

## CGとCVは 似て非なる技術分野

今や大作映画での視覚効果（VFX）にCGが不可欠であることは、本誌の読者には説明の必要はないだろう。その歴史的経緯は、本誌96号（06年8月号）の拙稿をご覧いただきたい。大学等での最先端の研究成果が、直ちに映画産業に結びついていることも特筆に値する。では、CGに負けじとCV研究の成果も映画制作に活かされていることはご存知だろうか。実は、あの『マトリックス』（99）には、CV研究の成果が使われていた。

CVとはコンピュータビジョンのこと。画像認識・理解技術の別称だ。コンピュータ内の真っ白なキャンパスに絵を描くのがCGなら、コンピュータの眼の網膜に映った映像を分析し、何があるのかを判断するのがCVだと考えれば良い。自律型ロボットの視覚機能も、最近の指紋、虹彩、指や掌の静脈像で個人認証を行う技術も、このCV分野の研究成果を活用している。

# 映画制作で活躍する画像関連研究の成果と新展開 —CGからCVへ、ポストプロからプリプロへ—

近年のVFXにおけるCGの重要性は誰もが知るところであるが、その技術発展の背景には様々な画像関連研究の寄与がある。中でも画像の認識・理解を扱うCV（コンピュータビジョン）分野の研究が大きな役割を果たしていることは意外と知られていない。本稿ではそのCV研究の寄与例について触れ、例として国の公的研究支援制度の下で現在進められている研究事例をいくつか紹介する。

元々CGとCVでは発想が逆であり、似て非なる分野として別々に発展してきた。ところが、実世界を扱うことはCVの方が得意であり、実写画像を活用してリアルな映像を作ろうとした時点から、CGはCVのエッセンスを取り込み始めたのである。

## 映画制作で活躍する CV研究の3つの成果

映画制作には、CV分野から既に次の3つの技術が使われている。

### 1 3Dマッチムーブ

撮影済み映像のカメラの動きに追従してCG映像を合わせ込む「マッチムーブ」で、3Dでの自動処理は難しい技術課題だった。これは、CV研究における「Structure from Motion（※）」問題に相当したので、その研究成果を活かしたマッチムーブ・ソフトが続きと開発され、市販された。

### 2 IBR

幾何モデルの形状と属性を与えて画像を生成するオーソドックスなCGに対して、既存の画像の各画素を利用

して、任意視点の画像を再構成することをImage-Based Rendering（IBR）という。IBRにはCVの技法がふんだんに使われている。「マトリックス」の著名なシーンの背景は、このIBRで作られていた。

### 3 IBL

実写映像のIBRの欠点は、撮影時の照明による陰影を後で変えられないことである。このため、系統的に様々な光を当てて得た画像群から、別の照明下の画像を再構成するImage-Based Lighting（IBL）へと発展した。南カリフォルニア州立大学のポール・デベウエック博士の考案であり、彼の指導下でIBLは「スパイダーマン2」（04）や「スーパーマン リターンズ」（06）に使われている。前者はアカデミー賞視覚効果賞を受賞した。

## ポストプロからプリプロへ フルCGからMR活用へ

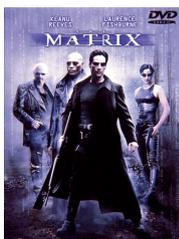
実写映像とCGを合成するVFXは、実写撮影後のポストプロダクションでのデジタル処理で付加される。言

うまでもなく、このCGは完成映像に直接反映されるが、最近では「縁の下の力持ち」的なCGの利用が増えている。プリプロダクション段階で、激しいバトルやカーアクション・シーン等を簡易CGで描いて、構図や演技を事前設計しようという使い方である。

これはPre-Visualization、略してPreviz、Previs、プレビス等と呼ばれる。言わば動く絵コンテであり、アニメイクスとも言う。比較的簡単なCGで作られ、監督や撮影監督が俳優やスタッフとの意志疎通をする際に威力を発揮する。従来VFXスタジオがプレビス映像も作ってきたが、既にプレビス専門の会社も生まれ、市販ソフトも出始めている。

通常のプレビス映像はフルCGで描かれるが、本番撮影する本物の背景にCGを重ねる「MRプレビス」の研究開発が進行中である。筆者は、別掲の研究プロジェクトを率いている。MRとは、現実と仮想をリアルタイムに融合する複合現実感（Mixed Reality）の略であり、日本の得意分野である。

田村秀行  
立命館大学教授／  
VFX映画評論家



マトリックス 特別版 DVD  
価格：¥2,625(税込)  
販売：ワーナー・ホーム・ビデオ



『マトリックス』（1999）  
ネオとモルフィスの周りをカメラが高速で回る「マシンガン撮影」が話題になったが、この背景部分はIBR技術で作られていた  
©1999 Warner Bros. All Rights Reserved.

