

# モバイルマッピングシステムを用いた 街路上からの緑地景観の定量化に関する研究

船戸 智也<sup>1</sup>・佐田 達典<sup>2</sup>・石坂 哲宏<sup>3</sup>・郡司 国光<sup>4</sup>

<sup>1</sup>学生会員 日本大学大学院 理工学研究科社会交通工学専攻 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)  
E-mail:csto12019@g.nihon-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 日本大学教授 理工学部交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)  
E-mail:sada.tatsunori@nihon-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 日本大学助教 理工学部交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)  
Email:ishizaka.tetsuhiro@nihon-u.ac.jp

<sup>4</sup>非会員 沼津市 水道部 下水道整備課 (〒410-8601 静岡県沼津市御幸町16-1)  
Email:gunji-67@hotmail.co.jp

街路内における緑量の定量化手法では、人の視野内に占める緑量の割合を示す緑視率が用いられている。現在、この緑視率の調査ではデジタルカメラ等を用いた手法が一般的であるが、この方法では撮影された視点からの緑視率のみの算出となり、複数回の撮影を行う必要がある。本研究では、道路計測に用いられるモバイルマッピングシステムの三次元点群情報を活用し、市街地の街路におけるドライバからの緑地シーケンス景観の定量化を検討した。実際に市街地の街路をモバイルマッピングシステムで走行し、取得した三次元点群情報から街路空間の連続した緑視率の算出を行い、連続性の定量化の検討を行った。その結果、三次元点群情報による連続した緑量の定量化を行うことができた。

**Key Words :** *Mobile Mapping System, Point Cloud Data, Green Landscape, Ratio of Green*

## 1. はじめに

近年、街路空間の景観に対する意識が高まっており、単に交通の機能を満足させるだけでなく、快適かつ質の高い空間が求められている。なかでも道路植栽は道路機能の向上と道路環境の保全を目的として整備されており、街路景観の構成において重要な要素であるとされている<sup>1)</sup>。

街路景観における植栽の評価方法には、人の視野内に占める緑量の割合を表す指標として緑視率が主に用いられている。緑視率は街並みや地区を対象とした景観規制の指標として用いられており、調査にはデジタルカメラ等を用いて撮影した静止画を使用する方法が一般的である。しかし、この方法では撮影時の固定された視点の1点からの緑視率のみの算出となり、様々な視点からの緑視率の算出には複数回の撮影を行う必要がある。

本研究では、道路計測などで用いられている道路を走行することにより道路及び道路周辺空間の三次元情報が取得可能なモバイルマッピングシステム(以下、MMS)に着目した。MMSによって取得される三次元点群情報

(以下、点群データ)には位置情報(X,Y,Z)と色情報、反射強度値が含まれており、道路及び道路周辺空間の三次元空間をパソコン画面上に再現することが可能である。点群データを用いることにより、様々な角度からの緑視率の算出が可能となる。本研究では、MMSで取得された点群データを用いることでドライバの視点からの連続した街路空間の緑視率を算出し緑地景観の定量化を検討した。

## 2. 既存研究

景観評価に関する研究では杉山ら<sup>2)</sup>の研究があり、視点の連続性を取り入れた「シーケンス景観」の観点から景観評価を行っている。評価方法としてCGアニメーションを用いてシーン景観とシーケンス景観を比較し、違いを明確にした。その結果、シーケンス景観を用いた景観評価は被験者の感覚が実走行時に近いと、シーン景観に比べ正確であることを明らかにした。

また石井ら<sup>3)</sup>は、屋内外における緑視率の心的効果について検証を行っており、若年者と高齢者にアンケート

調査を行うことによって年代間の差についての検証も行った。その結果、緑視率による心的効果は年代間に大きな差がないことを明らかとした。また、緑視率は屋内では30%未満に最適値が存在し、屋外では50%までは好ましさが上昇する傾向がみられるが、それ以降は変化がみられないことが明らかとなっている。この研究により緑視率による植栽量の評価が有効であると示された。

点群データを用いた景観評価に関する研究では、重信ら<sup>4)</sup>の研究があり、点群データを用いた街路の歩行空間のシークエンス景観評価を行った。12パターンの街路条件を設定し、各アニメーションを被験者に見せた後にアンケート調査を行った。アンケート調査結果から、因子分析及び数値化I類による分析を行い、街路景観が高揚感・安定感・開放感の因子で説明可能であることを明らかとした。

