

3D 点群を用いた景観構造に関する研究

日大生産工（院） ○菊田 康平
日大生産工 岩田 伸一郎

1. はじめに

1.1. 研究の目的

景観は時間帯によって大きく見え方を変える。鈴木ら¹⁾は、商業地区の景観写真を対象として、SD法による景観イメージ評価実験を行い、因子軸と、夜に浮き出す要素あるいは消失する要素との相関分析を行っている。これにより昼景と夜景に対する評価の違いと、昼景と夜景の物的・空間的条件とを関係づけている。また、景観の物的・空間的条件を調査するうえで乾ら²⁾は、景観を構成する根本的な要素は輝度であるとして、景観画像において隣接画素間の輝度比による分析を行っており、景観における輝度の重要性を提言している。乾らの研究では、景観を構成する輝度分布を2次元で分析していたが、景観は空、山、建物といったレイヤー状であり3次元での分析が必要である。また、鈴木らの研究より3次元の分析では輝度分布と景観イメージを関連付けることで、照明や都市デザインにおいても同様の景観イメージを再現することが可能であると考えられる。したがって、本研究では輝度を物的・空間的条件として、景観における輝度とイメージの関係を調査する。本研究では、前段階として時刻変化に伴う景観の輝度分布を明らかにすることを目的とする。

1.2. 研究の位置づけ

本研究での輝度検出方法として景観画像を使ったフォトグラメトリ法を用いる。フォトグラメトリは対象を様々な角度で撮影した画像をもとに3Dモデルを作るソフトである。3Dモデルを作る際、Harrisら³⁾の画像における隣接画素間の輝度差を検出する仕組みを用いて、点群を3次元上に作成していく。この3D点群機能から景観の輝度分布を可視化する。

2. 研究方法

2.1. 研究のフロー

一日の流れのうち景観が大きく変わる朝、正午、夕方、夜で、景観画像を撮影する。撮影した画像をもとに3D点群を作成し、各時刻との比較・分析を行う。

2.2. 選定地域

輝度分布を3次元で観測したいため、景観に段階的な奥行きがあり、建物が立ち並んでいたり高低差があるようなレイヤー性、輝度を観測するため照明や建物の窓から漏れる光、日射が遮られないといった光が多くみられる特徴を持ち、景観として広く知られている東京駅丸の内駅前広場（以下、広場）を対象とし、広場から駅舎方向を景観範囲とした。その範囲を図1に示す。

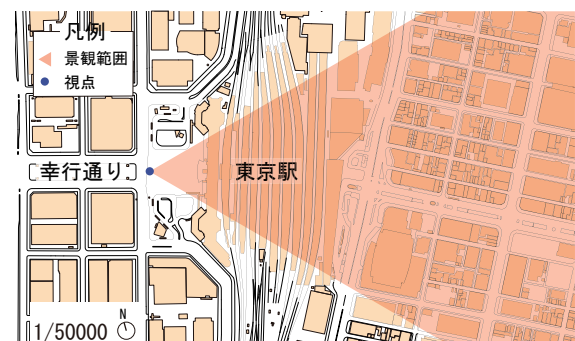


図1 対象の景観範囲

2.3. 撮影方法

撮影地点、撮影方向を図2に示す。正面方向撮影時、各画像の重複度が69%^{注1)}となる1m間隔を撮影地点とし、21地点から撮影した。また、フォトグラメトリは被写体に対して様々な角度から撮影することで画像内の一致点を3次元上で特定し、3Dモデルを作成する手法のため、各撮影地点における撮影方向は駅舎中央部分とした。

本研究ではすべて手持ちで撮影^{注2)}を行った。撮影にはデジタルカメラ^{注3)}を使用し、目線の高さ^{注4)}にカメラを構え撮影を行った。

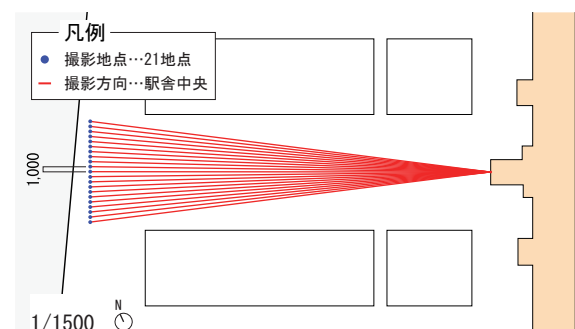


図2 撮影地点と撮影方向

2.3.1. 撮影時刻の設定

同じ地点で同じ方向を見ていても、時刻の変化によって全く異なるイメージを持ったり、まるで違う景色に見えたりすることをしばしば経験することがある。異なる時刻で撮影を行う。時刻に関しては、気象庁発行の資料⁴⁾(図3に示す。)より朝、正午、夕方、夜の4つを撮影時刻とした。朝、夕方、夜に関しては数時間にまたがる範囲であったため範囲の中間の時間である7:30, 16:30, 21:00を起点とし、1時間の範囲で撮影を行った。それぞれの撮影時刻は朝(7:30～8:30)、正午(12:00～13:00)、夕方(16:30～17:30)、夜(21:00～22:00)とした。

