

[総務省委託 平成 21 年度 0155-0168]  
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－

Research and Development on Glasses-Free 3D Image Technologies:  
3D Image Supporting Technologies

研究代表者 榎並 和雅 独立行政法人情報通信研究機構  
研究期間 平成 21 年 7 月 1 日～平成 22 年 3 月 31 日

【Abstract】

In order to accelerate recent development of 3D image technologies, it is important to establish technologies for making various 3D image contents and objective evaluation techniques for 3D displays and contents. Thus, in this research, we aimed at developing technologies for producing super-fine resolution images, images with depth data, images with horizontal and vertical disparities, CG images, and 2D/3D format conversion software, and created standard test contents that can be used widely by researchers and developers of 3D displays and contents. In addition, we developed 3D image evaluation system which can be used for objectively measuring how humans feel presence from 3D images. We also conducted brain activity imaging experiments to understand perceptual and cognitive mechanisms that produce the sense of depth and surface qualities from 3D information, and evaluated positive and negative influences of 3D images. Psychophysical experiments were also conducted to quantitatively measure human sense of glossiness using multi-view 3D display.

1 研究体制

- 研究代表者 榎並 和雅 (独立行政法人 情報通信研究機構)
- 研究分担者 (1) コンテンツ制作技術  
リーダー 荒川 佳樹 (独立行政法人 情報通信研究機構)
- (2) コンテンツ変換処理技術  
リーダー 栗田 泰市郎 (独立行政法人 情報通信研究機構)
- (3) 3次元映像評価手法の研究開発  
リーダー 安藤 広志 (独立行政法人 情報通信研究機構)
- 研究期間 平成 21 年 7 月 1 日～平成 22 年 3 月 31 日
- 研究予算 総額 214,622 千円

(内訳)

平成 21 年度	平成 22 年度	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度
214,622				

## 2 研究課題の目的および意義

3次元映像技術の研究開発を加速進展させ、実用化を促進するために、表示・撮影・生成・伝送の諸技術のトータルな確立が重要であることは言うまでもない。しかしながら、評価用標準映像などのコンテンツおよびそれらの制作技術、あるいは開発した3次元映像技術の性能を客観的に評価する共通手法が欠如していることが3次元映像技術の機能・性能向上を図る上で大きな隘路となっている。

そこで、本研究開発では、超高精細映像、奥行きデータ付き映像、水平垂直視差映像、CG映像などの様々な3次元映像について、制作技術の確立とその変換処理技術の確立を目指すとともに、実際の研究開発に広く利用できる標準的なコンテンツを制作する。

また、人が感じる立体映像が生じさせる包囲感等を脳活動や眼球運動といった客観的指標により捉えるための3次元映像評価装置を開発するとともに、立体感・質感の認知メカニズムの解明に向けた脳活動計測実験を行ない、3D映像が人に与える好影響や悪影響を脳活動で評価する。さらに、多眼立体ディスプレイを実際に用いて、人が感じる光沢感を心理物理学的手法に基づき定量的に測定し、2眼・多眼の各方式による質感表現の性能評価を実施する。

## 3 研究成果

### 3.1 超高精細ステレオ3次元映像コンテンツ制作技術

HD（ハイビジョン）画質を超える超高精細ステレオ3次元映像コンテンツ制作技術を確立する。すなわち、HDの4倍の解像度を持つステレオ3次元4Kカメラを開発する。そして、この3次元4Kカメラを用いて、超高画質なステレオ方式による3次元映像コンテンツの制作手法を開発し、またこの手法によるコンテンツの制作を行う。

#### 超高精細3Dカメラ

超高精細ステレオ3次元映像コンテンツ制作にあたって、図3.1.1に示すように、4K超高精細映像（水平3,840×垂直2,160画素）を撮影できる4Kカメラ2台を組み合わせたステレオ3次元カメラ「4K3Dカメラ」を開発した。この4K3Dカメラは、カメラ間隔7～30cm、角度0～15度の範囲で設定できる。

#### 超高精細3D映像コンテンツ制作

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「屋内」（スタジオ撮影）および「屋外」（公園のロケ）の2種類の超高精細3D映像コンテンツを制作した。特に、以下の点を考慮検証した。

- ・同一シーン、同一被写体を異なる立体視パラメータで撮影して視覚効果を比較検証した。
- ・人物や見慣れた対象物（携帯電話、建築物等）など既知サイズの被写体を用い、スケール感の再現性を検証できるコンテンツとした。
- ・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・影響を比較、検証した。



図 3.1.1 4K3D カメラ

- ・望まれない不自然な効果（書割効果、箱庭効果など）とカメラパラメータとの関係を検証確認できるコンテンツを制作した。
- ・被写体の再現性（解像度との関係、撮影条件との関係など）を検証できるコンテンツを制作した。
- ・立体視や視環境による照明効果の変化を検証した。また、異なる照明条件の比較検証を行った。
- ・3次元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た。
- ・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るコンテンツを制作した。
- ・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を撮影した。



