

CG シミュレーションによる照明環境評価と CG アーカイブの構築 レンダリング情報の共有と照明イメージスケールの提案

○菅原 幹人*² 川角 典弘*¹
川邊 秀明*³ 東埜 一輝*²

キーワード：CG シミュレーション レンダリング設定 SD 法 照明イメージスケール CG アーカイブ

1. 研究背景と目的

空間の質や印象を決める要素には空間の形や色彩があるが、その中のひとつとして「光」つまり照明デザインが重要な要素となっていると考えられる。しかし、それらを事前に評価することは難しく、現在ではデザインイメージを事前検討し、関係者間でイメージの共有をし、良好な光環境を形成していくために高度なコンピュータグラフィックス（以下、CG）システムによるシミュレーションが用いられるようになってきた。しかし CAD/CG ソフトには変数を含めた設定値が複数存在するため、非常に複雑である。特に照明シミュレーションに関連する設定項目だけでも多数存在し、高度な CG 照明シミュレーションを行うためには、それらの変数を含めた設定値の意味を理解し、複数の設定項目を組み合わせる必要がある。しかし、試行錯誤して考えだされた設定値が共有されていないことにより、再作成が困難になっている。そのため変数を含めた設定値が再利用されるようにレンダリング情報を蓄積・共有する必要がある。そこで本研究は、異なる CG ソフトにおいて照明シミュレーションの妥当性を検討し、レンダリングの設定値の再活用が出来るような CG 照明アーカイブの構築が必要だと考えた。そこで既存の照明シミュレーションが行える CAD/CG ソフト間で共通化可能なレンダリングの設定項目について比較・検証を行った結果について報告し、その CG 照明イメージとその諸情報を記録し、共有・蓄積していく CG 照明シミュレーションの事例アーカイブを構築することを目的とする。

2. CG ソフトのレンダリング設定項目の比較

CG ソフトにおける照明設計に関連した設定項目の表記や変数の値が統一されていないことにより混乱が生じていると考察した。異なる CG ソフトのコマンド体系を調査し、CG ソフト間で本質的に共通化可能な設定項目について整理した。調査した CG ソフトは初心者向けのソフトとして、設定項目が少なく、無償の CG ソフト Google SketchUp のプラグインとして使用可能な Podium と Artlantis、住宅設計に特化した 3D マイホームデザイナーとインテリアデザイナー、中級者向けのソフトとして、無償のソフトでありながら複数の設定項目が存在し、

Podium 同様、Google SketchUp と連携が可能な Kerkythea、プロ向けのソフトとして、3DCG の映画などに使用される Autodesk 3ds Max を選定した。まず上記 5 つのソフトにおけるコマンド体系を明らかにした。調査対象としたのは、各 CG ソフトの照明計画に関連する設定項目であり、ツリー図の要領でコマンドを図解した。次に 5 つの CG ソフトの照明に関連したコマンドの数の比較を行った。Podium では最大 5 個の設定をするのみでシミュレーションを行うため、表現の幅が狭くなる。また Autodesk 3ds Max では設定項目数が多いため、表現の幅が広がるが、ユーザーの習熟度によっては意図する CG 画像が得られない可能性があると考えられる。本研究で開発するアーカイブでは、作成した CG 画像のパラメータ値を登録し、照明設計を行う際に、イメージに合う CG 画像のパラメータ値を確認することを可能にする。また、複数のソフトでのパラメータ値を表示可能にするために、CG ソフトで共通化可能な項目に関して明らかにする必要がある。共通化可能であると仮定した設定項目一覧を以下の表 1 にまとめた。

表 1. 共通化可能であると仮定した設定項目一覧

光源のタイプ	点光源、線光源、面光源
照射角度	フォールオフまでの角度を指定
光の強さ	光度 cd に変換可能 規定値と尺度が異なるため変換式を調査
光色	RGB 値で光の色合いを設定することで共通化可能

3. CG ソフトの設定値による印象の差異の検証

上記で仮定した CG ソフト間で共通化可能な設定項目に着目し、それらを同等値に設定することで現場写真と近い印象を得られているかについて、SD 法による感性評価を行い、検証を行った。レンダリングに使用した CG ソフトは Podium、Kerkythea、3ds Max の 3 つである。CG 照明シミュレーションの対象としたのは、2011 年～2012 年に行った本学キャリアサポート室の改修計画における照明デザインである。設定した項目は、光源の種類、光の照射角、光の強さ、光色である。実験方法は上記で挙げた 3 つの CG ソフトで同等値に設定して作成したレンダリング画像と現状写真の 4 組について、各 4 パースず

