《4》 評価および標準化動向

《4-1》 3D映像標準テストコンテンツ

木村 和 宏[†]

キーワード 3次元映像, 標準コンテンツ, テストチャート

1 ま え が き

3次元 (3D) 映像に関しては、過去に何度か盛り上がりを見せたものの廃れるという歴史を繰り返し、2008年頃から3度目のブームになっている¹⁾。科学館等を中心として立体映像が上映された過去の状況とは異なり、世界的に多数の映画館で3D映画が上映され、家電各社からも2眼式立体テレビが発売されるなど、急速に実用段階に移行している。裸眼立体テレビやゲーム機も発売が開始された。

その一方で、3Dコンテンツの制作技術や演出技法などについては、いまだに開発途上であり、未成熟である。裸眼方式を含む各種3D映像表示装置の性能比較評価や、3D映像の圧縮・変換等の画像処理技術の開発のために、標準となるような標準テストコンテンツについても、現状では、映像情報メディア学会から2眼式のテストチャートが頒布されているものの²⁾、裸眼を含めた各種立体映像方式には対応できず、研究者が自由にさまざまな研究目的やデモンストレーション等に利用できる状況にはなっていない。最近のブームで3D映像の制作者も増えてきているが、映像の再利用に関する著作権の壁が非常に厚く、制作当事者以外が研究開発や展示等に利用するのは極めて困難な状況である。

NICTでは、3D映像に関する研究開発や人材育成を支援することを目的として、「3次元映像支援技術」の研究開発を実施した。本研究開発においては、今後開発される裸眼方式の立体映像技術に加えて、現在主流の2眼式においても利用が可能な標準テストコンテンツを制作した。制作したコンテンツについては、研究開発や機器等の評価、標準化検討、非営利での展示等に対しては自由に使用を認め、無償で公開配布しており、すでに300件近い利用があった。

2 標準テストコンテンツ制作の経緯

3D映像の標準コンテンツについては、かねてから制作を望む声が多く、超臨場感コミュニケーション産学官フォー

ラム (URCF)³⁾においても、3D映像技術の普及促進のための重要な課題と位置づけられていた。しかしながら、このようなコンテンツを制作するためには多額のコストがかかり、URCFの会員の協力だけで実現できる状況ではなかった。このような状況下でも、機会があれば制作できるように準備することを目的として、標準テストコンテンツ検討作業班を設置し、必要とされる標準コンテンツの制作に向けての課題抽出などを行っていた。

2009年4月に総務省が補正予算を獲得し、委託研究として、「眼鏡の要らない3次元映像技術の研究開発－3次元映像支援技術－」が公募された。NICTでは、URCFでの検討結果に基づいて研究提案を行い、採択されて制作資金が確保できたことから、以下で述べるコンテンツ等の制作が可能となった。

3 標準テストコンテンツの基本仕様

基本的な考え方としては、3D映像表示機器の設置調整に必要なテストパターンではなく、圧縮・符号化等の画像処理技術の研究開発、開発した映像表示装置のデモンストレーション展示等にも使えるように、屋内および屋外の被写体を撮影した実写映像やそれらを模擬したようなコンピュータグラフィックス (CG) 映像を制作することとした。さまざまな研究開発目的の利用を想定し、画像データは一般的な動画ファイルではなく、1フレームごとの静止画ファイルの形で記録した。ステレオコンテンツの場合は、右眼用および左眼用の2枚の静止画ファイルのセットとなる。データは非圧縮とし、キャリブレーションのために、チェッカボード (正対および上下左右方向に傾斜)、および、マクベスチャートを撮影したフレームを添付している。また、撮影時のカメラパラメータ等のデータを添付している。

4 制作したコンテンツの詳細

今回のコンテンツ制作については、基本的には裸眼式の立体映像表示を対象にしているが、2眼式においても利用できるように配慮している。

4.1 超高精細ステレオ3D映像コンテンツ

本コンテンツは、4Kカメラ2台を用いて、2眼式で撮影し

[†] 独立行政法人情報通信研究機構

"Evaluation and Standardization: 3D Standard Test Contents" by Kazuhiro Kimura (National Institute of Information and Communications Technology, Kyoto)

図1 超高精細ステレオ3Dコンテンツ撮影カメラ（口絵カラー参照）

たコンテンツである。多眼式で補間処理等を行うことも想定した、超高精細のコンテンツである。データは4K解像度（水平3,840×垂直2,160画素）、非圧縮30pで、各フレーム左眼用映像および右眼用映像のTIFF連番ファイルである。すべてのカットに撮影条件（カメラパラメータ）が付属している。

