生成AIブームに象徴されるように、SIGGRAPH 2024でも生成AIに関するさまざまな研究が発表された。特に、拡散モデル¹²⁾の新しいタスクへの適用や発展が目立った。インタラクティブなテクスチャ生成、高品質な3Dモデルの生成、レンダリングへの応用など、これまで手作業で行われていた工程の自動化・高速化に関する研究が提案された。また、新たなシーン表現であるNeRF¹³⁾やSIGGRAPH 2023で発表された3D Gaussian Splatting¹⁴⁾の進化と応用も顕著であった。

生成AIやNeural Renderingといった新たな技術の研究が注目される一方で、長年CG分野で研究されてきたテーマにおいても重要な発展が見られた。Best Paperのひとつに選ばれた“From Microfacets to Participating Media: A Unified Theory of Light Transport with Stochastic Geometry”¹⁵⁾では、異なる素材の光の振る舞いを、確率幾何学を用いて統一的に扱う理論が提唱された。これは、レンダリング理論における大きな発展と言える。その他にも、シミュレーションやサンプリング理論に関する研究の発展が見られた。

(杉田)

4. 映像表現

映像制作市場は世界的にも国内的にも継続的な拡大傾向を見せている^{16) 17)}。この成長は単なる量的膨張にとどまらず、

表1 SIGGRAPH 2024 Technical Paperプログラムのセッション一覧と発表件数 (括弧内はConference Papers)

1. Fast Radiance Fields	6 (3)
2. Fluids and Flows	6 (0)
3. Material Texture Generation and Painting	6 (4)
4. Vector Graphics	6 (3)
5. 3D Face Generator and Animation	6 (3)
6. Generative 3D Geometry	6 (4)
7. Monte Carlo for PDEs	6 (4)
8. VR, Eye Tracking, Perception	6 (2)
9. Consistent Text-to-Image	6 (4)
10. Differentiable Rendering	6 (2)
11. Geometry: Reconstruction	6 (4)
12. Shape Analysis	6 (4)
13. Clothing Geometry	5 (2)
14. NeRFs and Lighting	6 (4)
15. Simulating Nature	5 (2)
16. 3D Fabrication	6 (1)
17. 3D People and Their Habitats	6 (3)
18. Fluids	6 (2)
19. Geometric Modeling & Analysis	6 (0)
20. 3D Head Avatars From Data	6 (3)
21. Geometry: Mappings and Fields	6 (1)
22. Motion Capture	6 (5)
23. Real-Time Rendering: Hair, Fabrics, and Super-Resolution	6 (5)
24. Character Animation From Data	6 (6)
25. Lighting and Matting With Image Generation	6 (4)
26. Rendering, Sampling and Tracing	6 (1)
27. Virtual Interaction and Real Devices	6 (3)
28. Generative 3D Geometry and Editing	6 (1)
29. Appearance Models	6 (1)
30. Cloth Simulation	5 (2)
31. Dynamic Radiance Fields	6 (6)
32. Generative 3D Geometry and Editing	5 (1)
33. Perception, Image, Video	6 (1)
34. Rendering, Denoising & Path Guiding	7 (1)
35. Simulating Deformation	6 (2)
36. Controllable Image Generation and Completion	6 (4)
37. Simulation With Contact	6 (3)
38. Spatial Data Structures	6 (3)
39. Character Animation: 2D, 3D, Robot	6 (3)
40. Computational Cameras and Displays	6 (5)
41. Geometry: Editing and Deformation	6 (3)
42. Video Generation	6 (5)
43. Character Control	6 (2)
44. Procedural Geometry	6 (1)
45. Radiance Field Processing	6 (3)
46. Sound, Light, Radiofrequency	6 (4)
47. Art, illusion, Fabrication	6 (4)
48. 合計	279 (134)

技術的発展とも相まって制作手法の変容を促している¹⁸⁾。全体としては拡大基調にありつつも、制作費は二極化の傾向がある。大型の劇場映画や配信プラットフォーム向けの長編コンテンツでは、美術費やロケーション費などの直接的な物価上昇に加え、技術的要求の高度化により制作予算