つ表示し、4 パース見るとに形容詞対による感性評価項目に答えてもらった。

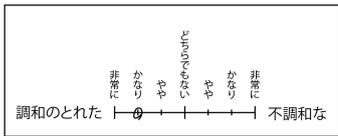


図 1. 形容詞対の評価方法



図 2. 感性評価に用いる形容詞対一覧

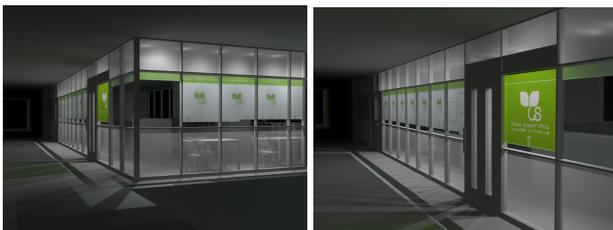


図 3. Autodesk 3ds Max によるレンダリング画像の一部以上の現状写真およびレンダリング画像における感性評価の結果の一部を図 4 に示す。42 人の実験協力者による感性評価の結果の平均値である。

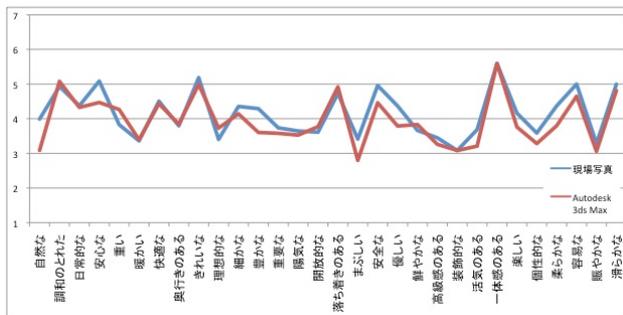


図 4. 写真と 3ds Max のレンダリング画像の印象の差線グラフの青線が現場写真の印象で、赤線がレンダリング画像の印象である。評価の結果から 3 つのソフト全てにおいて、全体的に現場写真と似たような印象を得ることが出来ていると分かった。このことから光源の種類、光の照射角、光の強さ、光色は Podium、Kerkythea、3ds Max において共通化可能な設定項目であると検証された。

4. 照明イメージスケールの作成

CG 照明シミュレーションの画像をアーカイブとして蓄積した際に、レンダリング画像を検索する仕組みが必要となる。しかし、その場合にレンダリングの設定値で検索するのは難しい。そこでアーカイブされた CG 画像を感性評価で考察されたグループやキーワードによる検索を行える仕組みを考察する。レンダリングの設定値は複

数存在するため、直行表により評価する設定値の組み合わせの絞り込み、それらの組み合わせで作成した CG 画像について、SD 法による感性評価を行った。実験協力者には、各 Profile のレンダリング画像を見てもらうごとに形容詞対の 7 段階から評価してもらう。実験の際に提示した CG イメージは以下である。正面、左斜め前、右斜め前の 3 パースを提示した。提示する CG 画像は以下の要素を設定した。

- ・ 光源の種類：点光源、線光源、面光源
- ・ 照射角：狭角 14°、中角 60°、広角 100°
- ・ 光の強さ：弱 20cd、中 50cd、強 90cd
- ・ 光色：電球色 (3000K)、白色 (4200K)、昼光色 (6500K)
- ・ 照射角の反射率：25%、50%、75%

全ての組み合わせは 243 通りとなるが、直行表による組み合わせの絞り込みを行い、15 通りの CG 画像を評価対象とした。図 5 は実験で提示した一部である。



図 5. Profile1 (点光源、広角 110°、90cd、電球色、25%) 評価実験の結果をコレスポネンス分析により散布図を作成した。この散布図において、グルーピングを行い、それぞれにグループ名を付け、軸の解釈を行った。作成した照明イメージスケールを図 6 に示す。