以上の既存研究より、街路空間の緑地景観の評価にはシークエンス景観を取り入れること及び緑視率を用いることが有効であり、点群データが景観評価に利用可能であることが示されている。現在、緑地景観の定量的な評価はカメラ画像から緑視率を算出する手法が一般的であるが、撮影時から視点を変更して算出するためには複数回の撮影が必要となる。本研究では、MMSにより取得された点群データを用いることにより、様々な視点・角度からの連続した緑視率の算出が可能となると考えられる。しかし、点群データには植栽以外の道路構造物や周辺構造物が含まれており、すべての点群データを用いて緑視率の算出を行うことは困難であると考えられる。そこで、点群データを用いて緑視率を算出するために点群データ内から植栽の点群データを抽出し、緑視率を算出する手法についての検討も行った。

### 3. MMSと点群データの概要

MMSは、車両に搭載されたレーザスキャナ、カメラ、GNSSアンテナ、走行距離計などのセンサを統合することで、走行しながら道路及び道路周辺空間の三次元情報を点群データとして計測するシステムである。MMSで取得された点群データには、位置情報(X,Y,Z)と反射強度値、色情報(RGB値)が含まれている。位置情報は、GNSSアンテナと走行距離計によって取得される車両の位置情報と、レーザスキャナによって取得された対象物の位置情報を統合することにより取得される。反射強度値は、照射されたレーザと反射して戻ってきたレーザのエネルギーの比より取得されており、金属やアスファルト舗装、車道のペイント部分など対象物の材質の違いにより値が変化するという特徴を有する。色情報は、カメラで取得された画像の色情報を基に点群データに付加させることにより取得される。



図-1 Trimble MX8



図-2 走行場所例

本研究ではニコン・トリンブル社製 Trimble MX8 (図-1) を用いて計測した点群データを用いた。MX8は、レーザスキャナを車体後方に後ろ向きに2機搭載しており、1秒間に最大60万点計測が可能なシステムである。

MMSで取得された点群データ(図-2)を用いることにより、車道からの緑視率や歩道からの緑視率などを多方向から算出可能となる点や、動画を作成することにより連続した緑視率の算出が可能となる点からメリットが大きいものと考えられる。

### 4. 点群データの取得・街路空間の選定

2012年8月8日の正午前後に、千葉県流山市市内道路の約23kmをMMSで走行し、街路空間の点群データを取得した。また、同時に点群データから作成する動画と比較を行うため、ビデオカメラで走行動画を撮影した。緑視率の算出対象とする街路は、道路形状及び植栽量に着目し、表-1の条件の組み合わせで12路線を選定した。なお、植栽量に関しては点群データ計測時に撮影した走行動画を用いて目視で判断を行った。直線及び住宅街路は、街路全体における前半部分の植栽量を判断基準としている。また、交差点については右左折するルートを選択したため、交差点右左折時の交差点内での植栽量、カーブでは直線からカーブに進入する際のカーブ前半の植栽量を判断基準として目視で植栽量が多いと普通、少ないに分類している。各12街路は以降、括弧内の略称を用いる。

表-1 街路選定条件

	条件
道路形状	直線(直), カーブ(カ), 交差点(交), 住宅街路(住)
植栽量	多い(多), 普通(普), 少ない(少)

## 5. 植栽の抽出

緑視率の算出を行うために、選定した街路空間の点群データから植栽を抽出する手法について検討した。本研究では、MMS の点群データに含まれる色情報 (RGB 値) ではなく、より人間の感覚に近い色空間である HSV 色空間による植栽の点群データの抽出を行った。

HSV 色空間は、色相 (H) ・彩度 (S) ・明度 (V) によって色を表現している。本研究では、最も植栽の点群データが抽出可能な条件として色相 H を 50~180 度、彩度 S を 20~100%，明度 V を 20~100% と設定し、植栽の点群データを抽出した (図-3)。



図-3 植栽の抽出結果

## 6. 定量化手法

街路における植栽の評価には、固定された一点からの景観評価ではなく、視点の連続性を取り入れたシーケンス景観の考え方を取り入れた定量化が有効であることが明らかとされている<sup>2)</sup>。そのため、本研究では 12 路線の植栽動画から、ドライバー視点に近い道路面から高さ約 1.2m の位置で 5m 毎に静止画を作成し定量化を行った。

### (1) 静止画の作成

対象街路は 100m 前後とし、植栽抽出後の点群データから点群データ処理ソフト (RiSCAN PRO) を用いて動画を作成した。また、各 12 対象街路で 5m 毎に図-4 のような 20 枚の静止画を画像処理ソフトを用いて作成した。動画作成及び静止画作成の詳細な条件は以下のように設定した。

