

## 映像表現およびコンピュータグラフィックスの研究動向

新谷 幹夫<sup>†1</sup>, 片山 美和<sup>†2</sup>, 高橋 時市郎<sup>†3</sup>, 小黒 久史<sup>†4</sup>

## 1. まえがき

本稿では、映像表現およびコンピュータグラフィックスに関するトピックスを、映像制作、CG映像表現、高臨場感ディスプレイとその応用、という観点から紹介する。

2014年からの4K試験放送および2015年の実用放送開始、さらには2016年の試験放送開始を控え、超高精細映像システムの開発、高画質化を目指した映像制作が加速し、大きな話題となった。

コンピュータグラフィックス関係の最大級の国際会議 ACM SIGGRAPH ASIA 2015においても8K表示に関する招待セッションがあり、世界の注目を集めた。

また、HMD (Head Mounted Display) の低価格化・高機能化に伴い、AR (Augmented Reality) 技術を用いたコンテンツ開発も進んでいる。

(新谷)

## 2. 映像制作

2015年4Kの実用放送開始、2016年の8K試験放送開始など、高画質化を見据えた映像制作が顕著になった。スポーツや解説でCGは日常的に使用されるとともに、4K・8Kを目指したCG合成技術も試みられた。マルチコプターで撮影した映像などから地形を推定し、いろいろな方向から表示する解説も日常的に行われるようになった。AR技術を用いて、映像効果の画質劣化を抑制する手法も開発された。

## (1) 4K・8K映像制作

龍安寺石庭4K映像<sup>1)</sup>は東京国立博物館平成館での特別展示「京都-洛中洛外図と障壁画の美」のために制作された。高感度カメラEOS C500を4台用いて庭の四季の移り変わりを

4K×3面マルチ映像として収録し、会場では横16m×縦4mのスクリーンに投影した。

2014年ソチオリンピック<sup>2)</sup>、FIFAワールドカップ・ブラジル2014<sup>3)</sup>では8Kカメラ3台による撮影が行われた。それぞれ国内外の複数の会場へ伝送を行い、ライブも含めたパブリックビューイングが行われた。

## (2) CG合成技術

番組制作でCGが使用されるためには設営が簡便で、CGの修正が容易なシステムが望まれる。中継バーチャルシステム「VANC」<sup>4)</sup>は中継先からの映像を放送局に伝送した後CGを重畳するシステムのため、中継先で重畳する従来のシステムより中継先のシステムが簡便になりCGの修正作業も簡単になった。ワールドカップアジア地区最終予選をはじめとして多数の使用実績をあげた。

全編4Kで制作された科学ドキュメンタリー番組も制作された。「生命大躍進」<sup>5)</sup>では恐竜や水中生物をCGとして作りこみ、4Kで表示しても実物感が損なわれないように、高画質な実写やCG背景と合成した。従来の恐竜モデルに比べ10倍となる1億ポリゴンのモデルを作成し、テクスチャや各フレームでのポージングも1フレームごとに確認するなど、高解像度の映像制作に向けた試みが多数行われた。

## (3) 多視点による情報取得

箱根駅伝においてコース変更のあった函嶺洞門の高精度3DCGが、マルチコプターで撮影した静止画像から視差情報を用いて作成<sup>6)</sup>された。広域CGと函嶺洞門のCGとをシームレスにつなげることで、アップダウンの激しいコースの解説がよりわかりやすくなった。

空撮映像とカメラ情報から被写体である災害地などの3次元形状を生成し、視点位置を変えながら表示することで形状をわかりやすく解説する手法<sup>7)</sup>も特番だけではなく日常のニュース内で使用されるようになった。

## (4) AR技術を用いた映像効果

電子フリップやモニタの再撮で生じる外光に対する画面輝度の不足、色変化や表面での反射、モアレなどの画質の劣化を抑制するために、再撮映像中の電子フリップやモニタの領域に素材をはめ込む技術が開発された<sup>8)</sup>。ARでのマーカ認識技術を再撮映像に適用することで、カメラの動

