視点・視対象間距離による建物の色彩変化

CGによる建物の距離感表現に関する研究

THE RELATION BETWEEN DISTANCE AND CHANGE OF COLOR

A study of the representation of distance perception on Computer Graphics

金 鍾河*, 大影佳史*, 平尾和洋**, 川崎 清***

*Jongha KIM, Yoshifumi OHKAGE, Kazuhiro HIRAO
and Kiyoshi KAWASAKI*

This research presents the basic information about the change of colour with the change of distance between the view-point and the view-object, in order to make a Photo-realistic Computer Graphic image. The results of this research by colour panels and by some buildings show :

- 1) white shows a different tendency of change from other colours.
- 2) buildings with multiple colours show greater changes of colour (hue / saturation / contrast) than buildings with a single colour.

Keywords : Computer Graphics, distance between view-point and view-object, colored panel, building, color

コンピュータ・グラフィックス、視点・視対象間距離、色パネル、建物、色彩

1. はじめに

1.1 研究の背景及び目的

本研究は、よりリアルなコンピュータ・グラフィックス（以下「CG」と略す）表現を実現するための基礎研究として、視対象を建物に絞り、視点・視対象間距離（以下「視点距離」と略す）の変化による色彩変化を検証するものである。

視点距離の変化による色彩変化について、樋口は樹木の距離による見え方の変化による距離の指標化を試みる中で、視点距離は明度の変化として表れるとしている¹⁾。また、タウインは遠近法の三つの性質の中で、視点距離の変化により建物のコントラスト（輪郭）が弱くなることと、色彩が変化する（青くなる）ことを指摘している²⁾。

しかし、実環境下では、対象物の周辺にある他の色（自然の色の影響を含む）によって見えの色彩感は大きく影響される³⁾ことや、視対象からくる光は散乱と対象と背景の輝度の対比が距離を増すと小さくなる⁴⁾など、視環境の変化に伴う色の変化を一様に公式化することは難しい⁴⁾。

本報では、建物の距離感表現のための色彩の操作方法を提案し、その有効性と限界を検証することを目的とし、まず、色パネルを用いて基礎実験を行い、視点距離の変化によって生じる色彩の変化特性を記述する。続いて実際の建物を対象に、写真のモンタージュ操作実験を行い、近距離の建物が遠距離にモンタージュされる際、よりリアルな表現を実現するための色彩項目と色彩変化特性について考察する。

視点距離と見え方の変化に関する既往研究には、識別尺度の変化を扱った研究が多く、主に視点距離の変化に対して構成要素の見えの変化（被験者を用い目視により視覚認識域を調べる）を主な研究テーマとしている⁵⁾。視点距離が大きくなるに従って、視対象は線的遠近法によりその構成要素が縮小され見えるのは当然のことながら、色彩遠近法により色彩感も変化する。本報は、遠近による視点距離の変化の中で、色彩の変化を扱ったもので、人間の目に映る色彩の見えの変化（認識の変化）をコンピュータのモニタ上に映された写真の色彩の変化として扱い、カラーモニタ上で

* 京都大学工学部建築学科 大学院生・工修

** 京都大学工学部建築学科 助手・工修

*** 京都大学工学部建築学科 教授・工博

Graduate Student of Kyoto Univ., M. Eng.

Research Assoc., Dept. of Architecture, Kyoto Univ., M. Eng.

Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Kyoto Univ., Dr. Eng.

の色彩の変化傾向を検証する。

2. 色パネルによる色彩変化の実験

本実験では、視点距離の変化による色パネルの撮影データから、カラーモニター^{注3)}上で表示される色相 (Hue)、彩度 (Saturation)、明るさ (Brightness)^{注4)}の変化率を調べることで、単色の平面に対して、その視点距離による色彩の変化特性を明らかにする。

2.1 実験の方法

2.1.1 実験の手順は以下のとおり

- 1) 色パネル (赤・青・緑・白) を視対象とし、100m ごとに離れながら写真撮影を行う。
- 2) カラースライドフィルムをスキャから読み取り、視点別に各色パネルの色彩を HSB 形式で測定する。
- 3) カラーモニター上に表れた色パネルの色相 (H)・彩度 (S)・明るさ (B) によるデータ化を行い、色彩の変化特性を検証する。