#### a) 画像サイズ

画像処理ソフトより、画像サイズが 800×600 ピクセルとなるよう植栽のみの点群データから作成した動画から静止画を作成した (図-4)。

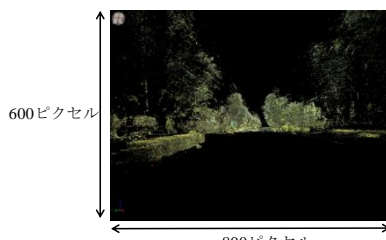


図-4 画像サイズ

#### b) 視点の位置

静止画の視点の位置は、動画作成時にドライバーの視点に近い道路面から高さ 1.2m、走行車線の右側線から 1.0m 程度の位置に設定した (図-5)。なお、視点 A<sub>1</sub> からの静止画では、静止画の中央に次の視点となる A<sub>2</sub> が位置するように視点と視線方向を設定した。

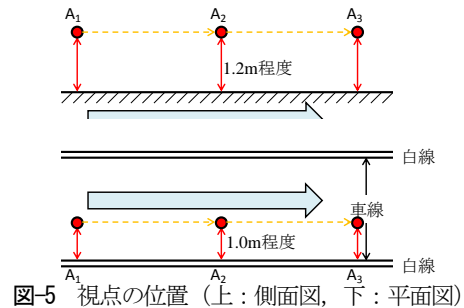


図-5 視点の位置 (上: 側面図, 下: 平面図)

### (2) 緑視率の算出方法

作成した静止画の 800×600 ピクセル毎の色情報 (RGB 値) を用いて 12 路線のすべての静止画から緑視率を算出した。緑視率 G (%) は(1)式より算出した。

$$G = p/a \times 100 \quad (1)$$

p: 植栽の色情報を含むピクセル数, a: 全ピクセル数

## 7. 定量化の結果

各路線で作成した 20 枚の静止画より算出した緑視率の平均値を表-2 に示す。また、図-6 から図-9 に 12 街路の各静止画から算出された緑視率の連続的な変化を上段に示した。また、下段に植栽量の判断を行ったビデオカメラ画像に対応した点群データの画像を示した。

表-2 より各街路の緑視率の平均値は、目視で判断した植栽量と類似する結果となった。また、図-6 から図-9 に示した点群データの画像において緑視率が大きい箇所は、目視にて植栽量が多いと判断された箇所と一致しており、視野内に占める植栽量が多いことが確認された。この結果は、どの道路形状の街路においても確認することができる。ただし、図-6 から図-9 より細かく緑視率を比較した場合には 100m という短い区間の中で緑視率のばらつきが多くみられる。

以上のことから、本手法はビデオカメラや写真によるドライバー視点の緑地景観の評価に類似した結果が得られるものと考えられる。

表-2 各街路の緑視率の平均値

		植栽量		
		多い	普通	少ない
道路形状	直線	27.6	22.0	13.4
	カーブ	31.4	29.8	11.1
	交差点	23.1	18.9	17.3
	住宅地	32.9	24.3	19.3

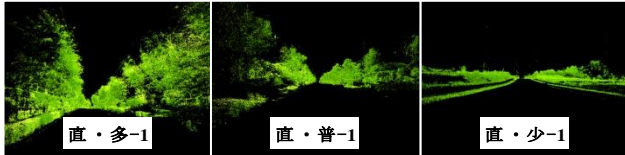
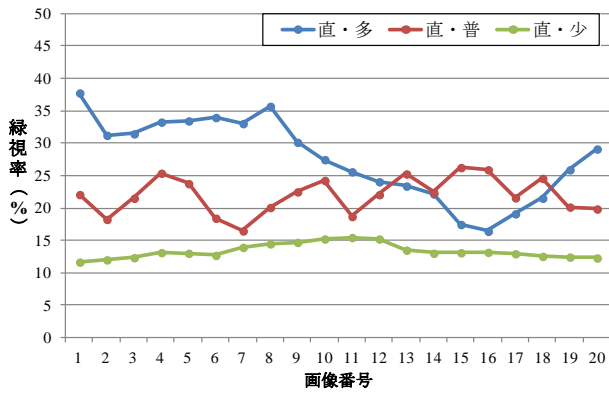


図-6 直線部の緑視率と静止画

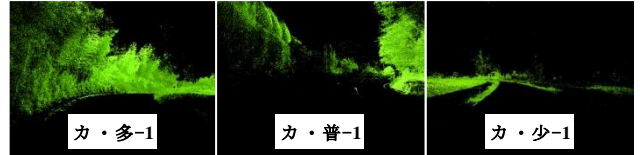
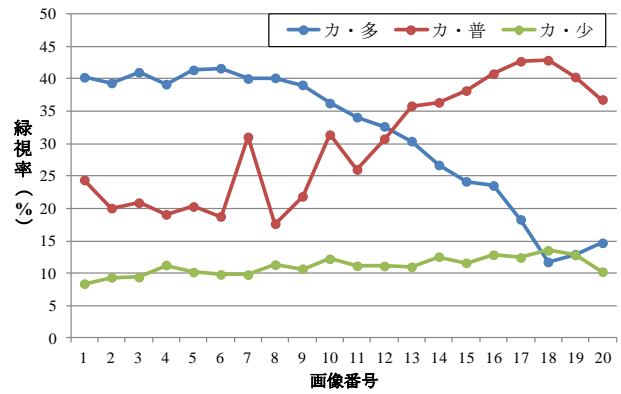


