

ランドマークが景観に及ぼす影響の定量的分析方法

光線追跡法を用いた景観影響物の定量的分析

中村裕文

Quantitative Analysis of the Influence that a Landmark gives for a Scene

Quantitative Analysis of the OAL using the Ray Tracing Method

Hirofumi NAKAMURA

(Accepted September 1, 2012)

Abstract This report explains a method to perform quantitative analysis of a landscape. I defined the buildings which affected the landscape as OAL (The Objects Affecting Landscape) first. I evaluate the scene in analyzing visible / invisible of the OAL. The visible simulation substitutes eyes vector for the rays vector and carries it out. I explain how to make of the 3D Geometric model for the simulation of the visible domain next. I explain building for simulation and how to make of the 3D model of the tree next. In addition, I explain the making method of the OAL 3D model for visible domain simulation. I considered it based on the result that I simulated in ray tracing in an example. I think that I can make cityscape better using this method more.

Keyword [Quantitative analysis, Ray tracing, 3D model, The Objects Affecting Landscape, Digital map]

1 はじめに

2005 年に「景観法」、「景観法の施行に伴う関係法律の整備等に関する法律」、「都市緑地保全法等の一部を改正する法律」のいわゆる景観緑三法（けいかんみどりさんぽう）が施行された。この法律は景観の整備・保全の必要性について、地方公共団体に対して一定の強制力を付与することを目的としており、景観法の制定を中心とした関連法律の整備の要素が強い。屋外広告物の規制、都市の美観風致を維持するための樹木の保存、景観計画区域を定め、この区域内の建築等に関して届出・勧告による規制を行うとともに、必要な場合に建築物等の形態、色彩、意匠などに関する変更命令を出すことができるようになった。これをうけて京都をはじめとした様々な地域で景観保護活動が行われるようになった。

しかし、現状では屋外広告物の規制や建築物の規

制を行うためにも定量的な評価の方法が少なく、経験則に基づく色彩の統一など定性的な指標による規制が中心になっている。

2 研究の目的

本研究では景観重要建物やランドマークなど景観に影響を与える“もの”を景観影響物（OAL: The Objects Affecting Landscape）として定義する。“もの”（建造物／自然物）は、景観に対して”良い影響を与えるもの”だけでなく、景観に”良くない影響をあたえるもの”も考えられるため、ランドマークとは別に名称を提案する。この OAL が影響を与える範囲をシミュレーションし、その景観に与える影響を定量的に評価する方法について報告する。また評価の指標としてシミュレーションエリアの面積に対する可視領域の割合からなる可視率を提案

する。

2. 2 既往の研究

ランドマークの都市空間への影響の研究については磯田節子¹⁾らが数値地図モデルを用いて熊本城天守閣の熊本市街地中心部にあたえる影響を空間的に求める手法について報告がある。磯田らの研究は空中を含む都市の空間的眺望領域を求める手法として容積制限などの検討に有効な手法であるが、専用のソフトウェアの利用が必要であるため本研究の手法がより簡便であり、一般的な眺望点である街路、公園などの公共空間である地表面での評価や、ランドマークの規模の評価への取り込みなどの点で本研究の提案が優れていると考える。

3 研究の方法

3. 1 可視・不可視の評価方法

本研究では OAL を視野にとらえることができる場所を可視領域、視野にとらえることが出来ない場所を不可視領域として定義する。このとき OAL を視野にとらえることが出来る“可視”とは、観測地点から OAL のどこか一部に視線が通ることであり、“不可視”は逆に視線が通らないこととなる。そこで本研究では“可視”を判定する方法として、視線ベクトルを光線ベクトルに置き換え、OAL の注視点に光源を設置し、光線追跡法を利用して光線ベクトルが届く範囲をシミュレーションすることで可視領域をもとめることとした。ここであげた光線追跡法 (Ray Tracing) はコンピュータの画面を構成する画素 (pixel) 毎に光源までの光線の反射を計算・追跡し、リアルな陰影表現を行う 3 DCG (3 D Computer Graphics) の画像シミュレーション手法の一つである。