が増大する一方で、予算が厳しく抑制された制作現場も併存している。

映像制作技術は、物理的制約の克服と制作効率の向上を両立する方向で発展を続けているが、業務として映像制作を捉える際には、技術面のみならず、それが運用される労働環境も無視できない¹⁹⁾。人件費は従来の商習慣と物価高の影響が絡み合い難題となっている。人手不足も深刻である。こうした状況下で、少数精鋭の制作体制において高性能なツールを活用し、個々の制作者が従来以上の生産性を発揮するという可能性の期待の先にAIが揺曳しているように見受けられる。

《撮影機材》

先に制作費の二極化について述べたが、技術面とりわけ撮影機材においても、極端に異なる制作技術が同時代に併存している。iPhoneを用いた『ミッドナイト』（2024年、監督：三池崇史）、『ラストシーン』（2025年、監督：是枝裕和）のような作品がある一方で、『罪人たち』（2025年、監督：ライアン・クーグラー）のように特別に製造されたフィルムとIMAXカメラを使用した作品もあった²⁰⁾。前者二作は、スマートフォンの動画撮影機能をPRする目的で著名な映画監督を起用した短編映画が制作されたという点で、あくまで一般向けの商品でありながらも映像の基本的品質に対する強気の自負のあらわれと見ることができる。

業務用機材では、2024年4月、ニコンは高精細デジタルシネマカメラの先駆者RED Digital Cinemaを買収し子会社化した²¹⁾。ニコンは2008年にD90で一眼レフの動画機能の先駆者となったが、動画カメラに本格参入はしてこなかった。現在のシネマ機市場では、老舗ARRIがトップシェアを握っており、REDの影響力はかつてほどではない。

《VFX》

『ゴジラ-1.0』（2023年、監督：山崎貴）が2024年の米国アカデミー賞において視覚効果賞を受賞した。本作は日本映画として初めて同賞を獲得し、国内外で注目を集めた。制作費が比較的限られた中で、緻密な特撮技術とCG表現を組み合わせた点が評価された。アカデミー賞では通常、大作ハリウッド映画が受賞する傾向があるが、その中での受賞は特異である。

《バーチャルプロダクションの普及》

LEDウォール型バーチャルプロダクション（VP）がますます普及した。2024年から2025年にかけて多数のVP対応スタジオが新設・拡張された。従来よりも大規模なLEDウォールの導入、インカメラVFXの精度の向上がみられる。VPの根本的な発想は往年のスクリーンプロセスだが、撮影カメラのパースペクティブに応じた背景をリアルタイムに生成できるという点で別物である²²⁾。映画、CMのほか、2022年6月クランクインの『どうする家康』からNHK大河ドラマでも使用され、2025年の『べらぼう〜蔦重栄華乃夢噺〜』では江戸時代の吉原の大通が再現された^{23)～25)}。

実物セットの建設費高騰や移動時間短縮の効用から、今後も需要は堅調と見込まれる。VPは高精細LEDウォールやモーションキャプチャシステムなど、物理的設備に依存しており、設備投資のハードルの高さから短期間で供給過剰に陥る可能性は低いと考えられる。

一方、VPで用いるアセット制作については、AIやコンピュータの指数関数的な性能向上の恩恵を直接的に受けるという点で、ハードウェアとは異なる発展可能性を有している。2024年8月のCEDEC2024において、ソニーはAI技術を活用し制作期間の大幅短縮を実現したシステムを発表した。この技術ではNeRF (Neural Radiance Fields) を活用して背景映像を制作し、従来のCG制作工程を簡素化している。

《大阪・関西万博》

2025年の大阪・関西万博では、各国パビリオンにおいて映像展示が多数実装され、ほぼすべての展示空間に大型モニターやLEDパネルが配置された。主要先進国以外では画面サイズに対しては不適当に思われる程度の高圧縮の動画が再生されている例も散見されたものの、この動向は、制作された映像が単なる記録・伝達手段を超えて、空間演出や体験設計の主要な要素として機能するよう期待されていることを示している。