2.1.2 視点場とその周辺環境

色パネル (視対象) が設置された地点を 0 地点とし、真西に向かって 100m ごとに離れた地点を視点場とした。最遠点は 700m で、視点場は 7ヶ所である。対象地域は京都市左京区岩倉で周辺は山で囲まれており、視点場・視対象周辺は幾つかの住宅はあるものの田が多い。また、視点距離間の高低差はなく、交通量も少ない。

2.1.3 色パネルの設置と写真撮影

色パネルは一般に市販される赤紙 (NTラシャベに)、青紙 (同、濃青)、緑紙 (同、緑)、白紙 (同、白) の色紙を用い

図1 パネルの撮影図

写真1 パネルの撮影例

て制作した^{注5)}。パネル1枚の大きさは90cm×90cmで、撮影時のカメラの高さは1.7mである (図1)。写真撮影には、何れも光の状態が色彩に影響することが考えられるので、晴れの日^{注6)}の昼15:00時、最も雲の少ない時に撮影を行った。パネルは、地面80cm上から設置し、計3回の撮影を行った^{注7)} (写真2)。

2.1.4 色パネルのスキャン及び色彩データの抽出

カラースライドフィルムによる色彩の抽出点は、各色パネルの中心部の固定点である。スキャン^{注8)}はそれぞれのパネルについて2700dpiの解像度で読み込み、色彩抽出点の3ピクセル^{注9)}四方の平均値を各色パネルの色彩値と見なし^{注10)}、抽出点の色彩をコンピュータHSB系データとして記録した。

2.2 HSB系による色彩変化の分析

2.2.1 HSBデータによる分析

以下では、色パネルのHSBデータの推移を示す (図2) と共に、色彩変化の特性を整理する。

1) 赤パネル

色相値は視点距離の変化に対し殆ど変化が見られない。それに比べて、彩度・明るさ値は急速に低下している。彩度・明るさ値は視点距離が遠くなるほど変化のばらつきが大きく生じており、視点と視対象間の微妙な環境 (例えば気象変化など) 要素^{注11)}が反映されたことが予想される。

視点距離：100m

視点距離：400m

視点距離：200m

視点距離：500m

視点距離：300m

視点距離：600m

視点距離：700m

写真2 各視点場からの色パネルの撮影例

2) 緑パネル

色相・彩度・明るさ値ともに、全般に変化する傾向を見せている。その中で、色相値は滑らかな変化を見せているが、彩度値は急速に低下している。明るさ値は微妙ではあるが、最初は低下するものの視点距離が300m以後は増加傾向を、また視点距離600m地点からは低下している。

3) 青パネル

色相値は少々変化する傾向を表わしている。明るさ値は視点距離が500mまでは低下傾向を見せるが、500m以後はやや増加傾向を見せている。色相・明るさ値の変化率に比べ、彩度値の低下率が目立つ。

4) 白パネル

明るさ値は、視点距離500mまでは殆ど変化が見られないが、500mを超えると低下傾向を見せる。それに比べ、彩度値は少々の増加傾向を表わしている。他のパネルの色相・彩度値の変化傾向に対し、白パネルの色相・彩度値は逆

の変化傾向を表している。

2.2.2 HSB平均データによる分析

以下では、各パネルの平均データを色相・彩度・明るさ値に表示し(図3)、その特徴を整理する。

1) 色相 (Hue)

赤・青値は大きな変化はないが、視点距離600mを超えると変化の方向が変わり、緑値と同じような変化をみせる。白・緑値は比較的大きな変化を見せ、また変化も滑らかである。視点距離の変化における色相の変化は視対象物の中で「白色」の割合に大きく左右されることが予想される。

2) 彩度 (S)

色相・明るさ値との変化傾向と異なる点は、赤(-7.72%)・青(-6.78%)・緑(-6.56%)値における低下率の軌跡に類似性が見られることである。それに比べ、白(1.74%)値はかなり低い値を示しながら、やや増加する傾向を見せている。彩度値が低くなると言うことは、無彩色になるこ