†1 東邦大学 理学部

†2 NHK 放送技術研究所

†3 東京電機大学 未来科学部

†4 凸版印刷株式会社 総合研究所 情報技術研究所

"Artistic Image Technology and Computer Graphics" by Mikio Shinya (Department of Information Science, Toho University, Chiba), Miwa Katayama (Science and Technology Research Laboratories, NHK, Tokyo), Tokiichiro Takahashi (School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University, Tokyo) and Hisashi Oguro (Information Technology Research Labs., Toppa Printing Co. Ltd., Tokyo)

きによってはめ込む領域が移動したり形状変化しても劣化の少ない合成映像を生成することが可能となった。（片山）

### 3. CG映像表現

コンピュータグラフィックス技術の発展により、非常に写実的な映像をリアルタイムで生成できるようになった。研究動向を概観するために、この分野の代表的な国際会議である ACM SIGGRAPH 2014, 2015, および ACM SIGGRAPH ASIA 2014, 2015 の4つの国際会議で発表された論文を、そのゴールから大まかに分類した。分類は、前回の報告<sup>9)</sup>とほぼ同じ「Geometry」, 「Rendering」, 「Animation」, 「Fluid, Simulation」, 「Interaction」, 「Interdisciplinary」, 「2D/Video」の7分野とした。分類結果を図1（右）に示す。同図左は前回の調査時の結果<sup>9)</sup>を示す。

また、ACM SIGGRAPH 2014～ACM SIGGRAPH ASIA2015のセッションのうち、3回以上開催されたセッションを表1に示す。セッション名から研究の焦点がどこにあるかを探ることにした。

図1, 表1を参考にして、CG映像表現の研究動向を述べる。ただし、学際的分野の研究が活発になっていることもあって、研究分野の境界はあいまいになりつつあり、この分類が絶対的なものではない。

#### (1) Geometry

今回の調査でも、この分野の論文が最も多い。複雑な形状、柔らかい形状等、これまで処理時間がネックとなっていた3Dモデリングに関する論文が増加している。物理拘束を利用して、柔物体の形状をシミュレーションすることも可能となっている。これは、新アルゴリズムの考案に加えて、CPUのマルチコア化、GPUの高速化・高並列化に伴い、大量の演算を高速に処理できる環境が整ったことによる。

#### (2) 2D/Video

2Dの画像処理やVideo処理に関する研究が活発である。HDR画像処理やブラーの除去など、非常に具体的な目標を設けて研究が行われており、実用化・商品化につながる研究が多いことも特徴である。大量の実画像・映像を後処理で編集する技術が飛躍的に進歩し、実写かCGによる後処理か、判別できないレベルに達しつつある。また、コンピュータビジョン技術の援用により、例えば画像合成に必要なマスク処理や前景・背景のセグメンテーション処理、奥行き推定などの自動化も進展している。

#### (3) Animation

アニメーションの研究も活発に行われている。測距データの再利用、ビデオ映像からの動きデータ推定、物理的拘束条件の利用などにより、容易かつ精細にモーションデータを編集・加工できるようになった。特に、キャラクターの髪の毛、皮膚、布地、衣類の着装感の表現技術が大きく進展した。その結果、リアリティあふれ、個性豊かなキャラ