《生成AI》

技術的な進展として、2024年はマルチモーダルAIの進化が注目トピックの一つとなり、テキスト、画像、音声、動画を統合的に処理する能力が向上した。OpenAIが開発した「Sora」は2024年の発表時から大きな話題を呼び、2025年現在、一般向けにも提供されている²⁶⁾。Soraは比較的長時間（2025年7月時点で1分間）の一貫性のある動画を生成でき、非常に詳細なテキスト指示にも柔軟に対応する。複雑なシーンやストーリー性のある動画、物理法則に則った自然な動きを表現する。Googleが2024年12月に発表した動画生成AI「Veo」もまた、従来のモデルと比較して物理演算の精度が高くなり、よりリアルな動画生成が可能になっている²⁷⁾。ほかにもRunway, Synthesia, Pictory.AI, FlexClipなど、さまざまな企業・団体による動画生成AIサービスが展開され、独自の強みを競い合っている。またAI動画のコンテストも多数開催されている。

従来必須とされてきた知識やスキルに依存することなく、撮影や編集の手間を省きつつ、誰でも高品質で創造的な動画を容易に制作可能な時代が到来したと見ることもできる。

その一方で、生成AIの学習過程における権利侵害、偽情報の拡散といった社会的リスク、倫理的配慮に関する課題も指摘されている²⁸⁾。

（馬場）

5. むすび

本稿では、映像表現&コンピュータグラフィックスに関す

る研究動向について、3D映像表示技術、CGと画像処理、映像表現の三つの視座から報告した。ハードウェア、および、ソフトウェアが両輪となり、映像表現&コンピュータグラフィックス分野での技術の進化が継続しているといえる。

(白石)

(2025年7月23日受付)