図2 各パネルのHSBの変化例

とを意味し、赤・青・緑パネルは彩度値の差はあるものの、視点距離が増すと、無彩色になっていくことがわかる。それに対して、白パネルの場合は視点距離が増すと、彩度が徐々に増す結果が見られた。

3) 明るさ (B)

明るさ値が一番高いのは白パネルで、順に赤・青・緑パネルとなっているが、赤値と青値は視点距離 500m を超えた地点で逆転し、白・青・赤・緑パネルの順になった。視点距離が大きくなるに従い緑値は「低下→増加→低下」、青値は「低下→増加」という変化を示している。赤値は「低下(-3.56%)」のみで、白値は視点距離 500m までは明るさの変化が殆ど見られない(微妙であるが増加傾向を見せている)が、500m 以後では「低下」する傾向を見せている。色パネルにおける明るさの変化は不規則的な変化傾向が目立つが、全般的には「低下」する傾向が見られる。

2.3 まとめ

色パネルの実験で得られた知見は、以下の通りである。

- 1) 色パネルにおける視点距離の変化に従う色相・彩度・明るさ値を示すことにより、視点距離の変化に従う色彩感の変化傾向を明らかにすることができた。また、色パネルのばらつきが視点距離により異なる表われ方をしていることから、色彩と視点場周辺環境との関係性が読み取れる。
- 2) 色相・彩度・明るさ値の平均による分析では、視点距離の変化に従う色パネル別の変化特性と相互の関係性を見出すことが出来た。
- 3) 赤・青・緑色パネルの変化傾向に比べ、白パネルの各HSB変化傾向が異なる表れ方をしていることがわ

図3 各パネルの平均HSBの変化例

かった。

3. 建物の視点距離による色彩変化

本稿では、色パネルによる実験に引き続き、実際の建物を視対象とし視点距離の変化による色彩の変化特性を検証する。

3.1 実験の方法

3.1.1 実験の手順

- 1) 実際の建物を視対象とし、500mごとに離れながら写真撮影を行う。
- 2) 撮影したカラースライドフィルムをスクリーンから読み取る。
- 3) 実験用シーンの作成としてカラーモニタ上で、写真のモンタージュ操

写真3 ケース・スタディ-1における各視点場からの撮影例

写真4 ケース・スタディ-2における各視点場からの撮影例

作を行う。

- 4) 被験者による色彩操作実験により、視点距離変化による色彩の変化特性を検証する。

3.1.2 建物の選定及び視点場

色パネルによる実験では、白と他の色(赤・青・緑)との色彩の変化傾向に相違性が見られたため、建物による色彩の変化実験では、複数の色を持つ建物(ケース・ステディ-1)と白い色を持つ建物(ケース・ステディ-2)を選定し、実験対象物とした。

- 1) ケース・ステディ-1 (京都ホテル)：京都市内の建物で、外観は複数の色を持つ。京都ホテルを0地点とし、真東に向かって500mごとに離れた地点を視点場とした。視点場から建物を眺めた時、背景に京都市内が広がる。最遠視点距離は2 kmであり視点場は4ヶ所である(写真3)。

図4 写真によるモンタージュの操作例

写真5 ケース・ステディ-1・2の実験シーン例

- 2) ケース・ステディ-2 (LAKE BIWAホテル)：滋賀県守山市の琵琶湖沿いの建物で、窓以外は全体的に白い。LAKE BIWAホテルを0地点とし、南に向かって500mごとに離れた地点を視点場とした。視点場から建物を眺めた時、建物の左側と背景には琵琶湖が、右側には守山市がある。最遠視点距離は3.5kmであり、視点場は7ヶ所である(写真4)。

3.1.3 写真撮影記録及びデータの記録

ケース・ステディ-1は朝09:00時、ケース・ステディ-2は昼間15:00時、晴れの日¹²⁾に撮影を行った¹³⁾。撮影したカラーライフィルム¹⁴⁾の解像度1012dpiで読み込んだ。