本コンテンツは、3D映像制作手法やその処理方式の検討、また、3D映像技術の研究開発のための標準コンテンツとして使用する。そこで、本コンテンツの制作にあたっては、特に、高品位（HD）3D映像コンテンツ（立体ハイビジョン）においてこれまでに得られている知見に基づいて、かつ、HD映像と4K映像の違いを明確にすることを目標に取り組むものとした。さらに本コンテンツは、表示装置の開発・評価や画像処理等の研究開発目的のほか、2眼式立体映像の適正な制作条件の指針を与えることも目的にしている。

シーンチェンジや動きによる輻輳距離の変化の影響（見易さ、疲労感、視覚効果など）の比較・確認、輻輳距離を変化させた場合（シーン全体に手前に飛び出させた場合や引き込めた場合）の効果の比較・確認、望まれない不自然な効果（書割効果、箱庭効果など）の確認、映像効果とカメラパラメータとの関係の確認などができるような映像構成になっている。解像度によって、これらの効果の影響度が変わる可能性（解像度向上によって抑止できるなど）を、実験的に検証する目的での使用も想定している。以上のような比較映像のほか、展示会等でのデモンストレーションや評価用のテストチャートとしての利用を想定して、推奨撮影条件に基づいた標準コンテンツも制作した。

撮影は、RED ONEカメラ2台をハーフミラー架台（カメラ間隔調整0～100mm程度）に取り付けて実施した。ハーフミラー架台に、2台のカメラを取り付けた状況を図1に示す。箱庭効果の検証などでカメラ間隔を広げる場合は、通常の3D架台（間隔130mm～）を使用した。平行法での撮影時は、カメラ間隔を65mmとした。

図2 超高精細ステレオ3Dコンテンツのシーン例（口絵カラー参照）

撮影は屋内および屋外で行った。屋内の映像については、被写体の材質感（金属、布、透明など）の再現性の検証（解像度との関係、立体情報との関係など）、立体視や視環境による照明効果の変化を検証、異なる照明条件の比較検証、3Dでは陰影が弱くとも奥行き感が表現できる、などの可能性の検証を想定して制作した。

屋外の映像については、奥行き方向に被写体が分布しているシーンが含まれ、遠近感の表現効果の検証ができ、解像度の影響が確認できる十分なディテール感を持つ被写体とした。また、輻輳角等による映像効果の変化の比較も行っている。超高精細ステレオ3D映像コンテンツ（屋外編）のシーン例を図2に示す。

4.2 測距カメラによる3D映像コンテンツ

奥行きデータ付き画像は、種々の表示形式（2眼式、多眼式等）への変換のほか、広く立体映像研究に利用されることが期待されている。また、国内外の動きを見ても、MPEGのFTV提案などに見られるように、奥行きデータ付き画像の重要性が高まっている。フルスペックHDTV解像度（水平1920×垂直1080）の奥行きデータ付き動画が、標準画像として提供された例は過去になく、NICTで新規に制作した。

測距カメラとして、現在商用で利用できる最高解像度のカメラである、NHKエンジニアリングサービス社製、Axi-Visionを用いた。このカメラの概観図を図3に示す。本コンテンツ制作においては、奥行きマップを用いた3次元コンテンツの処理で、常に問題となるオクルージョン（陰面関係）の問題を回避するため、水平方向にカラー3眼構成として撮影を行い、うち、中央カメラのみ奥行きデータ付きとした。具体的には図4に示すように、Axi-Visionカメラの水平両側に同じ性能の2台のハイビジョンカメラを配置して同時撮影を行った。

撮影データは、非圧縮のHDTV解像度のカラー画像3枚（L、C、R）と、奥行画像1枚を（D）組合せたものである。各

図3 測距カメラ（Axi-Visionカメラ）（口絵カラー参照）

図6 スキャナ型カメラに対する被写体の空間配置（平面図）

図4 カメラの配置

図5 測距カメラによる3D映像コンテンツ（リビング）
（口絵カラー参照）

画像はTIFF連番ファイルとして収録されている。すべてのカットにキャリブレーション用データ（チェスボード画像、マクベスチャート、グレースケールチャート）が付属している。1分間のシーンを4種類（リビング、オフィス、ダーツバー、ダンス）制作したが、オクルージョンに関して、同一画面内で異なる特徴を持つ被写体を複数種類もち、