〔文 献〕

- 1) 三河祐梨, 篠田裕之: "BrickDisplay: 視差映像ディスプレイの分散配置による欠損を許した巨大空中像提示", 第28回日本バーチャルリアリティ学大 (VRSJ2023), 1G-24 (2023)
- 2) 岡市直人, 渡邊隼人, 加納正規, 佐々木久幸, 洗井淳: "光源アレイを用いた3次元ディスプレイ", 映情学技報, 49, 28, IDY2024-38, AIT2024-160, 3DMT2024-49, pp.33-35 (2024)
- 3) H. Watanabe, N. Okaichi, M. Kano, H. Sasaki and J. Arai: "Integral 3D Display Using 2D Image Time-Division Multiplexing and Eye-Tracking Technologies", SID Display Week, 70-4, pp.973-975 (2024)
- 4) H. Sasaki, M. Kano, N. Okaichi, H. Watanabe and T. Mishina: "Improved Eye-Tracking Function by Combining Inertial Sensor Information for Integral 3D Display", Proc. IDW'23, 30, 3DSA3/3D3-2, pp.1266-1269 (2023)
- 5) 加納正規, 岡市直人, 渡邊隼人, 佐々木久幸, 洗井淳: "携帯端末による視点追従型3次元映像表示に適した要素画像生成手法", 映情学年次大, 32C-4 (2024)
- 6) T. Nakamura, Y. Imai, Y. Yoshimizu, K. Kuramoto, N. Kato, H. Suzuki, Y. Nakahata and K. Nomoto: "360-degree Transparent Light Field Display with Highly-Directional Holographic Screens for Fully Volumetric 3D Video Experience", SID Symposium Digest of Technical Papers, 54, 1, pp.514-517 (2023)
- 7) J. Sano and Y. Takaki: "Holographic contact lens display that provides focusable images for eyes", Opt. Express, 29, 7, pp.10568-10579 (2021)
- 8) RealImage, <https://www.realimage.co.jp/>
- 9) Samsung Electronics: "Samsung Launches Next-Gen Odyssey Gaming Monitors That Showcase Immersive 3D and OLED Excellence", Press Release (2025)
- 10) Google: "Google Beam: Our AI-first 3D video communication platform", Press Release (2025)
- 11) <https://s2024.siggraph.org/program/technical-papers/>
- 12) J. Ho, A. Jain, P. Abbe: "Denoising Diffusion Probabilistic Models", NeurIPS2020, pp.6840-6851 (2020)
- 13) B. Mildenhall, P.P. Srinivasan, M. Tancik, J.T. Barron, R. Ramamoorthi, R. Ng: "NeRF: Representing Scenes as Neural Radiance Fields for View Synthesis", ECCV 2020, pp.405-421 (2020)
- 14) B. Kerbl, G. Kopanas, T. Leimkühler, G. Drettakis: "3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering", ACM Tran. On Graph., 42, 4, Article 139 (2023)
- 15) D. Seyb, E. d'Eon, B. Bitterli, W. Jarosz: "From Microfacets to Participating Media: A Unified Theory of Light Transport with Stochastic Geometry", ACM Trans. on Graph., 43, 4, Article 112 (2024)
- 16) 内閣官房新しい資本主義実現本部事務局: "第23回新しい資本主義実現会議の基礎資料の改訂・再編版", https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii_sihonsyugi/wgkaisai/contents_dail/siryou3.pdf (2024)
- 17) 経済産業省: "エンタメ・クリエイティブ産業戦略～コンテンツ産業の海外売上高20兆円に向けた5ヵ年アクションプラン～", https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/entertainment_creative/pdf/20250624_1.pdf (2025)
- 18) 杉原佳亮: "日本コンテンツの世界へのアウトリーチと質の向上を目指す", 総務省放送・配信コンテンツ産業戦略検討チーム (第3回), https://www.soumu.go.jp/main_content/001003446.pdf (2025)
- 19) 是枝裕和: "第26回新しい資本主義実現会議への映画文化・産業に関する提言", https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii_sihonsyugi/kaigi/dai26/shiryou3.pdf (2024)
- 20) Eastman Kodak Company: "Autumn Durald Arkapaw ASC created an immersive experience and slices of cinematic history shooting KODAK large format 65mm film for Ryan Coogler's sensational 'Sinners'", [https://www.kodak.com/en/motion/blog-post/sinners/\(2025\)](https://www.kodak.com/en/motion/blog-post/sinners/(2025))
- 21) 荒木泰晴: "ニコン, REDを買収", 映画テレビ技術, 872, pp.26-30 (2025)
- 22) 酒井教授: "バーチャルプロダクション撮影体験イベント開催とImagica EMSのバーチャルプロダクション向けサービス【前編】", 映画テレビ技術, 870, pp.31-36 (2025)
- 23) [どうする家康]デザインチーム (NHK): "第77回日本映画テレビ技術協会映像技術賞[美術]大河ドラマ「どうする家康」", 映画テレビ技術, 868, pp.58-59 (2024)
- 24) NHKアート: "大河ドラマで活躍中! バーチャルプロダクションとは?", <https://www.nhk-art.co.jp/motto/column/13.html> (2025)
- 25) 小林優斗, 遠藤和真: "先端AI技術を用いた高速&高精度な3Dコンテンツクリエーション～映像制作・バーチャルプロダクションへの展開～", <https://ceDec.cesa.or.jp/2024/session/detail/s661cd46097ed0/> (2024)
- 26) <https://sora.chatgpt.com>
- 27) <https://deepmind.google/models/veo/>
- 28) 文化庁文化審議会著作権分科会法制度小委員会: "AIと著作権に関する考え方について", https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkashingikai/chosakuken/pdf/94037901_01.pdf (2024)



白石 路雄 2003年, 東京大学大学院総合文化研究科博士課程修了。2005年, 東邦大学理学部情報科学科講師。2013年より, 同大学准教授。コンピュータグラフィックスの研究に従事。博士(学術)。正会員。



岡市 直人 2008年, 東京大学大学院新領域創成科学研究科修士課程修了。同年, NHKに入局。山口放送局を経て, 2012年より, NHK放送技術研究所にて, 3D映像システムに関する研究に従事。2022年, 東京大学大学院学際情報学府博士課程修了。博士(学際情報)。正会員。



杉田 純一 2008年, 東京電機大学大学院工学研究科修士課程修了。同年, 凸版印刷(株)入社。2012年より, 東京医療保健大学医療保健学部医療情報学科助手, 助教を経て, 2019年より, 同大学講師。コンピュータグラフィックスに関する研究に従事。博士(工学)。正会員。



馬場 一幸 2004年, 日本大学芸術学部映画学科卒業。2007年, 東京藝術大学大学院映像研究科映画専攻修了。2010年, 同大学院博士課程単位取得満期退学。同年, 同研究科映画専攻技術職員。2011年, 同大学助教。2018年, 目白大学メディア学部専任講師。2024年, 東京工芸大学芸術学部映像学科助教。正会員。