シミュレーションの際に OAL の複数の場所にこの注視点を設定し、光源を置くことで OAL の規模の大きさに応じた可視・不可視の判定を行うことができる。

求められた可視領域の面積から、シミュレーション対象領域の面積に対する可視領域の割合より可視率を求め OAL の影響度とする方法を提案する。このとき OAL の位置や高さのみならず容積を含めて評価に取り入れる方法に本研究の独自性がある。

シミュレーションには汎用 CAD ソフトを使用し、数値地図モデルと光線追跡法を利用することで、容易に可視領域の算出を行うことが出来る。

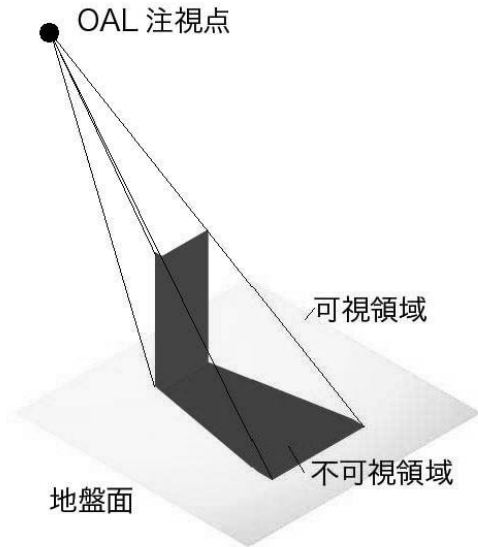


図 1 光線追跡法による可視・不可視領域

3. 2 光線追跡法を用いた可視領域シミュレーション

3. 2. 1 数値地図モデル

シミュレーションを行うために数値地図モデルを作成した。数値地図モデルは数値地形モデルと構造物モデル (商業ビルや住宅などの建物モデル、橋梁、道路、鉄塔などの構造物 etc.)、および樹木モデルからなる。

1) 数値地形モデル

数値地形モデルは対象となる地区の地形情報を等高線地図または国土地理院発行の数値地図メッシュなどから 3 次元モデル化して作成を行う。国土地理院発行の数値地図メッシュは発行されている地域が限られているため等高線地図から作成することが多くなる (図 2)。

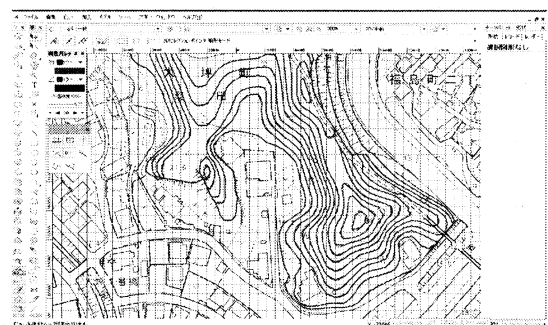


図 2 数値地形モデルの作成



図 3 角錐台モデル (左) と多段柱状体モデル(右)

数値地形モデルは等高線毎に柱状体にする多段柱状体ではなく、頂点をつなぐ面で作成する角錐台モデルを使用する(図3)。多段柱状体モデルは光線追跡法による可視シミュレーションの際、段の部分に実際には存在しない不可視領域が多く出来可視割合に大きく影響を与えるためである。

2) 構造物モデル

景観地区に建てられている建物の構造種別と階数から簡易計算法によって建物高さをもとめ、3次元モデルを作成した。橋梁や道路などは現地で高さを簡易に測り三次元モデルとした(図4, 図5)。この時のモデル作成は、磯田らの研究に用いられた方法を参考にし、表1の簡易換算式を使用した。