※ Structure from Motion  
動画の各フレーム間での特徴点の対応・追跡を行うことにより、被写体の形状・構造を復元する方法。同時にカメラパラメータ（3次元空間内でのカメラの位置・姿勢）も推定できるので、3Dマッチムーブの解法となる

## CREST / MR-PreVizプロジェクト

科学技術振興機構の公的研究制度の下で、下記のようなMR-PreViz研究プロジェクトが実施されている(概要は別表参照)。また、同じ研究領域の中で、アニメ制作の新技术を開発する「コンテンツ制作の高能率化のための要素技術研究」[研究代表者: 森島繁生(早稲田大学教授)]も同時進行している。

MR-PreVizのエッセンスは、映画スタジオ内の大型セット、屋外のオープンセット、ロケ地等で、本物の背景に使ったPreViz映像をその場で合成。派手なアクションや複雑なカメラワークを事前検討するのに適している。またCGではない生身の俳優が演じるシーンも対象とする。

MR-PreVizのワークフローは、下記のようになる。各ツールや記述言語は、いずれも新規に設計・開発されたものである。

① 事前にデザインし収録したアクションのCG映像



MR-PreVizのコンセプト図

(含、MoCapデータ、3次元ビデオデータ)をCASCADESシステムで自在に編集・配置し、このデータを撮影現場で背景と実時間合成してMR-PreViz映像を得る。

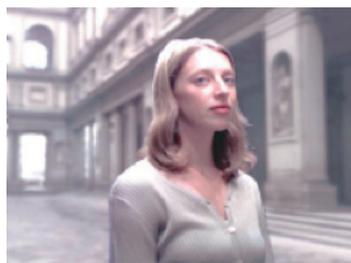
② MR-PreViz撮影時のカメラワークと合成映像をカメラワーク記述言語CWMML(Camera-Work Markup Language)で記述・保存し、本番の撮影現場にてMRPブラウザでそれを提示して活用する。

このプロジェクトの構想と中間成果は、一昨年国際ワークショップ(通称: サンタバーバラ会議)で発表され、ハリウッドのプレビズエキスパートやCGスタジオからも注目を集めることとなった。実背景でリアルタイム合成ができることから、映画・CF制作だけでなく、舞台演劇や大規模な屋外ライブイベントの事前検討とコストダウンに役立つことが期待されている。



オープンセットで撮影したMR-PreViz映像

05年の愛知万博では、日立グループ館のメインアトラクションに採用され、人気を博した。  
現実空間と仮想空間の幾何学的整合・光学的整合は、MRの根幹となる課題であり、その解決にはCVの研究基盤を必要とする。MRの技術蓄積を持たないハリウッドのCG/VFXスタジオもこのプロジェクトに触発され、大いに注目し始めている。



### Image-Based Lightingの事例 (Dr.Paul Debevec提供)

上: Light Stage: 色が変化するLEDで俳優を何度も照射し、予め多数の映像を取得する  
下: 俳優を3Dスキャンしてデジタルダブルを作り、撮影現場の照明に応じた陰影を与える

### MR-PreVizプロジェクト概要

研究制度	戦略的創造研究推進事業 (CRESTタイプ)
研究領域	デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術
研究課題	映画制作を支援する複合現実型可視化技術
研究期間	平成17年10月~平成23年3月
参加機関	立命館大学、京都大学、奈良先端科学技術大学院大学

#### INFO.

・MR-PreVizのホームページ  
[www.rm.is.ritsumei.ac.jp/MR-PreVizProject/top.html](http://www.rm.is.ritsumei.ac.jp/MR-PreVizProject/top.html)  
 ・サンタバーバラ会議  
[www.rm.is.ritsumei.ac.jp/MR-PreVizProject/workshop.htm](http://www.rm.is.ritsumei.ac.jp/MR-PreVizProject/workshop.htm)

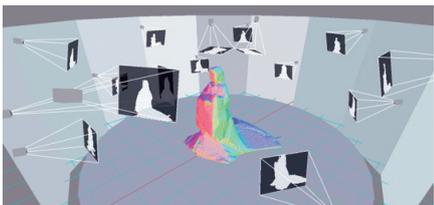
## 3次元ビデオ: 多数のビデオ映像から自由視点映像を再構成する技術

IBRは多数の画像から任意視点画像を得る技術であったが、この考えを動画に発展させたものをVideo-Based Renderingという。即ち、多数のカメラを配置して得たビデオ映像群から、自由視点映像を得る技術である。現実の動きを仮想空間に持ち込んで眺めることから「Virtualized Reality」、3次元の映像時空間を保持していることから「3次元ビデオ」とも呼ばれる。

MoCapのような特殊なスーツを着用せずに、本番衣裳のままデータ収録できるので映画制作には適している。この技術が向上すれば、予め撮り溜めた実在俳優の映像データベースから所望の演技を取り出し、別の背景に嵌め込むことで新たな映像を容易に創

り出すこともできる。まだ現段階では解像度に問題があり、完成映像の品質レベルには達していない。しかしながら、プレビズ目的なら現状レベルでも十分利用可能であり、特にMR-PreVizとの組み合わせで大きな威力を発揮する。

カーネギーメロン大学(CMU)、カリフォルニア大学デービス校、京都大学、筑波大学、NHK放送技術研究所等で研究され、様々な方法があるが、CMUの成果は商用化されてザクセル社から市販されている。なお上記MR-PreVizプロジェクトでは、多方向からの投影像で形状を復元し、カラーテクスチャを貼る京都大学の「視体積交差法」を採用している。

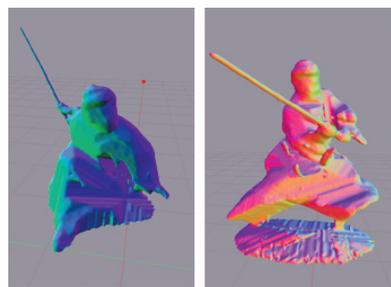


### 視体積交差法の原理

各画像からシルエットを求めて、その投影像から3次元形状を復元する



多数のカメラで撮影したアクション演技



### 任意視点からの3次元ビデオ映像の生成例

上: 視体積法で再構成したポリゴンデータ (色は法線方向を示す)

下: 実写テクスチャのマッピング結果