3.1.4 実験用シーンの作成

視点距離別の写真データを用いて実験用シーンの作成を行う。作業は全てモタ上で行われる。(図4、写真5)

- 1) 近距離の写真データから視対象建物 (T_n とする) を切り取る。
- 2) T_n を遠距離の建物 (T_{n+1} とする) の写真データに移し、 T_n の建物を T_{n+1} と同じ大きさになるように縮小する。本実験で T_n と T_{n+1} の視点距離差は500mである。
- 3) T_n を T_{n+1} に隣接させ、似環境をつくる。他のシーンも同じ作業を繰り返し、実験用シーンを作成する。

3.1.5 被験者による色彩操作実験

色彩の操作要素として、色相・彩度・明るさとコントラスト・明度による操作に限定し、近距離の建物が遠距離にモンタージュされた際の色彩の操作特性を調べるため、被験者によるシミュレーション実験を行うと共に、視点距離の変化による建物の色彩変化の分析を試みる。

- 1) 実験日：1995年8月2から10日
- 2) 実験装置：カラーモニタ¹⁵⁾
- 3) 被験者：京大建築学科の大学院生5名
- 4) 使用シーン：ケース・ステディ-1は3シーン
ケース・ステディ-2は6シーン
- 5) 表示順序：近距離シーンから遠距離シーンの順
- 6) 実験方法：色彩要素の中でまず、明るさ・コントラストを操作し、色相・彩度・明度を操作する順を取る
- 7) 表示時間：特に制限なし
- 8) 記録：被験者にはモタを前にし、 T_n を T_{n+1} と同じ建物になるよう色彩を操作させ、その際に発生する色彩要素の操作値を記入する

3.2 実験結果の分析

視点距離の変化に対する被験者の回答値を色彩要素別に図5・6で示す。¹⁶⁾以下ではケース・ステディ別の色彩分析を行う。

3.2.1 ケース・ステディ-1

- 1) 明るさ：被験者は全シーンにかけて明るさ値を増加させている。つまり、視点距離が大きくなるに従って、建物は明るくなっていく。また、その増加幅は視点距離が大きくなるに従って減少している。

- 2) コントラスト:「500m→1km」のデータはかなり低下する傾向を示すものの、視点距離が大きくなるに従って、操作値のばらつきが大きく表れた。全体的には低下する傾向があるといえる。
- 3) 色相:「500m→1km」のデータ値が低下していることから、建物の色相が大きく変化していることが見て取れる。「1km→1.5km」と「1.5km→2km」では操作が分かれ、値を低下させた被験者と増加させた被験者が同じ人数であった。つまり、色相は変化するが、どの方向に変化しているかを掴むのは非常に困難であったと考えられる。
- 4) 彩度:他の色彩操作値と比べて一番ばらつき率が大きく、被験者により異なる変化傾向を見せている。
- 5) 明度:「500m→1km」を除けば全体的には低下する傾向を見せており、明度の変化値のみで考えると、ケース・ステージ-1の建物は視点距離が大きくなるに従って暗くなっていくといえる。

3.2.2 ケース・ステージ-2

- 1) 明るさ:被験者別に異なる操作傾向を見せているが、全体的に明るさ値を増加させるケースが多く、視点距離が大きくなるに従って明るくなっていく傾向を示している。
- 2) コントラスト:ばらつきは見られるものの、全シーンで低下する傾向を見せている。視点距離が大きくなるにしたがってコントラスト(輪郭)が弱くなっていくことが予測できる。
- 3) 色相:「500m→1km」と「1.5km→2km」では増加値を見せたものの、他シーンでは低下値を見せている。視点距離の変化による色相の変化が予想される。
- 4) 彩度:実験色彩項目の中で被験者別ばらつきが一番大きく表れている。被験者により異なる変化値を見せているが、「1.5km→2km」を除けば、視点距離が増すと彩度値も増す傾向がみられる。
- 5) 明度:全体としては低下する傾向で、視点距離が大きくなるに従って暗くなっていくことが予測出来る。