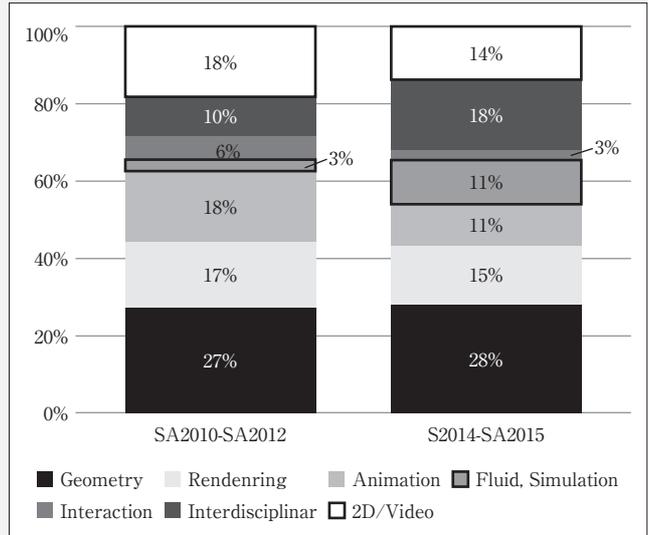


図1 ACM SIGGRAPH/SIGGRAPH ASIAの発表論文の分類

表1 ACM SIGGRAPH 2014～ACM SIGGRAPH ASIA 2015のセッションのうち、3回以上開催されたセッション

|                    |  |
|--------------------|--|
| Geometry           | Geometry Processing                      |
|                    | Mesh                                     |
|                    | Shape Analysis                           |
|                    | Surfaces, Deformation and Correspondence |
| Rendering          | Light Transport, Light Fields            |
| Animation          | Capturing Everything                     |
|                    | Character Animation, Fashion&Style       |
|                    | Face Reality, Rendering                  |
|                    | Hair&Collisions                          |
| Fluids, Simulation | Fluids                                   |
| Interdisciplinary  | Displays                                 |
|                    | Fabrication                              |
|                    | Perception&Color                         |
| 2D/Video           | Sampling&Filtering                       |
|                    | Image/Video Processing                   |
|                    | Single Images                            |

クタがデザイン可能となった。

また、さまざまな骨格のキャラクターの多様な動作に合わせて、着衣が変形するモデルも開発されている。前項で述べたように、2D/Video分野の研究の進展もあり、繊細なモデリングが可能となったことが大きい。

#### (4) Interdisciplinary

学際的な研究が活発である。前回の10%から18%と大きく伸びている。映画やゲームに不可欠な音・音響処理をレンダリングやアニメーションと同期して行う研究、表現できる色の範囲を大幅に広げたプロジェクタの考案、近年急速に普及しつつある3D Printingに関する研究も増加傾向にある。

手書きで描かれた3D物体の輪郭線から3D形状を生成したり、実写画像をスタイラスでなぞったときのタッチを反

映した絵画風を画像生成したりする、Sketch-based Modeling and Rendering技術は、直観的かつ直接的なインタフェースとしてすっかり定着した。これによって、特殊な訓練を受けていないユーザが、ぬいぐるみやポップアップカードなどの日用品を容易にデザインできる時代の到来を予感させるような研究が増加している。タブレット、スマートフォンの普及と高速化と相俟って、今後とも研究が活発になると期待される。

(5) 8Kと3DCG

4K・8Kといった超高精細映像制作技術に関する研究はACM SIGGRAPH・ACM SIGGRAPH ASIAではほとんど報告例がない。このたび、神戸で開催されたACM SIGGRAPH ASIA 2015のInvited Special Presentationで、北斎館理事市村次夫氏とNHK解説委員中谷日出氏、司会NHKアート國重静司氏による『8Kスーパーハイビジョンリアルタイム3DCGによる超臨場感空間「北斎ジャポニズムの世界観」』が会期中2日間に4回開催された(図2)。こ

の企画はNHKアートによるものである。長野県小布施にある北斎館に収納されている祭屋台の天井絵に描かれた龍と鳳凰の3DCGモデリングとアニメーション制作も、NHKアートが担当した。龍と鳳凰のオブジェに組込まれたセンサでインタラクティブに制御するソフトウェアは、東京電機大学が中心となりNHKアートとともに開発した。これを活用して、2台のシャープ製8Kスーパーハイビジョン液晶ディスプレイ<sup>11)</sup>上で、リアルタイムレンダリングするデモンストレーションが行われた。

4回とも100名余の座席が満席となり、立ち見が出る盛況であった。いずれの回も約1時間のプレゼンテーション終了後、8Kモニタを間近で見ると超高精細画像の表現力の可能性に触れたい聴衆が熱心に見学する時間が1時間以上続いた。今回の8Kのインタラクティブ・リアルタイム3DCGによる浮世絵の没入感表現は、8K映像を見る機会の減少にない国内外の聴衆に非常に大きなインパクトを与えた。

(高橋)