図4 建物の平面形状

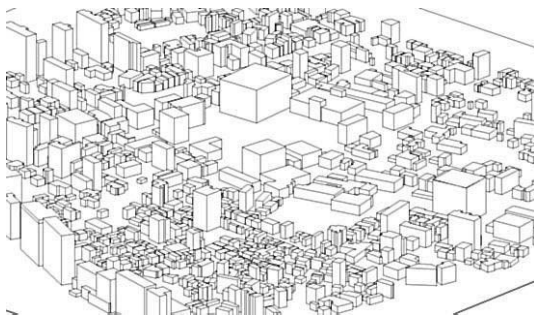


図5 建物の三次元モデル

表1 構造物モデルの簡易計算表

構造種別	建物高さ
木造	(階数×3+2) m
RC、SRC	(階数×4) m

3) 樹木モデル

3DモデルにOAL周辺の樹木を加えた方がシミュレーション結果は正確になることが確認されている⁹⁾。そこで樹木モデルについて様々な形状のモデルで検討を行った結果、モデル作成の容易さとシミュレーション結果より、幹の部分と枝葉の部分を簡略化し、モデル化するのが適当であるという結果を得た(図6, 7)。

樹木モデルは対象地域を構成する樹木の数やOALに対する影響度に応じて作成するのが適切であると考えられる。図8は宮崎県庁舎前の楠並木の樹

木モデル配置の例である。



図6 景観に影響の大きい樹木の例

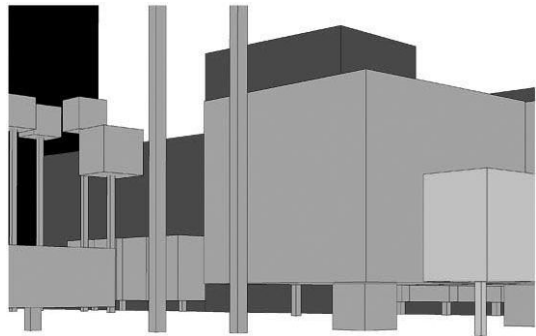


図7 景観に影響の大きい樹木のモデル化



図8 樹木モデルの配置例

3. 2. 2 OALモデル

OALはその規模によって可視領域が大きく変化する。OALの最高部高さが高いほどより広い範囲からながめることが可能であり、またOALの容積大きさが可視領域に影響を与える。実際のOALの可視・不可視は対象の一部でも見えれば可視と考えることが出来るが、従来の研究ではOALをその容積の重心や最高点の1点でモデル化し、可視シミュレーションを行っていた。そのためシミュレーションの結果が実際のOALの可視・不可視とそぐわない場合も出ていた。そこで、本研究ではOALの容積に着目したシミュレーション用モデルを作成し可視判定を行うこととした。

可視領域解析のためのOALモデルは2つの要素から出来ている。

1) 3Dモデル

OALモデルは自体が注視点の阻害要素にもあたる。OALの正面は裏側から望むことは出来ず、その逆も不可能である。そのため、3次元モデルによる形状の再現が必要になる。実際の形状に沿ったモデルにすることでOALのファサードなどの面ごとの可視・不可視もシミュレーションが可能になる。

2) 注視点モデル

最適な注視点の配置について検証を行った。モデルとして隅部の頂部および重心部に注視点として点光源を設置し(図9)シミュレーションを行い比較した。各点光源はOALモデルの各頂点から水平方向に1cm離れたところに設置した。これは頂点に直接注視点を設置すると、レンダリングの際に光源の位置判定計算精度の関係でモデル内部に貫入してしまい光の減衰の計算でシミュレーション結果に影響を及ぼすためである。このシミュレーションの解像度では1cm程度の水平方向のずれは可視領域の判定上では無視できると判断した。

容積に沿ったOALモデルの有効性確認のため、複数の注視点を配置したOALモデルの高さを変化させ複数の注視点を配置してシミュレーションした結果を図10のグラフに示す。