動きのある被写体とした。画像の例を図5に示す。

4.3 スキャナ型カメラによる3D映像コンテンツ

3D映像の将来方式として、非常に高密度なカメラ配列による3D映像情報の取得、従来の水平方向に加え垂直も含めた全方向視差の再現が研究されている。光線空間方式をはじめ、各種の表示形式への変換のほか、広く立体映像研究に利用されることが期待される。過去に最大9×9視点でVGAの標準画像が公開され、国内外で広く用いられたが、1万視点を超える大規模なものは、今までに例がなかった。

NICTは、スキャナ型カメラコンテンツ撮影装置を開発し、120万画素の小型カメラを、水平/垂直方向に機械的に走査し、等価的に非常に多数の視点を持つ静止画像コンテンツを制作した。具体的には、RGB各波長において均一な空間解像度を保有する3板式カラーカメラ（非圧縮IEEE1394デジタルカメラ）を用いて、実際の放送番組における小道具と同等レベルの被写体を使用し、レンズ間隔（ピッチ）がそれぞれ水平2mm、垂直2mmで1視点あたり約120万画素、各々15,000点からなる静止画コンテンツを2シーン制作した。スキャン時にカメラの輻輳をつけずに、平行法で撮影した。画像データの解像度は、SXGA（1280×960画素）で、非圧縮のBMPファイルとして記録した。撮影時のジオメトリを図6に示す。

最大でSXGA解像度相当のカメラにより多視点の撮影を行うことから、制作する被写体については、十分な精度（テクスチャの細かさ）を有しているものを製作し、スキャナ型カメラで撮影可能な範囲を、被写体がまんべんなく埋めるように注意した。立体映像の標準コンテンツであることから、陰面関係（オクルージョン）に関して、同一画面内で異なる特徴（形状など）を持つ被写体を2種類製作した。一つは、奥行き推定の困難な被写体として、隠れの多い物体、透明な物体、鏡面反射性の強い物体を含む「クリスタル」で、もう一つは、屋外において風景を撮影した場合を

図7 スキャナ型カメラコンテンツ「クリスタル」の画像例
(口絵カラー参照)

図8 スキャナ型カメラコンテンツ「ジオラマ」の画像
(口絵カラー参照)

想定できるような街並みやビル、建物、樹木などを含む被写体である「ジオラマ」とした。

制作した画像の例を図7、図8に示す。これらの図は、代表的な9点から撮影した画像のみを抜粋し、3×3に並べたものである。それぞれの図の3枚の画像のうち、最も左上の位置から撮影したものが左上の画像、最も右下の位置から撮影したものが右下の画像となっている。中央の画像は、スキャンの中心点で撮影したものである。これらのコンテンツは、水平視差だけでなく、垂直視差も含めた全方向視差の再現が可能な立体像研究に用いることが可能である。

4.4 3次元CGコンテンツ

3次元CGコンテンツについては、豊かな表現性を持った高精細CGモデルと、合成などの後処理を行って表現性を高めたムービーデータで構成される。

高精細CGモデルについては、プリミティブや単なるモデリングデータだけにとどまることなく、適度に複雑な被写体や場面の設計に基づいて構成された六つのシーンからな

図9 CGシーン「ミクロの世界～蜜蜂と花畑～」の画像例
(口絵カラー参照)

図10 CGムービー「超臨場感の世界」の画像例

る。空間構成、構図、輝度、色、周波数分布、動き等のバリエーションを考慮して、シーンを構成している。1パスのオフラインレンダリングのみで完結するシーンデータとなっている。フォーマットは、Autodesk Maya 2010ネイティブフォーマットで、Mental ray for MAYAを使うことにより、レンダリングが可能である。初期設定では、ステレオ(2眼)カメラで交差法の設定になっているが、3台以上の設定をして複数の立体提示方式での利用が可能である。また、パラメータ変更により、さまざまな観視条件への対応が可能である。

各シーンは15秒または30秒で、30p対応である。シーンの中には、2眼方式において差し障りのあるような映像表現も含めている。また、3D映像として、カメラワーク、動き、シーンチェンジ、照明、質感等の各種映像効果の比較確認ができるようになっている。高精細CGモデルのシーン例を図9に示す。

ムービーデータは、レンダリング済みの122秒のHD画質、

30pの連番TIFFファイル(右眼用および左眼用のセット)である。内容は、超臨場感コミュニケーション技術の未来像で、眼間距離、輻輳角、画角、カメラモーション、被写体の動き・色などにバリエーションをもたせている。代表的な画像を図10に示す。