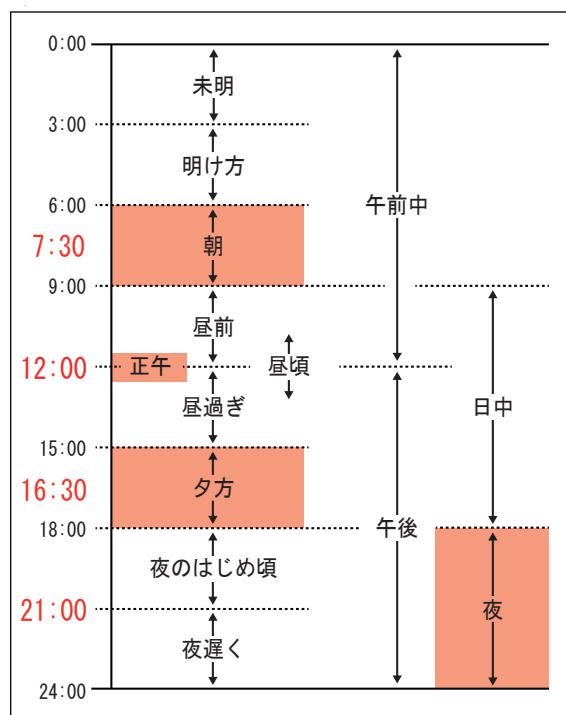


図3 1日の時間細分図

フォトグラメトリは画像からテクスチャのついた3Dモデルを作成するツールであり、画像の輝度がそのまま反映される。そのため基本的には影や日光の反射が生じづらい曇りの日に撮影を行う。しかし、本研究では景観の輝度が対象のため影や日光の反射も含んだ日常的な天気撮影を行うとしてすべての撮影は2024年10月12日の晴れの日に行った。撮影時の各時刻のカメラ設定を表1に示す。また各時刻撮影時の様子として正面からの撮影画像を図4, 5, 6, 7に示す。

表1 各時刻のカメラ設定

時刻	シャッター速度(s)	絞り	ISO感度
7:30	1/100	F8.0	100
12:00	1/100	F8.0	100
16:30	1/20	F8.0	100
21:00	0.5	F6.3	400



図4 朝の正面からの撮影画像



図5 正午の正面からの撮影画像



図6 夕方の正面からの撮影画像

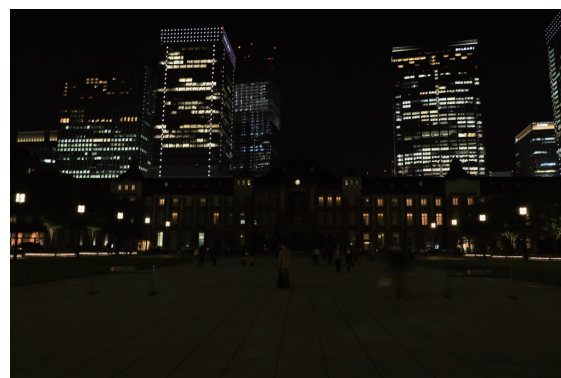


図7 夜の正面からの撮影画像

2.4. 3D点群の作成方法

3D点群の作成には、フォトグラメトリソフトである3DF Zephyr Lite^{注5)}を用いた。写真撮影により得られた21枚の画像をソフトに取り込み、高密度点群を作成^{注6)}する。

3. 結果と考察

各時刻の正面からの 3D 点群を図 8 に示す。

朝 (7:30 ~)



正午 (12:00 ~)



夕方 (16:30 ~)



夜 (21:00 ~)