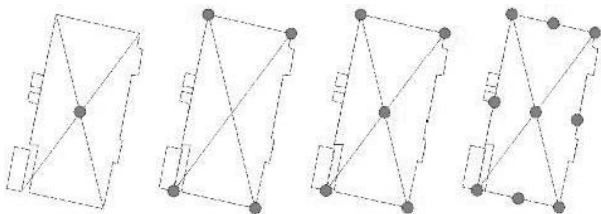


図9 注視点の複数配置

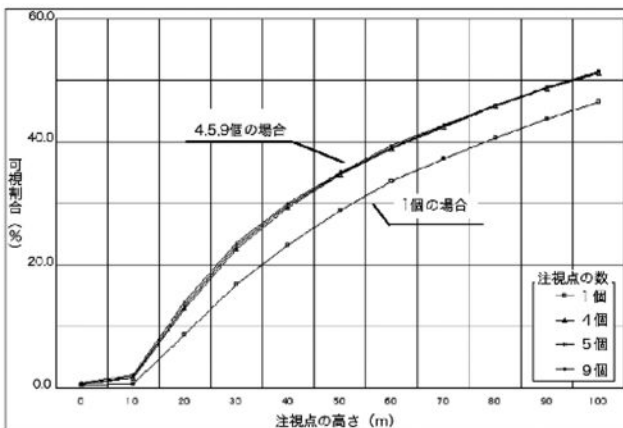


図10 注視点の配置数と可視領域の変化

図10に注視点の個数と高さの関係のシミュレーション結果を示す。グラフは縦軸が可視割合、横軸が注視点の高さで、注視点の個数を1個-9個で変

化させた結果である。注視点の位置が高くなるほど可視領域は広がっているが、注視点の数を増やした場合では容積の重心位置に1点置いた場合に比べて隅部に置いた4点、容積重心位置と隅部に置いた5点、さらに中間点に置いた9点では1点以外に有意な差が見られない。

注視点の複数配置は有効であることがわかったが過度に配置しても結果に有意な差が見られないことも判明した。このことから対象となるOALの隅部分に配置するのが適当であると判断した。

3. 2. 3 マスク

本研究では、OAL周辺の限定した区域のデータを取る方法としてマスクによる範囲限定の手法を提案する。シミュレーション範囲を限定するに当たっては対象範囲のみモデル化することも考えられるが、その場合対象区域外に建てられたOALが分析対象となる区域に与える影響を検証することが困難になる。またシミュレーション範囲の建物の屋上や屋根などが可視領域に含まれないよう除外するためにも利用可能になる。例を示すと図11に示す様にシミュレーション範囲より広めに数値地図モデルを作成し、マスク(グレーの範囲および、建物の平面形状)を掛けることで範囲外と建物の面積の影響を排除することができる。

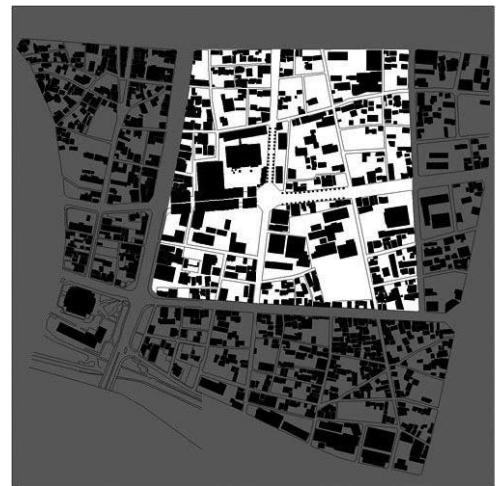


図11 マスクのイメージ

本研究では数値地図モデルのシミュレーション結果にマスクを掛けることで、1)数値地図の任意の地域の可視領域、可視割合を抽出。2)マスクを掛けた範囲の外に配置したOALモデルの可視領域、可視割合を抽出。の二つの効果を確認した。

これにより美観・景観を維持するための景観地区を設定する際に、景観地区外にある既存の建築物の

影響や景観地区設置後に新たに計画される建築物の影響を景観地区に限って定量的に判断出来るようになることが考えられる。

3. 3 シミュレーション

シミュレーションでは、レンダリング機能を有する 3D CAD ソフト上で数値地図モデルおよび OAL の 3D モデルを配置し、OAL の注視点とする場所に点光源を設置する。光線追跡法でレンダリングを行い、この点光源から発せられた光が、地表面に当たる部分を可視領域、影の部分を不可視領域と考えて検証した。