超高精細 3D 映像コンテンツのシーンの例

### 3. 2 測距カメラによる3次元コンテンツ制作技術

奥行き画像（画素ごとの距離データ）をこれまでにない高解像度で取得可能な測距カメラを用いて、同じ視点で撮影した通常の2次元映像と組み合わせたコンテンツ制作手法を開発し、またこの手法によるコンテンツの制作を行う。

N I C T が保有する測距カメラ（Axi-Vision カメラ：非圧縮HDTV解像度を持つ測距カメラ）を用いて、実際の番組制作と同等レベルの制作体制により、非圧縮カラーHDTV解像度約1分の奥行きデータ付き映像/音声を4番組制作した。

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において常に問題となるオクルージョン（陰面関係）問題の処理を容易とするため、2次元映像としてカラーHDTVカメラ3台を水平方向に配置した構成として同期撮影を行った。うち中央のHDTVカメラについて、Axi-Visionカメラによる奥行きデータ付きとした。作成した番組は“リビング”、“オフィス”、“ダーツバー”、“ダンス”の番組である。図3.2.1に“リビング”シーンのプレビュー画像を示す。

このようなコンテンツの制作手法開発に関して、番組付属データとして、カメラ間の相対位置を規定する指標として平面上に配置した市松模様（チェスボード）を上下左右中央の5姿勢についてカット毎に撮影を行った。また、各カメラレンズの歪率を検出する指標として全画面チェスボードを1姿勢撮影した。さらに、番組毎にマクベスチャート及びグレースケールチャートを撮影してカメラの色/感度特性を求めることができるようにした。加えて、撮影時に各被写体ー中央カメラレンズ前球間の距離を実測した。これらの付属データを参照することで、今回開発したコンテンツ制作手法の技術的ノウハウを理解できる。

国内外の動きを見ても、MPEGのFTV提案などにみられるように、奥行きデータ付き画像の重要性は高まっている。ただし、従来は奥行きデータが水平174×垂直144画素程度のSDTVよりも低解像度

のデータが主流であり、光軸もカラーの映像と異なる位置から撮影を行っていた。本研究開発では、測距カメラとして Axi-Vision カメラを用いることで、カラー映像と完全に同一の光軸上において被写体空間の正確な距離データを得ることができた。また、得られた奥行きデータは水平 1920×垂直 1080 画素から成る HDTV 解像度のデータである。さらに、カメラ出力インタフェースに適合する補助入力装置を用いることで、配布可能なデータ (48bit カラー-TIFF フォーマット) を得ることができた。



(左カメラ)



(中央カメラ)



(右カメラ)



(奥行きデータ)

図 3.2.1 制作された“リビング”のプレビュー画像

### 3. 3 スキャナ型カメラによる 3次元映像コンテンツ制作技術

小型カメラを水平垂直に機械的に走査し、水平・垂直両方向に非常に多くの視点を持つデータセットを取得できる装置を開発し、静止画立体映像コンテンツを制作する。

多視点画像の標準データベースに関しては、これまで、数 cm 間隔で撮影された最大 9×9 視点の VGA 画像 (640×480 画素) によるものがあり、国内外の研究グループによって利用されている。しかし、視点間隔、視点数のいずれも不十分であり、近年の 3次元研究分野ではより高密度かつ多視点の撮影データが要望されていた。

今回、そのような標準画像データを取得するために新たな撮影装置を開発した。すなわち、1台のカメラを上下左右に移動させる (スキャンさせる) ことで、カメラのレンズ前球から 705mm~1000mm に配置した被写体を、水平 150×垂直 100 視点で撮影可能なスキャナ装置を開発した。撮影時のレンズ移動間隔 (ピッチ) は水平 2mm、垂直 2mm である。また、1 視点当たりの解像度 (=カメラの解像度) は水平 1280×垂直 960 画素である。これにより、非常に高密度の縦横カメラ配列を等価的に構成し、水平だけでなく垂直方向にも狭ピッチかつ非常に多くの視点を持つ画像列を撮影できる。カメラとしては、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) を用いた。

この装置により、実際の放送番組と同等レベルの被写体を使用して、2つの静止画コンテンツ「クリスタル」、および「ジオラマ」を撮影した。前者は鏡や透明物体を多く含み、奥行き推定が困難なシーンであり、後者は屋外における風景撮影を模した精巧なシーンである。これらのプレビュー画像 (9 視点の抜粋) を図 3.3.1、3.3.2 に示す。

これらの撮影画像に加えて、撮影時のカメラの中央位置におけるカメラパラメータを特定するための

指標として、平面上に配置した市松模様（チェスボード）を上下左右中央の5姿勢についてシーン毎に撮影した。さらに、シーン毎にマクベスチャートを撮影し、カメラの色特性を測定し添付した。

また、撮影に際しては、特に IEEE1394 における IIDC プロトコルを使用してカメラの状態を直接制御できるという本装置の利点を生かし、シャッター速度固定（1/15s）、アンプゲイン固定（0dB）、ガンマ補正なし（リニア応答）、ホワイトバランスはシーン冒頭に一回のみ調整しシーン中は固定という、標準コンテンツとして一般にふさわしいとされる条件で撮影を行った。