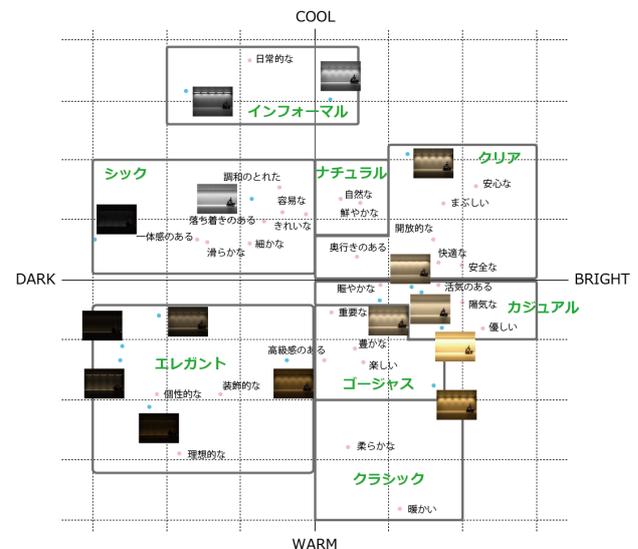


図 6. 照明イメージスケール

CG 照明シミュレーションのアーカイブでは、この照明イメージスケールを用いて検索を行うこととする。

5. CG アーカイブの構築

ここまでの研究から得た知見を基に、CG アーカイブの構築を行い、有効性の検証を行った。本システムは異な

る CG ソフトで作成された画像を Filemaker (以下、FM) で登録し、FM Go 等で登録された画像の評価や検索を行うことを想定している。

本システムは、

- ・ 登録フェーズ：CG のイメージおよび設定内容、または現場写真のイメージをストックしていく部分。
- ・ 評価フェーズ：ストックされたイメージ画像について、SD 法による評価を行う部分。
- ・ 検索フェーズ：評価フェーズで集計された評価結果を基に作成されたイメージスケールとキーワードから検索を行い、登録フェーズにおいてストックされたイメージと設定内容を参照する部分。

の 3 つのフェーズで構成されている。CG 照明シミュレーションのアーカイブ構築には、FM Pro12 を用いる。システムでは FM client を通して、CG の設定情報や照明空間の現場写真の登録、登録された CG イメージおよび現場写真の感性評価、CG の検索を行うこととなる。また現場において照明空間を撮影し、その場で登録するために iPad 用 App の FM Go を活用することを想定している。

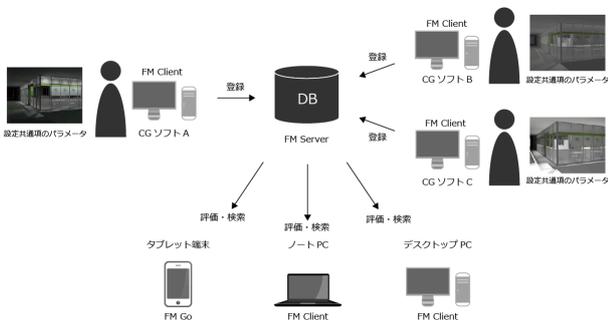


図 7. システムの活用シーン

■登録フェーズ

まず CG 登録画面(図 8)でプロジェクト名、作成日、登録日、作成者、CGID、作成ソフトを入力する。この際メイン CG パースだけでなく、他のパースの登録も行える。登録し終わったら、レンダリング情報の登録画面へ移動する。レンダリング設定登録画面では、上記で登録した基本情報と CG 画像に加えて異なる CG ソフト間で共通化可能な設定項目である表 2 に示した 12 項目の登録を行う。

表 2. レンダリング設定項目

光源のタイプ	点光源, 線光源, 面光源
照射角	数値を入力
光源の強さ	数値を入力
光の減衰	なし, 二乗, 逆二乗
光色	電球色, 温白色, 白色, 昼白色, 昼光色
RGB	数値を入力
照明の設置間隔	照明が等間隔で配置されているとき、

	間隔の数値を mm の単位で入力
照明の個数	使用している照明の個数を入力
照明の配置	集中配置, 直線配置, 曲線配置
照明の照射対象	壁面, 床面, 家具面
備考欄	記入欄以外の設定内容等を自由記述
添付ファイル	IES データの使用がある際などは登録

最後に現場写真の登録をする。現場写真登録画面では撮影日と撮影者を登録する。ここでも複数の写真を登録することが出来る。本研究では、iPad mini を用いて現場写真を撮影し、FM Go により現地から写真を登録することを想定している。



図 8. CG 画像登録画面

■評価フェーズ

評価フェーズでは、登録フェーズで登録した CG 画像および現場写真を見た後で 30 個の形容詞対(図 2)について感性評価を行う(図 9)。評価結果は、集計フィールドでそれぞれの CGID における形容詞対の平均値を算出するようになっている。この集計された値は Excel ファイル形式にエクスポートすることが可能である。



図 9. CG 画像感性評価画面

■検索フェーズ

ここでは評価フェーズにおいて感性評価・集計した結果からコレスポンデンス分析を行い、求められた散布図を用いて登録画像の検索を行う(図 10)。検索用照明イメージスケールでは照明イメージスケール内の形容詞やサムネイル画像から、検索するグループを決定し、検索欄でグループ名を選択する。