3. 4 可視領域の割合の算出方法

可視領域の定量化は、レンダリングによってできた陰影を、OAL の鉛直上から見た平行透視図として画像ファイルに変換し（図 1 2）、画像処理ソフトを用いて 2 値化処理を行い白黒の画像にする（図 1 3）ことで行う。これは、レンダリングによって得た画像の「光源からの距離の違いや光源の見える個数の違い」によるグラデーションを平滑化するためである。このとき、白色の領域が可視領域、黒色の領域を不可視領域とする。

その後、2 値化した画像の白と黒の領域の面積を、画像処理ソフト等を利用して算出する。そして、可視領域・不可視領域のピクセル数をそれぞれ「可視領域になりうる領域」のピクセル数で除して 100 を乗ずることにより、可視割合を算出する。

3. 5 事例

評価を行う対象として、「宮崎県庁舎」を OAL と設定し検証を行った（図 1 4）。この宮崎県庁舎は、戦前から県民に親しまれている建物であり、平成 20 年に宮崎県の景観重要建造物に指定されている。

宮崎県庁舎は建物だけでなく、前面の道路が楠の並木道としてブールバール整備も行われており、数値地図モデルの検証、OAL モデルの検証に適していると考えられる。

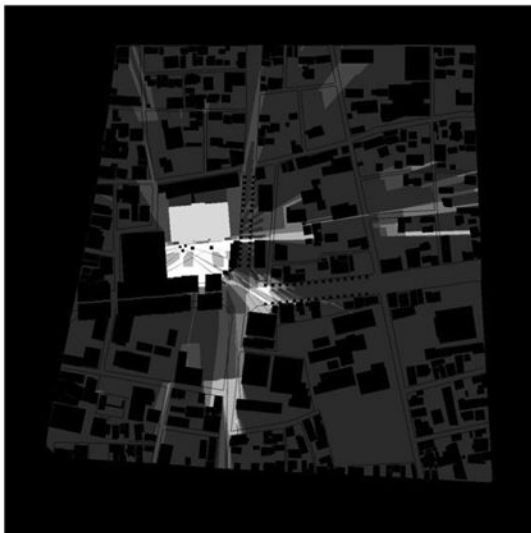


図 1 2 シミュレーションの様子

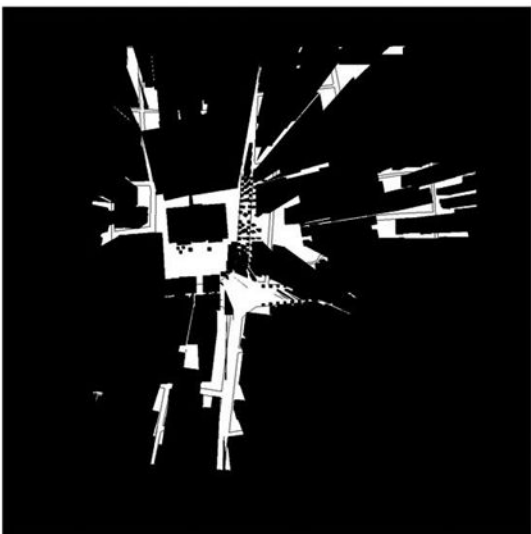


図 1 3 2 値化した画像



図 1 4 宮崎県庁舎

宮崎県庁舎の OAL モデルは図 1 5 に示す形で作成した。県庁舎の内部を特徴付けている中庭は外部の景観に影響を及ぼさないため省略している。注視点は図に示す 6 点を設定した。

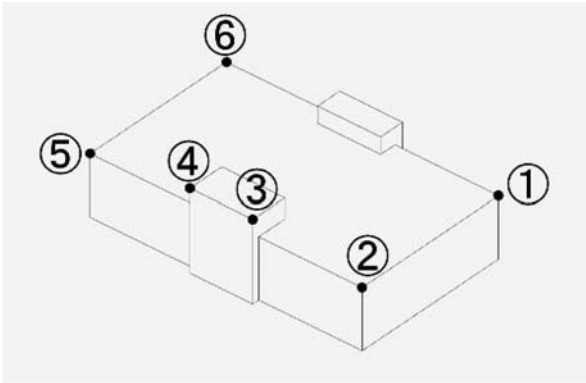


図 1 5 OAL モデル (注視点の位置)