以上のように、これまでにない高密度かつ多視点の映像を撮影可能な装置を開発するとともに、その装置による標準的な静止画立体映像コンテンツを制作できた。



図 3.3.1 「クリスタル」のプレビュー（9視点の抜粋）



図 3.3.2 「ジオラマ」のプレビュー

### 3. 4 3次元CGコンテンツ制作技術

実写映像に迫るリアリティを追求した、超リアリティ3次元CGコンテンツ制作手法およびこれを用いたコンテンツを制作する。実写との比較などにより技術評価が可能なコンテンツとして研究開発に資するものとする。

3次元CG（プレレンダリング）コンテンツは、立体映像の表示パラメータや制作手法等の研究開発、また、立体映像の画質・生理評価や高次の演出的効果などを含めた評価に用いるために、下記の項目を反映すべき技術的要件として制作した。

- ・CGモデルは、3DsMAX/Mayaの市販モデリングソフトのデータフォーマットとした。
- ・各モデルデータの全自由度に5秒以上のアニメーションデータがあること。
- ・モデルデータの動きに関して、15秒以上のアニメーションデータがあること。
- ・ソフトウェアによるフォーマット変換により、各種の立体ディスプレイに高画質で表示可能なこと。
- ・CGモデルは、背景あり/なしモデルから構成する。
- ・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た。
- ・カメラワーク、動き、シーンチェンジ、照明、質感の映像効果の比較が2次元映像とできること。

Mayaなどの高品質CGの制作が可能な市販モデリングソフトによる3次元CGプレレンダリングコンテンツ6種類（1）～（6）と3DCGムービー1種類（7）を制作した。

- |                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| （1） 神秘的な海底神殿       | （15秒、 図3.4.1参照） |
| （2） ミクロの世界 ～蜜蜂と花畑～ | （15秒、 図3.4.2参照） |
| （3） 小惑星に浮かぶ宇宙基地    | （30秒）           |
| （4） 不思議な世界 ～貴金属溶解～ | （15秒、 図3.4.3参照） |

- (5) バーチャルライトミュージアム (15秒)
- (6) 公園の風景 (15秒)
- (7) 超臨場感の世界 (122秒、 図3.4.4参照)



図 3.4.1 神秘的な海底神殿



図 3.4.2 ミクロの世界 ～蜜蜂と花畑～



図 3.4.3 不思議な世界 ～貴金属溶解～



図 3.4.4 超臨場感の世界

### 3.5 2D/3D変換技術の開発

誰もが手軽に利用できる PC ベースの 2D/3D映像コンテンツ変換ソフトウェアの作成もしくはその開発できる環境を構築する。これを適切な手段（無償であることを目標とする）で公開する。

1台のステルカメラまたはビデオカメラで撮影した映像から、立体表示できる映像を生成する 2D/3D映像コンテンツ変換ソフトウェアを開発した。このソフトウェアは Windows PC で動作するもので、以下の機能を備えている。これらにより、誰もが手軽に利用できる PC ベースの 2D/3D映像コンテンツ変換ツールを実現できた。

- ・奥行を自動推定できる。
- ・自動推定で使うパラメータを設定できる。例えば、ノイズ除去フィルターの強さを決めるパラメータなど。映像に応じたパラメータを設定することで、推定の品質を高められる。
- ・自動推定法や、それに使うパラメータの妥当性を、プレビュー機能を使ってすぐに確認できる。
- ・自動推定した結果を、手動で簡便に修正できる。
- ・シンプルな自動推定法が、3種類用意されている。
- ・推定した奥行情報に基づいて 2D/3D変換を行い、出力画像として右眼用画像と左眼用画像を出力できる。
- ・任意の解像度の画像を処理できる。
- ・フィルターの組み合わせを変えることで、独自の推定方法を検討できる。
- ・フィルターのパラメータを自由に設定できる。

- ・C#言語を使ってユーザー独自のフィルターを作れる。
- ・さらに、本ソフトウェアを広く利用可能にするために、無償公開した。

#### 【奥行推定結果の例】



ソフトウェアに入力する画像の例



推定した奥行きの例（手前が白で、奥が黒）

#### 【目標を超えて得られた成果】

本ソフトウェアは2D/3D変換を目的に作成したものであるが、フィルターの組み合わせを変えることで、画像処理の教育にも利用できる。例えば、フィルターをローパス・フィルタのみにすると、入力画像をぼかした画像を出力することができる。その際のパラメータを、ユーザーが自由に変更される。専門学校などの授業で、学生が自ら用意した画像を使って、自ら色々な画像処理を試すことができることから、教育にも利用できるであろう。

### 3. 6 3次元映像フォーマット変換技術

立体映像表示方式は種々あり、それぞれに特化した専用の映像フォーマットが用いられている。このため相互の変換処理技術を開発することは、3次元映像コンテンツの普及および制作促進の観点から、また表示装置等の比較による技術向上の観点から必要不可欠である。本研究開発においては、多眼による立体表示システムにおいて表示可能なフォーマットへの変換処理技術を確立する。

「Autodesk Maya 2010」のプラグインソフトウェアを含めた、3次元CGコンテンツから、3次元画像表示ディスプレイの画像ファイルへの変換をおこなう一連の作業パイプラインを実現するソフトウェア群を開発した。プロダクションを行うMayaのPlug-inと、ポストプロダクションを行うアプリケーションから構成される。対象とするMayaはMaya2010（64bit版）とした。