5 コンテンツの配布

開発した標準テストコンテンツについては、国内に住所や事業所を持つ研究者個人や大学、法人等に対して無償で配布している(コンテンツを収録するハードディスク、およびその往復の輸送費については、申請者負担である)。配布の申請は、<http://3d-contents.nict.go.jp/>で受け付けている。

このWebページから、コンテンツ配布サーバにアクセスしてID申請を行い、登録が完了すればコンテンツ等の配布申請が可能になる。

配布するコンテンツについては、下記の目的での使用について包括的に許諾し、自由に使用できる。

- (1) 3D関連機器の研究開発における評価管理映像としての利用
- (2) 業界標準化検討および画質教育用映像としての利用
- (3) 制作・編集・上映の工程における評価管理映像としての利用
- (4) 産業見本市や展示会などでの展示映像としての利用
- (5) その他の研究開発目的(画像処理・変換技術、圧縮伝送技術等の研究開発を含む)および非営利目的(教育、研修、啓蒙活動等を含む)の利用

以下の取り扱いについては原則として認めていないが、個別の許諾により認める場合もある。

- ・本利用許諾者以外への再配布および複製に関わる行為(同一法人内での利用のための再配布および複製は可)
- ・営利目的での映像展示・放送・配信などに関わる行為
- ・本映像の再編集(改変・剽窃など)に関わる行為

利用者の表示装置に合わせるためのダウンコンバートやフレームレートの変更、圧縮・符号化、フォーマット変換、補間処理等の研究開発目的の画像処理については、改変に該当しない。ただし、これらの変更を加えた画像を上映し、もしくは論文等で発表する場合には、その旨を記載する必要がある。

国際標準化機関(MPEG, ISO, IEC, ITUなど)にテスト映像として提供する場合には、NICTが直接配布を行わず、その標準化に従事している国内の担当者にコンテンツを配布し、外国を含めた作業部会等の関係者への配布を一任する許諾を行う。

配布しているコンテンツについては、幅広い研究開発目

的で使用することを想定して、非圧縮の連番静止画ファイルで提供している。しかしながら、本コンテンツを用いて、3D映像の人体への影響評価実験を多数の被験者で行う場合や、民生用3Dテレビの性能評価、展示会でのデモンストレーション等に使う場合を想定し、超高精細ステレオ3D映像コンテンツ、および、3次元CGコンテンツのムービーデータについては、ユーザ側で変換処理をすることなく利用できる、ブルーレイ規格のフォーマット(HDサイドバイサイド方式)に変換したものについても提供している。

超高精細ステレオ3D映像コンテンツの字幕および音声は日本語であるが、音声のみ英語に吹き替えたものについても近く提供する予定である。

6 む す び

3D映像機器の比較評価や画像処理技術の研究開発用に、誰でも自由に標準的に使用できる標準テストコンテンツを制作し、無償での配布を開始した。

標準テストコンテンツの制作を実施した結果として、いくつかの課題が明らかになった。超高精細ステレオ3D映像コンテンツに関しては、30pのフレームレートでの制作となった。関係者からは60pのフレームレートの標準テストコンテンツを強く求められており、60p対応のカメラを使用してコンテンツの再制作を行う必要がある。

また、長時間視聴影響評価用など多種多様な標準テストコンテンツが望まれる状況になっており、多視点映像に関するコンテンツなど新たなフォーマットのものを含めて、更なるコンテンツの充実が望まれる。

最後に、本報告は、総務省委託研究「眼鏡の要らない3次元映像技術の研究開発－3次元映像支援技術－」の成果である。

標準テストコンテンツの詳細仕様設定にあたりご助言をいただいた、超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム(URCF)標準テストコンテンツ制作企画プロジェクト関係各位に感謝する。

(2011年2月2日受付)

〔文 献〕

- 1) “3Dディスプレイ、3度目の正直”，日経エレクトロニクス，2008年9月22日号(Sep. 2008)
- 2) 映情学：“立体映像標準チャート”，http://www.ite.or.jp/shuppan/testchart_index.html
- 3) 超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム，<http://www.scit.or.jp/urcf/>

木村 和宏 1989年、大阪大学大学院理学研究科物理学専攻修士課程修了。同年、郵政省通信総合研究所(現情報通信研究機構)入所。現在、立体映像技術、超臨場感コミュニケーション技術に関する研究開発マネジメントに従事。博士(工学)。