4. 高臨場感ディスプレイとその応用

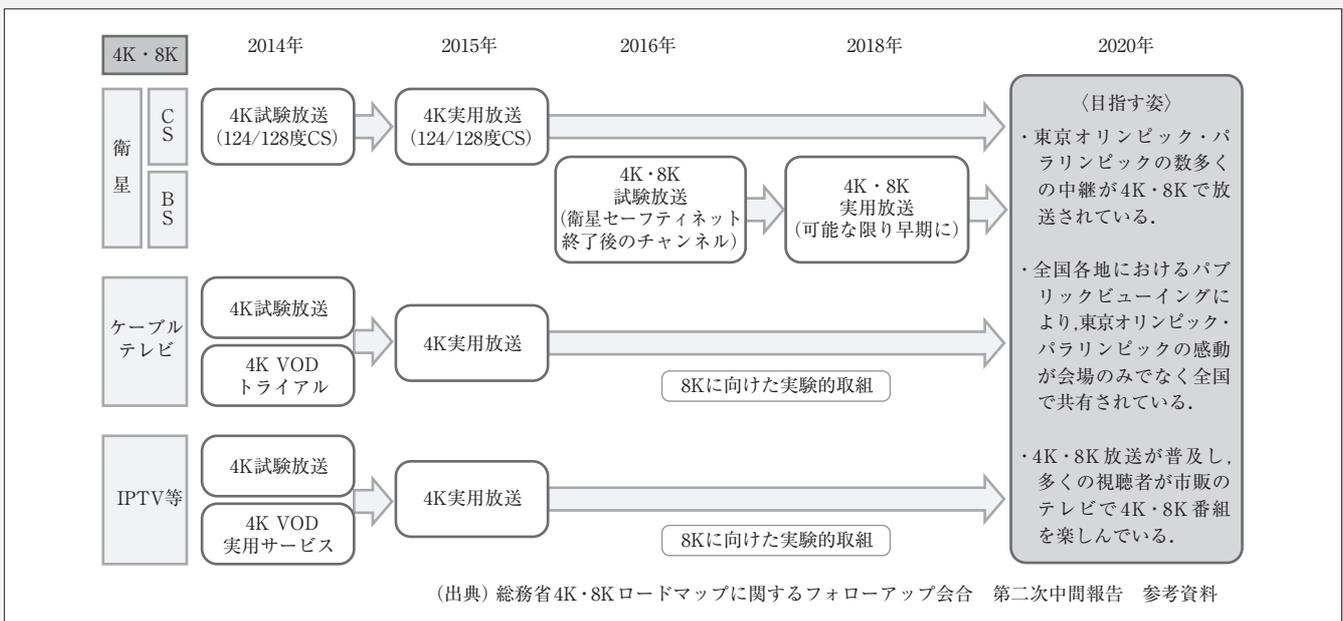
(1) 4K・8K 超高精細映像システム

4K・8K 超高精細映像システムの実用化に向けた動きが進んでいる。図3に示すように、テレビ放送については、2014年から衛星放送やケーブルテレビによる4K試験放送、2015年から4K実用放送が開始された。今後は、2016年から8K試験放送、さらに2020年の東京オリンピック開催に向けて8K実用放送の開始が計画されている<sup>10)</sup>。

視聴者向け機器としては、初の量産8K液晶テレビの販売が2015年に開始された<sup>11)</sup>。同年、フルスペックの8Kプロジェクトも開発されている<sup>12)</sup>。



図2 「北斎」の展示風景



(出典) 総務省4K・8Kロードマップに関するフォローアップ会合 第二次中間報告 参考資料

図3 4K・8Kロードマップ



図4 乗馬レース体験システム

4K・8Kシステムは、放送以外にも、高精細再現が求められる医療、デザイン、教育などの分野で活用が期待されている。一例として、医療用内視鏡に関しては、2014年に世界初となる8K内視鏡を用いた手術が実施された<sup>13)</sup>。2015年には量産型の4K内視鏡の販売<sup>14)</sup>が開始された。

(2) HMD (Head Mounted Display)

光学系を簡素化し、汎用液晶パネルを採用することで、低価格ながらも110°にもおよぶ広い視野角を持つHMDが登場し<sup>15)</sup>、低価格HMDを用いた没入感の高いバーチャルリアリティシステムに対する市場の関心が高まっている。

新たなデバイスの普及には、良質なコンテンツが必須であるが、すでに広く普及しているゲーム開発プラットフォームを利用することで、特殊なプログラミングスキルを要さずに臨場感の高いバーチャルリアリティコンテンツを制作できるため、エンタテインメントや展示施設向けなど、数多くのコンテンツが登場している。

図4は、HMDと乗馬型フィットネス機器とを組合せ、乗馬レース体験を提供するシステムである<sup>16)</sup>。すでにアトラクション施設への導入も進められている。視覚的没入感と座面の動きに加え、広視野映像による自己運動感覚が生じることによって、極めて高い臨場感と身体性を得ることができる。