図-7 カーブ部の緑視率と静止画

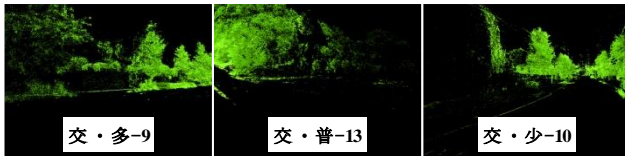
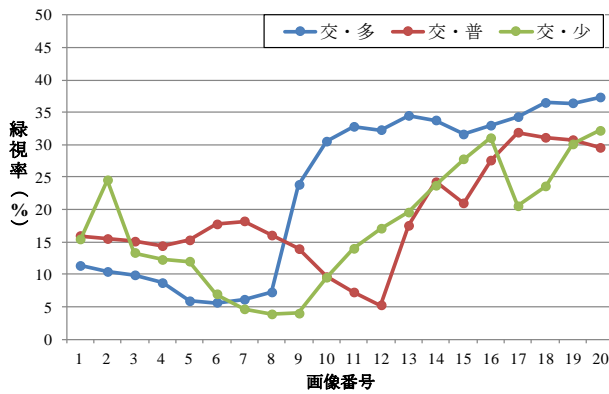


図-8 交差点部の緑視率と静止画

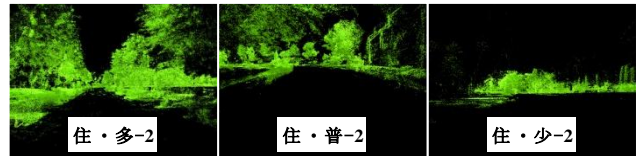
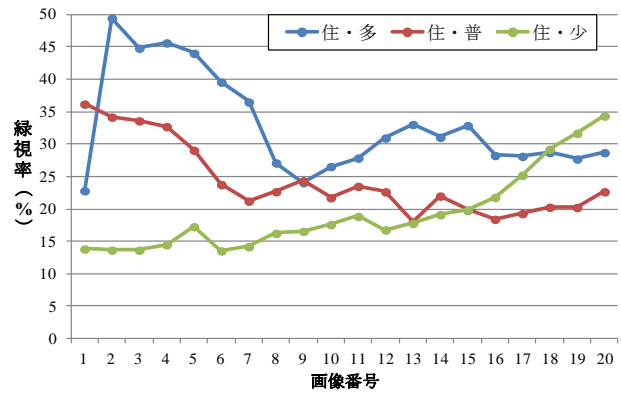


図-9 住宅街路の緑視率と静止画

## 8. まとめ

本研究では、MMSにより取得された街路の点群データから道路形状別に緑視率を算出して定量化した。その結果、ビデオカメラ動画による街路の植栽量の認識と類似した結果が得られた。そのため、本定量化手法は一般的なビデオカメラや写真による植栽量の印象と類似した結果が得られる可能性がある。

今後の課題としては、さらに対象とする街路の区間を広くすることにより街路全体の緑視率を算出し、対象区間内での緑地景観の連続性の定量化を検討していく。その際には、一般車両のドライバ視点のみでなく、一般車両とは視点の位置の異なるバスや歩行者からの緑地景観も対象とする。また、アンケート調査を行うことにより人間の感覚に類似した結果が得られるかについての検証も行う必要がある。

謝辞：計測実験にあたり、ご協力いただいた流山市役所都市計画課の酒巻祐司様、日本大学理工学部交通システム工学科の岡田智秀様、株式会社ニコン・トリンプルの金網淳次様、塩田哲司様、株式会社フィールドテックの村山盛行様、福森秀晃様にここに記して厚く御礼申し上げます。

### 参考文献

- 1) 篠原修ら：景観用語事典，株式会社彰国社，2008.
- 2) 杉山一雄ら：道路シークエンス景観評価尺度に関する研究，国際交通安全学会誌，vol.29，No.4，pp.246-247，2005.
- 3) 石井愛莉ら：緑視率の心的効果—屋内外の比較と年齢の効果—，日本色彩学会誌，vol.36，pp.114-115，2012.
- 4) 重信兼史ら：3次元レーザースキャナーを活用した街路空間の歩行シークエンス景観評価に関する研究，日本大学社会交通工学科卒業論文集，pp.175-176，2007.

(?)