（対応OS）

- ・64ビット版Microsoft Windows Vista Business Service Pack 1以降
- ・Microsoft Windows XP Professional x64 Edition Service Pack 2以降

（開発環境）

Microsoft Visual Studio 2008

#### （1）プロダクション機能 Maya Plug-in

- ・シングルカメラか多視点カメラかの切り替え設定。
- ・多視点カメラ時のカメラ数。

- ・Maya 上のカメラの 1 つを「原点カメラ」として指定。
- ・多視点カメラのそれぞれの位置の設定。
- ・アニメーションは原点カメラに Maya で設定されているものを使用。
- ・レンダリングサイズの指定。
- ・各カメラの画角は自動で定められる。
- ・定められた連番のルールに従ったファイル名画像フォーマット (jpg、png、bmp)。
- ・Maya の mental ray の分散レンダリングの設定。

## (2) ポストプロダクション機能 Maya 管理・ポストアプリケーション

- ・クロッピングとそれに伴う解像度の拡大の作業 (複数の設定を作成でき、それぞれ設定の対象となる画像を複数指定できる)。
- ・画像シフト (複数の設定を作成でき、それぞれ設定の対象となる画像を複数指定できる)。
- ・画像のミラーの On/Off。
- ・定められた連番のルールに従ったファイル名画像フォーマット (jpg、png、bmp)。
- ・出力されたファイルへのリネームおよび階層構造の再構築。

## (3) パイプラインソフトウェア機能

- ・Maya のモジュールのパスとシーンファイル (.mb、.ma) のパス、および上記で作成される Plug-in 用の設定ファイルのパスを指定することにより、Maya 上での一連のレンダリングを自動で行うことができる。

### 3. 7 3次元映像コンテンツ制作支援システム技術

3次元映像コンテンツ制作を支援するシステム技術を研究開発し、その成果として、多様な各種3次元映像コンテンツを、記録、再生、編集、表示できる機材・システムを研究開発する。

#### (1) 多チャンネル映像記録再生装置

最大64視点の多視点3次元映像コンテンツ制作に使用することができる記録再生装置、すなわち、多チャンネルHD (ハイビジョン) 映像を同期記録再生できる装置を開発した (図3.7.1参照)。多チャンネル映像記録再生装置は、16台の並列処理PCおよび映像フレームメモリシステムから構成される。最大64チャンネルのHD動画および静止画を、同期並列記録し再生表示する。

#### (2) 3DCGインタラクティブ可視化表示システム

3DCGモデル (コンピュータ上のデータ) を、各種3Dディスプレイにスケーラブルに対応して、リアルタイムかつインタラクティブ (対話的) に、可視化し表示するシステムを開発製作した。本システムは、多チャンネル映像記録再生装置に実装されるソフトウェアである。

3DCGコンテンツデータのフォーマットは、現在主流となっている Maya を採用した。読み込まれた3DCGモデルから、必要とされる視点 (複数) から見た2D表示画像 (複数枚) を生成する (可視化処理)。そして、生成された2D表示画像 (複数視点) を、相当するチャンネルのフレームメモリシステム (多チャンネル映像記録再生装置) に書き出す。

視点操作などのリアルタイムインタラクティブを各チャンネルに送信し同期を取って、一度に、各チャンネルの表示画像を3Dディスプレイシステムにリアルタイムに書き出し表示する (表示処理)。このチャンネル間同期は、フレームメモリシステムの同期機能と連携して実現した。

### (3) 超高精細 2D/3Dディスプレイ

各種 3 次元映像コンテンツの制作・評価等の多目的かつ汎用的に使用できる、超高精細 2 次元映像 (HD、4K 映像) およびステレオ (2 眼) 3 次元映像 (立体ハイビジョン、4K3D) を表示できる汎用的なディスプレイシステム (シャッターメガネ方式) を開発製作した (図 3.7.2 参照)。本システムは、超高精細 3D カメラシステム (4K3D カメラ) と直結して使用することもできる。超高精細 4K3D カメラシステムにより撮影された超高精細 3D 映像コンテンツ (水平 3,840×垂直 2,160 画素) を、記録、再生、表示できる。



図 3.7.1 多チャンネル映像記録再生装置



図 3.7.2 超高精細 2D/3Dディスプレイ

### 3. 8 3次元映像評価装置の開発と認知メカニズムの解明

立体映像が生じさせる包囲感を評価するための 3 次元映像評価装置を開発する。これは、広視野・高画質の立体映像を観察している時の脳活動・眼球運動・瞳孔径を同時に計測可能にするものである。また、立体映像の変調 (多大な飛び出しや反転) が与える悪影響や 3 次元映像が引き起こす光沢感の向上 (好影響) を脳活動の変化として捉えるための実験を実施し、3 次元映像が与える好影響・悪影響の客観的・定量的な分析および評価を行なう。

