

## (基礎研究)

# 物体の質感を表現するための色表現系に関する基礎研究

田中法博\*

Norihito TANAKA

## 研究実績の概要

### 【研究の概要】

本研究で試作した色再現系は、シーン全体の照明環境を含む一種のグローバル照明モデルとして構築した。実際には、この系は光反射や人間の視覚的な応答を示す数学モデルに加えて、周囲の照明環境シミュレーション機能や物体の質感を計算するための物理シミュレーション機能を実装したソフトウェアとして構築された。本年度の研究では、まずその系の精度検証するための視覚実験ブースの改良を行った。ここでは物体の質感表現の精度が向上していることから、4K規格(約4000×2000画素)のディスプレイを導入して、物体の質感を高解像度のCG映像として再現した。その結果、55インチの大画面で、しかも4K規格の解像度で提案手法を用いて生成した再現CGを確認できるようになった。

次に本年度の本研究で力点をおいたことは、試作した系で使用するための照明環境を精密に計測し、そのデータに基づいて物体をコンピュータグラフィックス(CG)再現するための手法の開発である。物体の見え方は物体そのものだけでなく、その周囲の光源環境に大きく依存する。こういった問題に対してCGの分野においてはImage Based Lighting (IBL)と呼ばれる手法が一般的に使われているが、本研究では、この技術を分光的に拡張し、より物理的な光反射計算を可能にした。この手法では画像情報を直接的に光源の空間分布として利用するが、本研究ではそれを分光的に獲得する技術を開発した。こ

の成果の一部は学術論文としてまとめ画像電子学会誌(田中、望月、画像電子学会誌 2013)に投稿して採択された。この照明環境の計測技術を人間の肌のCG再現にも応用し、国際会議論文 (C. Iwasaki and N. Tanaka, IASDR 2013) として発表した。

また、物体の質感の再現精度を向上させるためには、物体間の相互反射が重要であるが、グローバル照明モデルに基づいた相互反射の色再現手法を提案した。この部分の研究成果の一部は学術論文としてまとめてデザイン学会誌(望月、田中他、デザイン学研究 2013)に投稿し採択された。これらは物体の質感を計算するための物理シミュレーション機能の一部として実装されている。

さらに試作した系の応用例の一つとして飛行機の操縦席から見た視界をCG再現する手法を提案した。特に航空機の飛行中に生じるいくつかの物理現象のCG再現を行った。ここでは以下の(1) 光反射モデルに基づいた飛行機の照明シミュレーション手法、(2) 3次元モデルに基づいた全方位の照明光の計算、(3) 視覚に到達した色の情報の計算に基づいてパイロットの視界を3DCGで再現、(4) 航空機の飛行に関する物理計算に基づいた急旋回時の翼面の雲のような現象の再現といった部分に本研究の成果が活かされている。この部分の研究成果は国際会議論文(R. Yamamoto and N. Tanaka, IASDR2013)として発表した。

ここで開発した技術の一部は「文化財の展示システム」を開発にも貢献している。ここでは建造物内部や風景のデジタルアーカイブにおいて本手法の技

\*企業情報学部教授

術が有効に活用できることを示すことができた。実際の文化財をデジタル記録し、それをCG再現することに成功した。デジタル記録された文化財としては、東京国立博物館の協力を得て、応挙館内の茶室（江戸時代の絵師である円山応挙(1733-1795)が描いた襖絵などが配置されている）や東京国立博物館庭園等である。こういった文化的にも高い価値を持った建物内部や風景をデジタル記録し展示するシステムを開発したが、その研究成果は国立歴史民俗博物館研究報告に学術論文としてまとめ投稿中である。

以上は、本年度(平成25年度)の研究成果について述べたが、これは平成23年度から平成25年度までの長野大学研究助成金【基礎】研究の助成を受けた3年間の研究に基づくものである。本報告書で述べたように、本助成で進められた研究からは多数の具体的な研究成果が得られた。このことは本研究が基礎研究として極めて重要で、その成果は様々なところに貢献できる可能性を示すものであった。

本研究で開発した色再現系は、基礎研究として極めて重要であることがわかったため、今後もさらに発展させていく必要がある。

## 研究発表

### 雑誌論文

1. 田中法博, 望月宏祐 「RGBカメラによる全方位分光画像計測とIBLへの応用」画像電子学会誌、査読の有無・有 第42巻4号、2013、pp466-476
2. 望月宏祐, 田中法博 「分光レイトレーシング法に基づいた相互反射の色再現手法」日本デザイン学会誌 デザイン学研究、査読の有無・有 第60巻第1号、2013、pp11-20
3. 岩崎央華, 田中法博 他 「人間の肌のCG再現のための分光ベースのシーン照明計測法」、日本色彩学会 視覚情報基礎研究会、2013年6月22日、独立行政法人 産業技術総合研究所 臨海副都心センター
4. 山本遼太郎, 田中法博 他 「照明計算と反射モデルに基づいた航空機の視界のCG再現」日本色彩学会 視覚情報基礎研究会、2013年6月22日、独立行政法人 産業技術総合研究所 臨海副都心センター
5. 田中法博 「分光情報と光反射モデルに基づいた肌の3DCG再現 (コスメティクスと色彩学)」、日本色彩学会 全国大会、2013年5月25日、早稲田大学
6. 岩崎央華, 田中法博 「分光ベースの全方位照明計測データに基づいた人間の肌のCG再現」日本色彩学会 全国大会、2013年5月25日、早稲田大学
7. 山本遼太郎, 田中法博 「全方位の照明計算に基づいたフライトシミュレータの開発」、日本色彩学会 全国大会、2013年5月25日、早稲田大学