図5 ケース・ステージ-1における色彩操作値

図6 ケース・ステージ-2における色彩操作値

3.3 考察

- 1) 被験者は全実験シーンで明るさ値を上げるが、明度値は下げる操作をしている。その理由として被験者は始めの印象として建物の明るさ値を上げるが、コントラスト・色相・彩度値による画像操作の結果、今度は逆に明度値を下げざるを得なかったと考えられる。
- 2) コントラスト操作の場合、微妙な差はあるものの、全体的には視点距離が大きくなるに従って低下する傾向(輪郭が弱くなる)を見せている。変化率がケース・ステージ-2よりケース・ステージ-1の方が大きく表れているのは、(1) 視点場周辺環境の違い¹⁷⁾、(2) 白色の方がコントラストが強い¹⁸⁾の2つの理由が考えられる。このことから建物の色彩の違いにより異なる変化傾向が予測できる。
- 3) 色相値の変化率が単色の建物(ケース・ステージ-2)より複数の色を持つ建物(ケース・ステージ-1)に大きく表れているのは、(1) 実際の視環境の中での視対象の縮小に従う隣接色の融合による色相値の変化と、(2) モンタージュされる際の画像の縮小による隣接色の融合による色相値の変化の二つの理由が考えられる。ケース・ステージ-2よりケース・ステージ-1にばらつきが大きく表れているのもこのことと関係があると思われる。この様な「隣接色彩間の融合」現象は、単色の建物より複数の色を持つ建物の場合がより大きく現われることが確認された。
- 4) 彩度の操作値は、ケース・ステージ-1・2共にばらつきが大きい。その中で、ケース・ステージ-1の操作値は低下する傾向が多く、ケース・ステージ-2では増加する傾向が多く見られた。つまり、ケース・ステージ-1の建物は視点距離が大きくなるに従いやや無彩色となるのに対し、ケース・ステージ-2の建物は彩度を増していくと考えられる。

3.4 まとめ

建物の実験で得られた知見は、以下の通りである。

- 1) 明るさと明度の色彩操作には互いに相違性があり、建物の距離感を表現するのに明るさ或いは明度のみでは説明できないことを示している¹⁹⁾。
- 2) 建物が「白色」の場合では遠距離でもある程度のコントラスト感が維持されているのに対して、建物が複数の色を持つほど視点距離の増大によってコントラスト感は急激に減少していく。
- 3) 色相値は、視対象となる建物の色が多い(複数)ほど変わりやすく、単色であるほど変化が小さい。
- 4) 彩度値の変化は、単色の場合は彩度が増し、複数色の場合は無彩色になっていく傾向が見られた。
- 5) データ値にばらつきが生じることは、視点距離変化に対して被験者ごとに、色彩操作をする際の認識の違いが生じていることを表わし、その認識の差が大きいほど被験者の色彩操作に困難が生じることが予想できる。

4. 結論

色パネルと建物における色彩の変化実験を通して得られた知見を以下に述べる。

- 1) 色パネルの色相値は徐々に変化するのに対して、建物(特にケース・ステージ-1)の場合は変化ばらつきともに大きく表れている。また、ケース・ステージ-2の白色の建物の方が色相変化が安定しており、視点距離の変化にもかかわらず色相の変化が少ないことがわかった。
- 2) 彩度値の変化を見ると、色パネルでは白がやや増加傾向を見せるのに対し、他の色は急激な低下傾向を見せている。このような傾向は建物の実験でも表れ、複数の色を持つ建物は低下傾向とばらつきが大きく表れているのに対して、白色の建物の場合は彩度値が少々増加する傾向を見せている。結果的に、視点距離が大きくなるに従い、白色に於ける彩度値は増加するのに対し、他の色に於ける彩度値は低下し、無彩色となっていくことが予想できる。
- 3) 色彩の変化は色相のみならず彩度・明度も関係が深く、また色によって変化率は異なる。ここでは特に、白と他の色とが異なる変化傾向を示すことがわかった。