(小黑)

5. むすび

映像制作、CG映像表現、高臨場感ディスプレイに関し、映像表現およびコンピュータグラフィックスにおける最近の動向を紹介した。2016年の8K試験放送開始を目指し、高精細映像の表示システム、撮影・制作技術やコンピュータグラフィックス技術の発展が一層加速するものと期待される。

(新谷)

(2015年11月16日受付)

〔文 献〕

- 1) <http://shuffle.genkosha.com/special/4k/8467.html>
- 2) 石井：“ソチオリンピック(2)SHVパブリックビューイング”，映情学誌，68，7，pp.542-544（July 2014）
- 3) 山名：“FIFAワールドカップブラジル2014”，映情学誌，69，1，pp.24-29（Jan. 2015）
- 4) 加藤ほか：“カメラデータの映像重畳伝送による中継バーチャルシステム「VANC」の開発と運用”，放送技術，66，9，pp.91-96（Sep. 2013）
- 5) 松永ほか：“NHKスペシャル「生命大躍進」における4K-CG/VFX制作”，放送技術，66，10，pp.131-145（Oct. 1995）
- 6) <http://www.ntv.co.jp/tech/pdf/digitech2015.pdf>
- 7) 鈴木：“空撮映像立体化システムの開発”，放送技術，66，9，pp.123-125（Sep. 2015）
- 8) 安土ほか：“AR技術を用いた電子フリップ・再撮モニタ画質改善装置の開発”，映情学誌，69，1，pp.J6-J10（Jan. 2015）
- 9) 新谷，片山，檜山，高橋，小黑：“映像表現およびコンピュータグラフィックスの研究動向”，映情学誌，67，9，pp.806-809（Sep. 2013）
- 10) 総務省：“4K・8Kロードマップに関するフォローアップ会合 第2次中間報告 参考資料”（July 2015）
- 11) シャープ：“8K映像モニタ2第1弾モデル<LV-85001>を発売”，ニュースリリース（Sep. 2015）
- 12) NHK：“フルスペック8Kスーパーハイビジョン対応プロジェクトを開発”，ニュースリリース（July 2015）
- 13) オプトロニクス：“8K内視鏡を用いた手術に成功”，OPTRONICS ONLINE（Nov. 2014），<http://optronics-media.com/news/20141111/27808/>
- 14) ソニー・オリンパスメディカルソリューションズ：“4K外科手術用内視鏡システムの開発について”，ニュースリリース（Sep. 2015）
- 15) <https://www.oculus.com/en-us/>
- 16) 画像電子学会：“バーチャルリアリティのデザイン”，第3回画像エンタテインメントセミナー資料（Sep. 2015）



**新谷 幹夫** 1979年，早稲田大学理工学部応用物理学科卒業。1981年，同大学理工学研究科物理および応用物理学専攻修士課程了。同年，日本電信電話公社（現NTT）武蔵野電気通信研究所入所。視覚系の心理物理学的研究，文字認識の研究，コンピュータグラフィックスの研究などに従事。2001年，東邦大学理学部情報科学科教授。博士（工学）。正会員。



**片山 美和** 1995年，東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。同年，NHK入局し，放送技術研究所に勤務。3次元映像情報符号化，3次元映像処理の研究，インテグラル式立体映像の信号処理の研究に従事。工学博士。正会員。



**高橋時市郎** 1977年，新潟大学工学部電子工学科卒業。同年，電電公社入社。NTT基礎研究所，NTTヒューマンインタフェース研究所，NTTサイバーソリューション研究所。2003年，東京電機大学工学部情報メディア学科教授，2007年，同大学未来科学部情報メディア学科教授となり，現在に至る。2011年より，東京電機大学産官学交流センターセンター長。



**小黒 久史** 1984年，千葉大学工学部卒業。同年，凸版印刷（株）入社。2008年，宇都宮大学大学院博士後期課程修了。画像処理システム，インターネット，バーチャルリアリティなどの研究開発に従事。現在，感性工学的手法を用いたコンテンツ表現品質の向上などの課題に取り組む。現在，同社総合研究所基盤技術研究所に勤務。博士（工学）。