#### 【脳活動・眼球運動の同時計測に基づく 3 次元映像評価装置の開発】

今回開発した 3 次元映像評価装置は、MRI (磁気共鳴撮像) 装置の中で、視野角 100 度程度の映像を HD クラスの高画質で立体表示させ、これを被験者が観察した時の脳活動を計測するとともに、眼球運動を 60Hz のサンプリングレートで計測し瞳孔径変化を測定可能なシステムである (図 3.8.1 および図 3.8.2 を参照)。

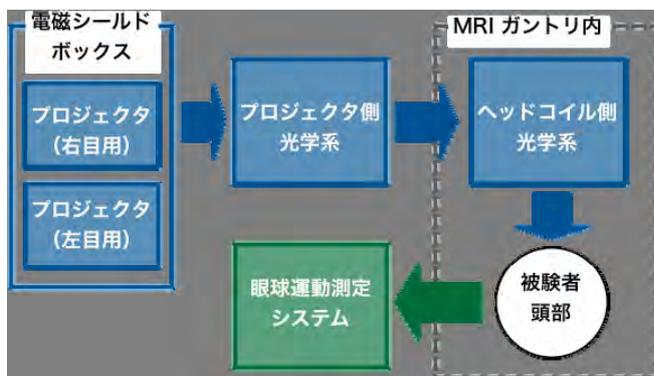


図 3.8.1 3次元映像評価装置の全体構成図



図 3.8.2 実装されたシステムの全体俯瞰図

解決すべき技術課題は、MRI という高磁場環境と頭部周りの狭い空間にいかにか高精度で広視野・高画質の立体映像を提示し、眼球運動・瞳孔径を同時測定可能にするかという点にあった。特に、MRI は高磁場を発生させるため、人体周辺に設置する装置は全て非磁性体を用いるとともに、必要に応じて電磁シールドを施した。また、視野角 100 度程度の広視野の映像を提示するために、遠距離から望遠レンズの付いたプロジェクタで映像を投影し、撮像画像にノイズを生じさせない特殊なレンズやミラー等を用いて広視野の立体映像を実現した。さらに、眼球に赤外光を当て眼球と瞳孔を遠方のカメラで撮影することで、眼球の動きと瞳孔径の変化を高精度で測定することが可能になった。

**【立体映像が与える違和感（悪影響）や質感の向上（好影響）を脳活動で捉える研究】**

3D 映像の奥行き反転等が与える不自然さ・違和感（悪影響）、および 3D 映像が引き起こす物体表面の質感（光沢感）の向上（好影響）を fMRI 脳活動計測により定量的に評価した。

まず、3D 映像の不自然さ・違和感（悪影響）を脳活動で捉える fMRI 実験においては、奥行きが正常に見える 3 次元映像（正常条件）と、左右の映像を反転させた 3 次元映像（反転条件）、および 2 次元映像（2D 条件：左右に同刺激を提示）を見せた時の脳活動を比較した（図 3.8.3 を参照）。実験の結果、奥行き反転が感じられる不自然な映像を見せた時は、脳の上前頭回に特異的な活動パターンが生じることを見出した（図 3.8.4 を参照）。

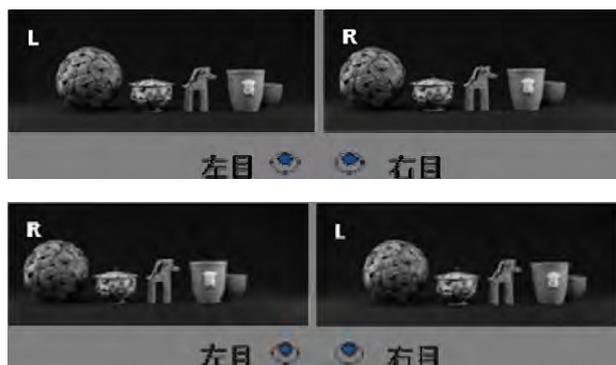


図 3.8.3 fMRI 実験で用いた実験刺激：正常条件（上図）、反転提示（下図）

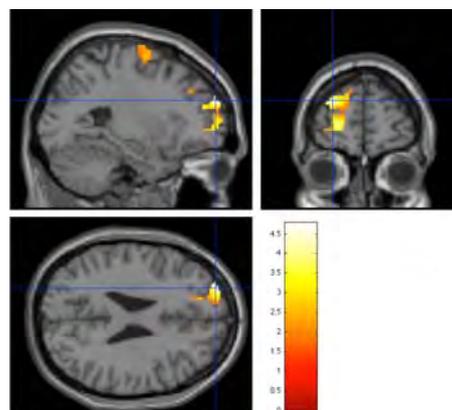


図 3.8.4 不自然な映像（反転条件）を見せた時に特異的に反応する脳領域

次に、3D 映像提示による好影響（物体表面の質感の向上）を脳活動でより客観的・定量的に捉えるための fMRI 実験を行なった。本実験では、3D または 2D 映像提示において、被験者に光沢判断あるいは形

状判断を行なわせ、各条件において、脳のどの部位にどのような活動が生じるか比較検討した。図 3.8.5 に実験で用いた映像刺激（右目用と左目用の画像）の一例を示す。左図は、3D 提示の条件で、画像に両眼視差が存在するが、右図は、2D 提示条件で、左右の画像に視差はない。実験の結果、図 3.8.6 に示すように、3 次元映像が提示される条件において、（形状判断時と比較して）光沢判断時により強く活動する部位が後部腹側後頭部に見出された。よって、3D 映像による光沢感の向上をこの脳部位の脳活動で定量的に評価できる可能性が示された。