本報は、視点距離変化と建物の色彩について、色パネルと建物を用いて考察を行った。今後、同じ方法で調査対象を増やし事例分析を重ね、さらに視点距離を綿密に調べることで、距離と色彩との関係を関数近似することも可能と思われる。また、本報で得られた色彩変化傾向を用いて、フォト・リアリスティックなCG表現を実現するためには、今後、距離帯別の形態・テクスチャの変化とデータ構造に関しても、あわせて更に研究する必要があると思われる。

謝辞

本研究を纏めるにあたり貴重なご意見を頂いた、京都市大学工学部 池田光男教授、宗本順三教授に、記して感謝の意を表します。

注釈

- 1) 複雑な視覚系の変化によって生じる色の見え方の変化には、色の空間対比 simultaneous color contrast と時間対比 successive color contrast がある。
- 2) 視対象を建物に設定した視点距離と見え方の変化に関する既往研究には、H・ブルメンフェルト(H・Blumenfeld)²⁾・芦原⁴⁾の研究があり、視点距離における建物の識別尺度を分類し、1.6kmを都市景観の限度として設定している。内田⁷⁾は建物を視覚的障害物として扱い、視対象までの視点距離が変化する際に各種の感覚が生起あるいは消失する地点を調査した。最近の研究成果の中で、張⁸⁾の研究は、都市景観における高層建築ファサードの見えの一般化を目的とし、認識の変化を調べ、視距離を知覚/認知で分けている。また、テスチア⁹⁾研究の一分野として清家¹⁰⁾は、視対象の表面自体の性状・視覚及び媒体となる光の性状と凹凸の見える領域との関係を明らかにしており、これらの研究は何れも、視点距離の変化に対して建物の構成要素の見えの変化(被験者を用いた目視により視覚認識域を調べる)を主な研究テーマとしている。
- 3) カラーモニターはMacintosh 16inch (RGBビデオ信号・セパレート同期・解像度832×624ドット・70dpi)を用いた。

- 4) RGB・CMYKはCGや印刷において非常に重要なカラーモデルに対し、HSBカラーモデルは人間の色の認識の仕方に基づいた色彩表現モデルである。
- 5) 実験パネルの再現を考慮し、設置時の各色パネルごとの色彩値を、色パネルから2m離れた地点から色彩計(ミノタCS-100)で測定し、XYZ系データとして記録した(表1)。ここで「Y」値は対象の反射特性(または透過特性)、簡潔に言えば「色の明るさの程度」を表す指標であり、「x、y」値は色合いと純度の指標を表わしている。

表1 色パネルのYxyデータ

色パネル	Y	x	y
赤	2,800	0.526	0.321
緑	3,780	0.266	0.403
青	3,290	0.244	0.254
白	16,100	0.344	0.361

- 6) 本研究では、気象条件が「晴れ」の日を有効日とする。天気「晴」と言うのは、全曇率10分比が2以上8以下の場合に使用する「基本天気」及び「天気変化」用語である¹⁰⁾。京都気象台は、一日に4回(03・09・15・21時)に現在の天気、視程(km)、全曇率10分比、雲の状態、個々の雲(丘、形、向、高さ)などを観測しており、本研究では類似する気象条件時のデータを用いている。
- 7) 色パネルにおける写真撮影記録
- 1) カメラ: Nikon F90、28mmレンズ(水平角:64° 垂直角:45°)
 - 2) フィルム: PROVIA カラーライต์フィルム(ASA 100)
 - 3) 露出: 視点場1(視対象の色パネルから100m離れた地点)から色パネルを眺めた場合の全体露出を基準とし、全視点場を同じ露出で撮影
- 4) 撮影日: 1995年5月18日、19日、6月1日の3日間
- 8) カラーライต์フィルムのスキャナは、POLASCAN 35(日本ポラロイド株式会社)、24bitカラーを用いた。
- 9) 色彩の抽出は、各色パネル中心部の3ピクセル四方の平均値。ピクセル(画素)はディスプレイやモニター上の点を指し、画像の最小単位である。画像度に従って画素の個数が定まり、本研究で用いた832×624ピクセルのモニターであれば307200個の画素となる。
- 10) 0.9mのパネル幅は700メートル地点で35mmフィルム上では0.04mmとなり、2700dpiで読み込めば3ピクセル強となるため、本報では3ピクセル四方の平均値をもって色パネルの色彩値とみなした。
- 11) 視点と対象と間には空気というフィルターが存在し、湿潤・排ガス等の汚染・対象の反射率・光の入射角等の微少な環境によって光の状態が変化することが予想される¹¹⁾。
- 12) 注6)と同一
- 13) ケース・スタディにおける写真撮影記録
- 1) カメラ: Nikon F90、28mmレンズ(水平角:64° 垂直角:45°)
 - 2) フィルム: PROVIA カラーライต์フィルム(ASA 100)
 - 3) 露出: 視点場1(視対象の建物から500m離れた地点)から建物を眺めた場合の全体露出を基準とし、全視点場を同じ露出で撮影