図 8 各時刻の正面からの 3D 点群

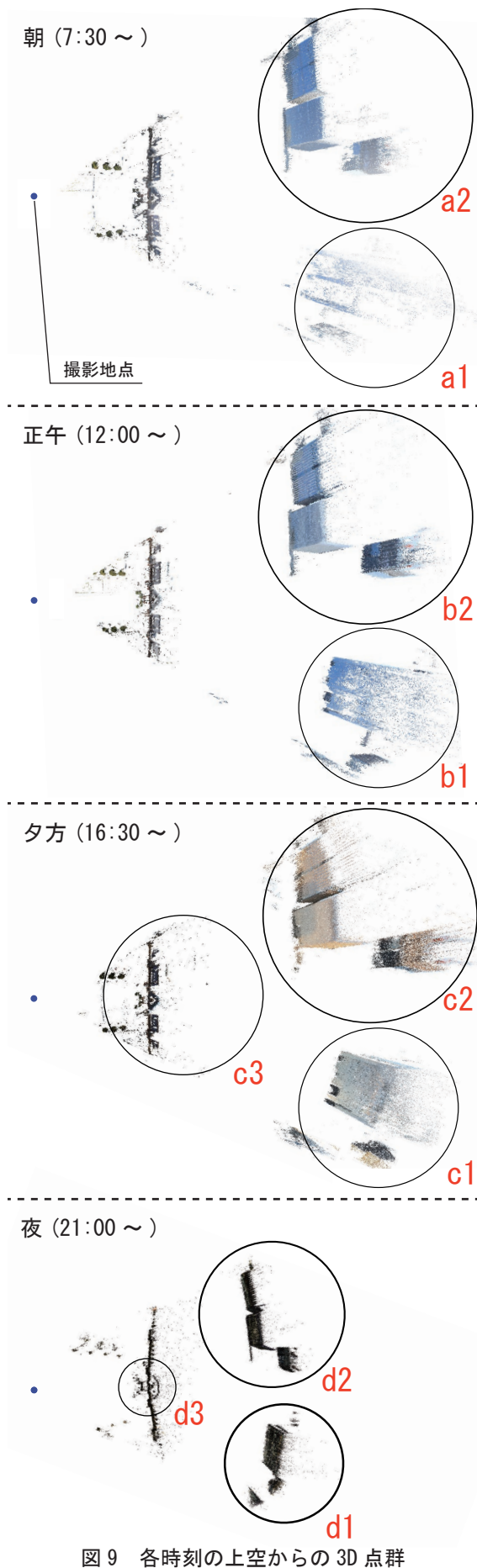


図9 各時刻の上空からの3D点群

3D点群の奥行方向の輝度分布を比較するため各時刻の上空からの3D点群を図9に示す。図9よりa1, b1, c1は同一地点において時刻が進むほどに徐々に点が増えた。これは朝の時刻にこの方向が逆光であったため輝度を正確に観測できなかったと考えられる。図4の画像と図8の朝における3D点群を見ても逆光が見られ、その部分に点の欠落が見られた。a2, b2, c2では時刻が進むほどビル上部の点の散乱が大きくなっている。これは時刻が進むほど太陽光が射す角度が小さくなったためと考えられ、夕方ではビル上部がその角度の延長線上に散乱したと考えられる。

夜はd1, d2といったビル群は撮影地点からの奥行が小さくなった。また、駅舎がカーブしている点、駅舎前の植栽がハの字状に広がっていることから夜では、実際よりも撮影地点からの奥行が小さく認識されたと考えられる。c3は駅舎裏に点群が見られ、またd3では駅舎の屋根部分に点が打たれなかった。時刻が進むごとに駅舎の屋根の色と空の輝度の差が小さくなり欠落したと考えられる。

4. まとめ

本研究では3D点群を輝度分布として捉え景観構造を3次元で分析した。今後は、点の詳細な分布状況やその分析手法を検討していく。また、3D点群の満ち欠けと実験参加者による景観画像への反応より、輝度分布による景観構造と空間認知の関係性についても研究を進めていく。

注釈

- 注1) フォトグラメトリでの画像間の適正重複度は60%以上である。
- 注2) 広場内は三脚が使用禁止、前面道路を挟んだ行幸通りでは午前0時から午後1時の間のみ三脚が使用可能であったが、朝、正午、夕方、夜すべての時刻で撮影条件を揃えるため広場内にて手持ち撮影とした。
- 注3) カメラ本体：CANON EOS 6D Mark II (デジタル一眼レフ)、レンズ：CANON EF24-105mm F4L IS II USM、レンズフード：EW-83M、レンズ焦点距離：24mm
- 注4) 撮影者の目線の高さ153cmをカメラの高さとした。
- 注5) カメラ数：21、カメラ方向プリセット(カテゴリー：一般、プリセット：深い)、高密度点群作成プリセット(カテゴリー：一般、プリセット：高精細)の設定で3D点群を作成した。
- 注6) 3DFlow社の写真計測用フォトグラメトリソフト

参考文献

- 1) 鈴木ひろ枝他、「商業地区における昼夜間景観変化に関する考察」、日本都市計画学会学術研究論文集, No. 27, pp781-786, 1992.
- 2) 乾正雄他、「景観の輝度分布に関する研究」日本建築学会計画系論文集, No. 384, pp36-43, 1988.2
- 3) Harris 他, 「A COMBINED CORNER AND EDGE DETECTOR」In 4th Alvey Vision Conference, pp147-151, 1988.
- 4) 気象庁「1日の時間細分図」, https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/saibun.html 2023, 10, 03閲覧