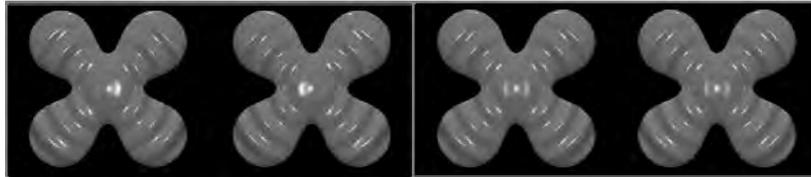


図 3.8.5 fMRI 実験で用いた実験刺激（右目用・左目用）：3D 提示（左図）、2D 提示（右図）

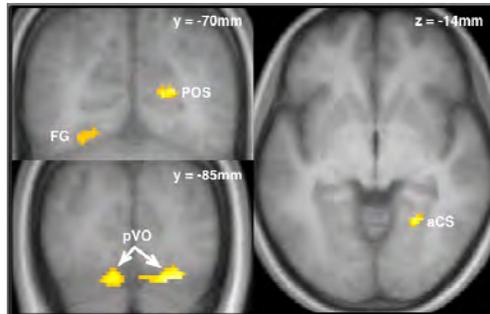


図 3.8.6 3D 映像提示において光沢に注意を向けた時の脳活動

今回行なった実験を今後さらに発展させていくことにより、3D 映像提示による悪影響や好影響を脳活動計測でより客観的・定量的に捉えるための信頼性の高い評価技術を開発していく予定である。

### 3. 9 異なる 3 次元映像提示方式の性能評価

多眼立体ディスプレイを実際に用いて、人が感じる光沢感を心理物理学的手法に基づき定量的に測定し、2 眼・多眼の各方式による質感表現の性能評価を実施する。今回開発する評価手法を定式化していくことで、これらの評価手法の国際標準化に向けて発展させていく。

#### 【多眼立体ディスプレイを用いた 2 眼・多眼方式の定量的な性能評価】

異なる 3 次元映像提示方式、特に 2 眼方式と多眼方式に関して、人が感じる物体表面の質感（特に光沢感）がどの程度異なるのか、心理物理学的手法による定量的な評価を行なった。特に、実際に市販されている多眼の立体ディスプレイを用いて、多眼、2 眼、2D の各条件で人が感じる光沢感を定量的に評価した。図 3.9.1 に示すように、多眼条件（視点移動を行なう条件）では、観察者は一般に光沢の時間的な変化を感じることができる。

図 3.9.2 に、実験結果の一例を示す。今回の実験では、2 種類の測定手法（マグニチュード推定法と調整法）を行なったが、何れの実験においても、人が感じる光沢感の強さは、2D 条件より 2 眼条件（静止条件）、2 眼条件より多眼条件（視点移動を伴う動的な情感）において、より高まることが定量的に示された。特に、調整法の実験結果からは、2D 提示と比較して、3D の多眼提示においては、光沢感が約 2.3 倍向上することが示された。

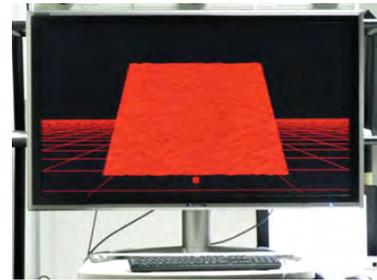
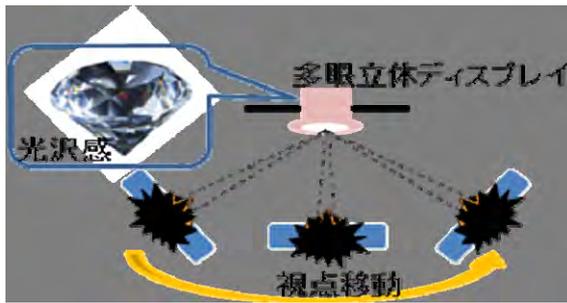