- 4) 撮影日: 1995年7月26日
- 14) 注8)と同一
- 15) 注3)と同一
- 16) 図中の数値はフォトレタッチソフト(本報ではadobe photoshopを使用した)上の数値であり、色彩の変化傾向および色彩要素の相対的な変化の度合いを把握するため示した。なお色相における数値は円上での変化角度、その他の項目における数値はパーセントを単位とするものである。
- 17) ケース・スタディ-1は京都市内の建物でケース・スタディ-2の建物の周辺環境に比べて空気汚染などの影響¹²⁾が、視点・視対象間の中間要素としてデータに反映されたことが予想される。
- 18) 白色の物体は他の色の物体よりコントラスト(輪郭)が強いことが知られており、この様な要素の違いがコントラスト値に影響を与えたと考えられる。
- 19) 川添泰宏、千々岩英彰¹³⁾は明度と明るさの関係を「色の明暗感は、色の明度と相関関係が高いというのが定説のようにになっているが、明度だけでは説明できない。「暗さ」としては、明度の低い色が上位を占めているが「明るい」色としては、白っぽい色のほかに、黄・青・赤などの純色が上位を占めている」と記述している。

参考文献

- 1) 樋口忠彦: 景観の構造、技報堂、1975、pp.22
- 2) レオナルド・ダ・ヴィンチ: 杉浦明平訳、レオナルド・ダ・ヴィンチの手帳(上)、岩波書店、1954、pp.224-226
- 3) 日本色彩学会編: 色彩科学ハンドブック、東京大学出版会、1980、
- 4) 池田光男: 色彩工学の基礎、朝倉書店、1980、pp.197
- 5) H・ブルメンフェルト(H・Blumenfeld): "Scale in Civic Design," (The Town Planning Review, Vol. XXIV 1953-1954, University Press, Liverpool.)
- 6) 芦原義信: 外部空間の設計、彰国社、1975
- 7) 内田茂: 視覚的障害物としての建築物に関する研究、日本建築学会論文報告集第306号、pp.58~64、1981.8
- 8) 張奕文ほか3名: 距離による高層建築ファサードの見えの変かに関する研究、日本建築学会計画系論文集第468号、pp.143~149、1995.2
- 9) 清家清、平山達: 表面凹凸の見え方について、日本建築学会論文報告集号外、pp.502、1966
- 10) 気象ハンドブック編集委員会編: 気象ハンドブック、技報堂、1979
- 11) 気象学ハンドブック、技報堂、1959
- 12) 川添泰宏、千々岩英彰: 色彩計画ハンドブック、視覚デザイン研究所
- 13) 中前栄八郎: コンピュータグラフィックス、オーム社、1992
- 14) 大石進一、牧野光則: グラフィックス、日本評論社、1994
- 15) 水上考一: コンピュータ・グラフィックス、朝倉書店、1992
- 16) 安居院猛、中嶋正之: コンピュータグラフィックス、昭晃堂、1993
- 17) 金鐘河ほか2名: 視点・視対象間距離と色彩変化の関係—CGによる距離感表現に関する研究—その1—、日本建築学会計画系論文集第475号、pp.209~215、1995.9

(1995年10月10日原稿受理、1996年3月12日採用決定)