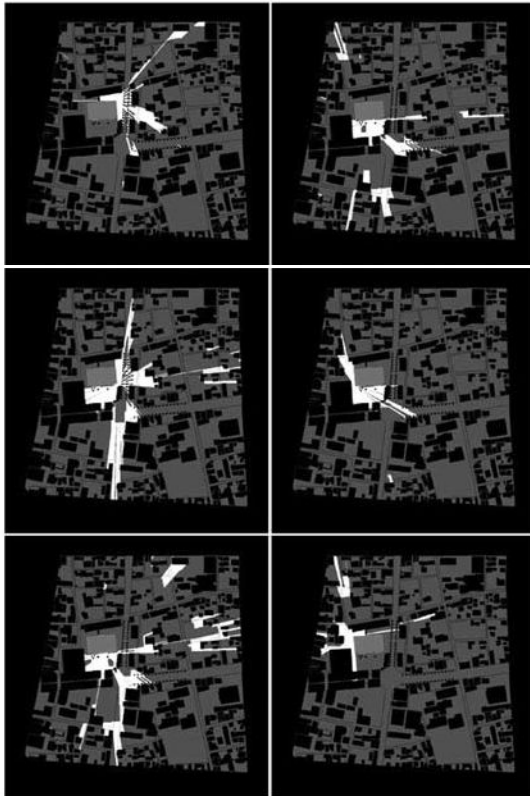


図 1 6 注視点毎の可視領域

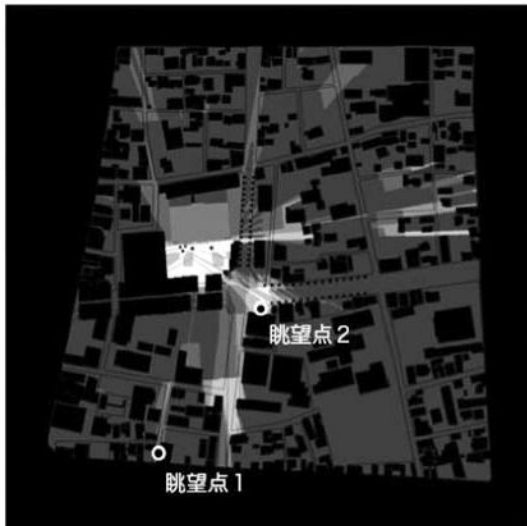


図 1 7 注視点毎の可視領域を重ね合わせたもの

図 1 6 は OAL に設置した注視点毎に可視領域をシミュレーションしたものである。このように注視点毎にシミュレーションし、結果を重ね合わせることで、1) 全部の注視点の可視領域を重ね合わせることで OAL 全体の可視割合のシミュレーション、2) 任意の注視点の組み合わせで OAL の各面毎の可視割合のシミュレーション、3) 注視点毎の可視割合のシミュレーション。以上の 3 種のシミュレーションを行うことができ、OAL 全体のみならず部分毎の影響度を定量的に把握することが出来る。たとえば注視点①と②の結果を重ね合わせることで東側立面の可視領域をシミュレーションできる (図 1 8)。

図 1 3 の可視領域では OAL の注視点の一点でも眺望可能な領域が示されている。そのため図 1 4 の様に OAL の特徴的な外観が眺望できる領域 (建物正面) から図 6、1 9、2 0 に示す様な、OAL の一部のみ眺望することが可能な領域までが等価に表示されている。