図 10. レンダリング設定確認画面

6. CG アーカイブの有効性の検証

作成した CG アーカイブの有効性の検証実験を行った。アーカイブに登録されている CG の設定情報を基にレンダリングを行ってもらい実験協力者と、アーカイブを利用せずに提示した CG 画像から設定値を推測し、レンダリングを行ってもらい実験協力者に分け、CG 画像の作成にかかった時間やレンダリング回数のカウントによる試行錯誤の回数の比較を行い、見本画像の設定値との比較を行った。また CG の習熟度合いまたは照明デザインの経験値が実験結果に大きく影響すると考えたため、実験協力者を初心者、中級者、上級者の 3 つに割り当てた。

表 3. 実験協力者の分類

初心者	ほとんど CG ソフトを使ったことが無く、照明デザインの経験も無い
中級者	CG ソフトで照明を配置したことが有るが照明デザインの経験が無い
上級者	CG ソフトで照明シミュレーション、また照明デザインの経験がある

実験終了条件は実験開始から 30 分経つか実験協力者が出来たと判断した場合のどちらかである。実験の結果を以下の表 4 にまとめた。

表 4. CG 照明シミュレーションの実験結果

クラス	作業時間	レンダリング回数	光源のタイプ	照射角	光源の強さ	光色	照明の間隔	照明の個数	照明の配置	照明の照射対象
被験者 1	中級者	11:06:40	2	0	0	0	0	0	0	0
被験者 2	中級者	10:24:00	1	0	0	0	0	0	0	0
被験者 3	初心者	15:29:10	1	0	0	0	0	0	0	0
被験者 4	上級者	05:43:50	1	0	0	0	0	0	0	0
被験者 5	初心者	14:37:30	2	0	0	0	0	0	0	0
被験者 6	上級者	11:59:20	2	0	0	30	0	0	0	0
被験者 7	中級者	30分	8	0	0	80	0	0	0	0
被験者 8	中級者	30分	6	0	10	70	0	0	0	0
被験者 9	初心者	30分	4	0	10	170	0	0	0	0
被験者 10	初心者	30分	4	0	10	130	0	0	0	0

実験の結果から CG アーカイブを利用することで、初心者と中級者において、レンダリング時間が短時間かつレンダリング回数が少なくなり、効率的に CG 照明シミュレーションが行えているということが検証された。特に

相関関係が強いと考えられる照射角と光源の強さにおいて、試行錯誤する回数が少なく、CG アーカイブを有効的に活用できていることが考察できた。次に上記の実験に参加してもらった実験協力者に各フェーズにおいて一連の作業を行ってもらい、アンケートとインタビューで評価を行い、画像の大きさやフォントの大きさ、表記の分かりやすさ、登録する項目として追加する必要がある項目や必要でないと感じる項目について明らかにした。評価結果の一部として、CG の設定項目が適切かどうかという質問に対して、登録する項目としては適切であるが、初心者には表記がわからないという意見が得られた。しかし本研究の目的として、表記を統一することを挙げていたため、ここで初心者にもわかる表記にすると照明用語との統一性が保てなくなる。そこで改善案として、表記に加えて初心者にも分かる説明文を追加することが考えられる。

7. まとめと今後の展望

研究成果として、異なる CG ソフト間で共通表記が可能な設定項目を抽出、同等値を設定したレンダリング画像の印象評価に差異が少ないこと、照明イメージスケールにより、目標とする照明イメージの絞り込みや CG 照明シミュレーションツールの習熟度合いに関わらず、CG 作成環境が変わっても簡易かつ短時間に照明イメージレンダリング画像を作成出来る照明 CG アーカイブの構築を行った。またアーカイブの有効性の検証実験では、初心者や中級者などの照明デザインの経験の無い人に有効であり、CG を用いた照明シミュレーションの教育面を強化するといった点で有効であるという結果が考察された。今後 CG および現場写真の登録数が増え、感性評価の実験協力者が増えることで精度の高い照明イメージスケールが出来上がってくると考えられる。本研究は H25 年度科研費研究「デジタルメディアによる討論履歴管理とワークショップ支援システムの開発」(課題番号：25350012)の一部助成を受けている。

【参考文献】

- 川邊秀明 (2012), CG シミュレーションによる照明環境評価と CG アーカイブの構築-レンダリング情報の共有と照明イメージスケールの提案-, 和歌山大学大学院システム工学研究科 修士論文
- 『カラー図解 照明のことがわかる本』中島龍興、2007、日本実業出版社
- Panasonic P. L. A. M
<http://www2.panasonic.biz/es/lighting/plam/>
- 『コンピュータグラフィックス』コンピュータグラフィックス編集委員会、2006、CG-ARTS 協会

*1 和歌山大学システム工学部デザイン情報学科講師(工修)
*2 和歌山大学システム工学部デザイン情報学科学部生
*3 住軽日経エンジニアリング(工修)