図 3.9.1 多眼立体ディスプレイを用いた心理物理実験（左：概念図、右：用いた 3D 映像刺激）

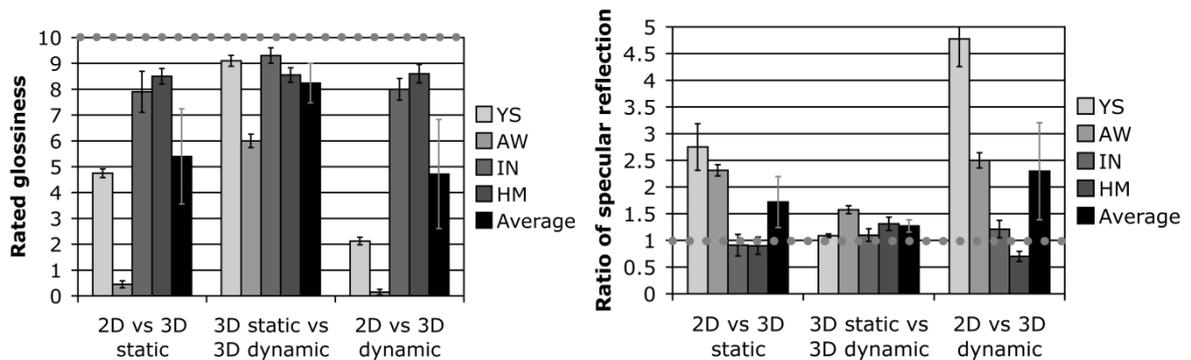


図 3.9.2 実験結果（左：マグニチュード推定法、右：調整法）

### 3. 10 その他の研究実績

本研究開発の成果である各種 3D 映像コンテンツおよび 3D 映像関連ソフトウェアを、インターネットを介して、広く一般に無償で提供・配布配信するために、3D コンテンツ配布サーバーシステムを構築した（図 3.10.1 参照）。

#### (1) システムの構成

3D コンテンツ配布サーバーシステムは、以下の 3 つのサブシステムから構成される。

##### ・ 3D コンテンツ配布メインサーバー

メインサーバーは、3D 映像コンテンツおよび関連ソフトウェアを、インターネットを介して配布・配信する。高性能かつ高速な画像・映像処理能力を備え、動画像の大容量データを蓄積・処理できる。そして、動画像データを、ネットワークを介して高速伝送配信する能力を備えている。

##### ・ 3D コンテンツバックアップサーバー

3D コンテンツ配布メインサーバーのバックアップサーバーであり、配布サーバーの機能をバックアップする（システムの 2 重化）。

##### ・ 3D コンテンツデータストレージ

動画像データを含む大容量データを、高速かつ高信頼性を持って記録蓄積する装置。LAN を介してアクセスされる。3D 映像コンテンツおよび関連するソフトウェアを、ネットワークを介して記録蓄積する大容量ファイルサーバーシステムである。動画像を含む大容量データを、高速かつ高信頼性を持って記録・蓄積でき、ネットワークを介して高速でデータ転送をする能力を備えている。

#### (2) ソフトウェアの概要

3D コンテンツ配布サーバーソフトウェアは、以下の機能を有する。

- ・ 3D コンテンツ等閲覧機能
- ・ 3D コンテンツ等配布申し込み機能
- ・ 3D コンテンツ等ダウンロード機能
- ・ 3D コンテンツバックアップ機能
- ・ セキュリティ機能

図 3. 10. 1 3D コンテンツ配布サーバーの画面例

## 4 研究成果の更なる展開に向けて

### 4. 1 制作コンテンツ/開発ソフトウェアの公開・配布

本研究開発において制作した以下の各種 3 次元映像コンテンツは、3D コンテンツ配布サーバーシステム等を用いて、無償で広く公開し配布している。

#### (1) 超高精細ステレオ 3 次元映像コンテンツ

ステレオ 3 次元標準コンテンツとして、ステレオ 3 次元映像技術の性能を客観的に評価するための標準的なコンテンツとして用いる。また、3 次元映像フォーマット変換技術を用いて、ステレオ 3 次元から多視点 3 次元映像コンテンツ変換を行い、多眼 3 次元映像技術の性能を客観的に評価するための標準的なコンテンツとして用いる。

#### (2) 測距カメラによる 3 次元映像コンテンツ

奥行き画像を用いた内挿処理により、撮影時よりも多くの水平視差画像を作成することにより、多眼式をはじめとする各種 3 次元映像技術の性能を客観的に評価する標準的なコンテンツとして用いる。また、奥行き画像および輝度/カラー画像に基づく実写ホログラムへの変換のための標準的なコンテンツとして用いる。

#### (3) スキャナ型カメラによる 3 次元映像コンテンツ

光線方式をはじめとする各種 3 次元映像技術の性能を客観的に評価するための標準的なコンテンツとして用いる。また、多数の視差画像に基づく実写ホログラムへの変換のための標準的なコンテンツとして用いる。

#### **(4) 3次元CGコンテンツ**

各種の3次元ディスプレイの単体機能の把握、異なる方式のディスプレイの特性比較に用いる。また、CGコンテンツであることから、従来開発されてきた視点生成の立体ディスプレイから、光線空間を生成する3次元ディスプレイまで幅広い立体表示方式の評価等に用いる。

#### **(5) 2D/3D変換ソフトウェア**

3次元映像コンテンツ不足を解消し、家庭への3次元映像の普及を後押しする。

#### **(6) 3次元映像フォーマット変換ソフトウェア**

多視点・多眼3次元表示システム等への表示コンテンツの変換を、これまで以上に容易にし、ディスプレイ・処理装置の改善、人の視覚機能の把握を促進する。

### **4. 2 開発機材/システムの活用**

本研究開発において、開発製作した以下の機器・システムは、(独)情報通信研究機構小金井本部およびけいはんな研究所に配備し、オープンラボとして、無償でその使用を開放する。

- (1) 3次元超高精細カメラシステム
- (2) スキャナ型カメラシステム
- (3) 多チャンネル映像記録再生装置
- (4) 超高精細2D/3Dディスプレイシステム
- (5) 3DCGインタラクティブ可視化表示システム