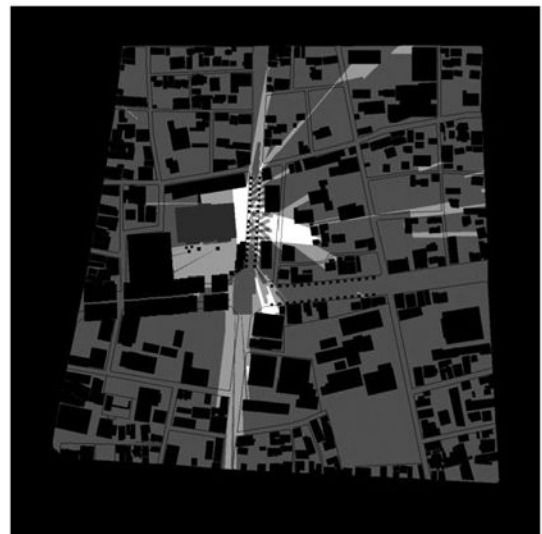


図 1 8 OAL 東側の面の可視領域



図 1 9 図 17 の眺望点 1 からの画像



図 20 図 17 の眺望点 2 からの画像

それに対して図 17 では注視点②-③-④-⑤ (OAL 南立面) の全てを眺望することが可能な領域と正面の一部を眺望することが可能な領域が濃淡で表されている。また、注視点①-② (OAL 東立面) を重ね合わせた図 18 から OAL 東立面は街路からの眺望はあまり確保されておらず、庁舎敷地内に入らないと開けた眺望が得られないことが判る。図 17 で県庁舎正面玄関の可視領域として眺望性が良好ではない領域として示された場所と、現地で撮影した画像 (図 19, 20) を検証することでシミュレーションの有効性が確認できる。

4. 考察

OAL モデルに複数の注視点を設定し、それぞれの注視点ごとに分けて可視領域を解析し重ね合わせて処理することで諸々の景観分析に利用することが可能であることが検証された。

複数の注視点を設定することで単一の注視点による検証よりも現実に近い OAL の規模に対応したシミュレーションが実施可能であることが検証された。

注視点ごとの可視領域を求めることが可能であることが検証された。このことでランドマークの特徴的な部分の可視領域を求めることが可能になる。さらに、複数の注視点のシミュレーション結果を重ねあわせることで、OAL を点ではなく正面や側面といった面として可視/不可視シミュレーションの可能性が検証された。また、シミュレーション結果からランドマークに対する眺望点 (眺望領域) の解析可能性を検証した。しかし、検証で用いた OAL モデルは頂部に注視点を設定しているため、実際には建物の頂部 (屋根) 部分のみの可視判定になっている。そのため、この OAL モデルのさらなる改良で屋根以外の眺望判定を可能にすることが今後の課題である。

参考文献

- 1) 磯田 節子, 両角 光男: ランドマークの眺望モデルを用いた建築物の複合影響度評価手法, 日本都市計画学会都市計画論文集, N0.25.PP643-648, 1990.11
- 2) 磯田 節子, 両角 光男, 位寄 和久: ランドマークの可視・不可視領域に着目した大規模建築物の影響評価モデルの検討 景観形成計画のためのシステム解析手法に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, N0.456, pp.349-354, 1994.02
- 3) 川路 将太, 中村 裕文: 光線追跡法を用いたランドマーク可視領域の定量的解析方法について ランドマークのボリュームに着目した可視領域判定, 日本建築学会研究報告 九州支部 3 計画系 (47), pp.921-924, 2008.03
- 4) 橋口 寛人, 中村 裕文: 光線追跡法を用いたランドマーク可視領域の定量的解析方法について マスクを用いた景観保護区域のランドマーク可視領域定量化, 日本建築学会研究報告 九州支部 3 計画系 (48), pp.561-564, 2009.03
- 5) 中村 裕文: 光線追跡法を用いた景観影響物可視領域の定量的解析方法について: 光線追跡法を用いたランドマーク眺望点解析シミュレーション (都市計画), 日本建築学会研究報告 九州支部 3 計画系 (49), pp.317-320, 2010.03
- 6) 高木 美穂, 中村 裕文: 光線追跡法を用いた OAL 可視領域の定量的解析方法について 4 OAL のファサード表面積に着目した可視領域判定 (都市計画), 日本建築学会研究報告 九州支部 3 計画系 (50), pp.469-472, 2011.03
- 7) 樋口忠彦: 景観の構造, 技法堂出版, 1975 年 10 月