また、今後、本研究開発において構築した3次元映像評価装置を用いたfMRI脳活動計測を実施し、広視野立体映像が脳に与える効果を定量的に評価していく予定である。また、評価実験によって得られた成果は、国内外の学会や論文において順次、発表を行なう。さらに、今回開発した定量的な評価手法の定式化を行ない、国際標準化団体(ITU-R/SG6/WP6C等)に対して3次元映像の定量的指標・評価手法の提案を行なっていく予定である。

### **4. 3 予測される波及効果**

本研究開発の成果である各種3次元映像コンテンツ/変換ソフトウェアは、3Dコンテンツ配布サーバーシステム等を用いて、無償で広く公開し配布する。また、今回、開発製作した機器・システム(3次元超高精細カメラシステム等)は、(独)情報通信研究機構小金井本部およびけいはんな研究所に配備し、無償でその使用を開放する予定である。これらの活動を通じて、各種3次元映像表示システムの研究開発を加速し実用化を促進することができる。また、種々の3次元映像コンテンツの制作を推進し、コンテンツ流通等を促進する。さらに、今回開発したより客観的・定量的な評価手法等の定式化を進めることにより、3次元映像の定量的指標や評価手法の国際標準化が推進されると考えられる。

## 5 査読付き誌上発表リスト

なし。

## 6 その他の誌上発表リスト

なし。

## 7 口頭発表リスト

- [1]安藤広志、“人に最適な超臨場感コミュニケーションを目指して”、けいはんな情報通信研究フェア（京都）（2009年11月6日）
- [2]坂野雄一、“多眼立体映像の質感に関する心理物理評価”、けいはんな情報通信研究フェア展示会（京都）（2009年11月5-7日）
- [3]安藤広志、“Towards 3D Display and Multisensory Interfaces Based on Human Perceptual and Cognitive Mechanisms”、16<sup>th</sup> International Display Workshop (Miyazaki, Japan)（2009年12月9日）
- [4]和田充史、坂野雄一、安藤広志 “ステレオ呈示下における光沢知覚：fMRI 研究”、日本バーチャルリアリティ学会 VR 心理学研究委員会第15回研究会（沖縄）（2010年2月7日）
- [5]坂野雄一、安藤広志 “多眼立体ディスプレイにおける光沢感の心理物理学的評価”、日本バーチャルリアリティ学会 VR 心理学研究委員会第15回研究会（沖縄）（2010年2月7日）

（発表予定）

- [1] 坂野雄一、安藤広志、“多眼立体ディスプレイにおける光沢感の心理物理学的評価”、International Conference on 3D Systems and Applications（東京）（2010年5月19-21日）
- [2]大井、山本、三科、妹尾、栗田、“3次元映像コンテンツからのホログラム生成”、映像情報メディア学会 立体映像技術研究会（東京）（2010年6月25日）
- [3]山本健詞、他、“(仮題) 奥行推定法を簡単に変更可能な2D/3D変換ソフトウェアの開発”、映像情報メディア学会 立体映像技術研究会（東京または千葉）（2010年6月25日または9月）

## 8 出願特許リスト

- [1] 発明者：安藤広志、和田充史、坂野雄一、清原元輔、発明の名称：両眼広視野映像提示及び視線計測装置、申請国：日本、申請年月日：平成22年3月12日

## 9 取得特許リスト

なし。

## 10 国際標準提案リスト

なし。

## 11 参加国際標準会議リスト

なし。

## 1 2 受賞リスト

なし。

## 1 3 報道発表リスト

[1] “3次元映像標準テストコンテンツを無償公開”、NICT 報道発表、2010年3月31日

## 1 4 ホームページによる情報提供

URL: <http://3d-contentnts.nict.go.jp/>、

概要: 3Dコンテンツ閲覧/配布サーバー、

ヒット数: 約200件(2010年4月23日現在)

### 研究開発による成果数

	平成 21 年度	平成 年度	合計	(参考) 提案時目標数
査読付き誌上発表数	0 件 ( 件)	件 ( 件)	0 件 ( 件)	0 件 ( 件)
その他の誌上発表数	0 件 ( 件)	件 ( 件)	0 件 ( 件)	0 件 ( 件)
口 頭 発 表 数	5 件 (1 件)	件 ( 件)	5 件 ( 件)	5 件 ( 件)
特 許 出 願 数	1 件 ( 件)	件 ( 件)	1 件 ( 件)	2 件 ( 件)
特 許 取 得 数	0 件 ( 件)	件 ( 件)	0 件 ( 件)	0 件 ( 件)
国 際 標 準 提 案 数	0 件 ( 件)	件 ( 件)	0 件 ( 件)	0 件 ( 件)
国 際 標 準 獲 得 数	0 件 ( 件)	件 ( 件)	0 件 ( 件)	0 件 ( 件)
受 賞 数	0 件 ( 件)	件 ( 件)	0 件 ( 件)	0 件 ( 件)
報 道 発 表 数	1 件 ( 件)	件 ( 件)	1 件 ( 件)	0 件 ( 件)