

水面に映りこむ光環境の把握 ～GISによる夜景の定量化に関する研究～

布川茂樹¹・田中一成²・吉川 眞³

¹学生会員 大阪工業大学大学院工学研究科都市デザイン工学専攻博士前期過程
(〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮5-16-1, E-mail:nunokawa@civil.oit.ac.jp)

²正会員 博士(デザイン学) 大阪工業大学工学部都市デザイン工学科
(〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮5-16-1, E-mail:issey@civil.oit.ac.jp)

³正会員 工博 大阪工業大学工学部都市デザイン工学科
(〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮5-16-1, E-mail:yoshikawa@civil.oit.ac.jp)

大阪は、元来水の都とよばれ、市内を都市河川が縦横に流れている。とくに商業施設から発せられる光は、水面に映りこんで増幅され、夜間における大阪の都市景観のイメージを決定づけるひとつの要因ともいえる。そこで、本研究ではさまざまな大きさや形のネオン広告物が多く掲出されている道頓堀川の沿川建物を対象に、GISを用いて水面に映りこむ光環境を把握することで、夜景における映りこみの評価方法の提案を試みた。結果、2次元平面上での映りこみの可視化と視点の移動にともなう映りこみの変化を表した。最後に、視覚が感じるシーンの変化の連続性を映りこみの密度の分布特性の観点から定量化し、俯瞰的に表現することによって、2つの評価方式を検討し、今後の課題を明らかにした。

キーワード: 映りこみ, GIS, 光環境

1. はじめに

光とその反射は都市の夜間景観(以下「夜景」)を形成する重要な要素であるが、とくに大阪において反射の媒体のひとつとして「水の都」を象徴する水面の存在が大きな影響を与えている。土佐堀川、堂島川、道頓堀川をはじめ、市内を縦横に流れる都市河川に沿って集積している商業・業務施設から発せられる光は、水面に映りこむことで増幅され、夜間における大阪の都市景観のイメージを形成する重要な要因となっている(図-1)。近年、東京、大阪、神戸など大都市を中心に夜景ガイドブック¹⁾が次々と発刊されているが、そのなかにはウォーターフロントを対象とした事例も多数みられる²⁾。水面に光が映りこむ特殊性、美しさの研究³⁾は多くの分野でみられるが、これらを現実の都市空間について記述する方法は確立されていない。

そこで、本研究では、都市景観のイメージ形成に大きく寄与すると考えられる水面に映りこんだ光を客観的に記述するための技術開発を目的とする。対岸の建物に掲出されているネオン広告物の光が水面上に映りこんだ際の光の位置や大きさを抽出することで、水面における光環境の把握を試みる。具体的には、水面での反射の定義を明確化し、ネオン広告物から照射された光の水面上の

分布に対し、GISを用いた工学的アプローチを試みる。とくに視点の移動にともない水面上に映りこんだネオン広告物の大きさや形がどのように変化していくか、さらにそれをどのように表現するか、また、反射する光環境に着目し、人がシークエンスに水面の景観を捉えた際に、水面のどの部分に光が集まり、重要と考えられるか。多くの視点において光を捉えることのできる2次元平面上の光環境を、水面に映りこむ光の分布を重ね合わせることにより、定量化し俯瞰的に表現できる可能性を模索し、夜景を評価する方法の一端を提案する。



図-1 水面に映りこむ光(大阪市・道頓堀川)

2. 映りこみと俯瞰性

光環境を表現する代表的な手法の一つに照度分布図を挙げることができる。これは、光環境を明るさという観点から二次元平面上に定量化しているが、視覚による光のもつさまざまな特質、つまり各視点での水面を媒体とした映りこみの見えの総合的な評価に限界がある。さらに空間の評価は、シーンの連続性として視覚的に捉えることが必要である。すなわち視点の移動にともなう景観の連続や変化、シーン展開の継起的なつながりをシーケンスとして考えなければならない。しかし、従来のシーケンスにおける評価方法は視点から次の視点までの変化の動向を考察するにとどまっている(図-2)。人が移動した際に感じる景観の変化の連続性やつながりを統合的に捉えそれを俯瞰的に表現することで、移動による時間的・空間的な制約を除いた光の映りこみという夜景の要素を定量化し、評価できるのではないだろうか。

従来の景観研究では見えの変化の連続性を俯瞰的に二次元平面状に記述することは行われてこなかった。そこで、本研究では水面という特異な媒体を通じて、任意の区間の映りこみをシーケンスに捉えた表現を試みる。具体的には、人が水際を歩く際に水面を通じて視覚が捉える映りこみの変化、つまり視点の移動にともなう水面での映りこみのシーケンスを重ね合わせ、密度分布で表現することにより、水面での光環境の効果を定量化し統合的にかつ俯瞰的に表現することを試みる。さらに、それらを夜景の評価指標のひとつとして考えることで水辺空間演出のための新たな評価材料として提案する。

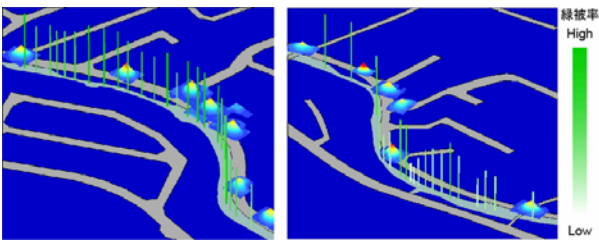


図-2 河川の緑被率シーケンス図(大津市・千丈川)⁴⁾

3. 映りこみの定義

水面での反射の扱い方と光が川面に映りこむ位置については、さまざまな条件が考えられる。とくに波などの水面の状態は、反射光の見え方に大きく影響する。本研究を遂行するにあたり、光の反射とその媒体としている水面の状態を定義する。まず、水面での光の映りこみの抽出方法についてであるが、川際から1mの地上部分を視点とし、そのポイントから対岸のネオン広告物に対し、

反射して見えているか否かを記述することとする。また、ここではGISのツールを用いて可視・不可視分析を行うが、一般のGISに備わっている視覚設定機能では水面での反射と同時に波などの付加条件を考慮した映りこみの解析は現時点では困難である。そこで本研究では、視点を180°反転させた水面中に仮想的に設けた視点を仮想視点と呼び、さらに反射の法則から川面を入射角反射角の等しい静水状態と仮定し、その他の条件は今後の課題とする。

(1) 仮想視点と反射の法則

反射の法則を利用し水面を静水状態と仮定することで、ネオン広告物からの光の水面上での反射を記述することができる⁵⁾。視点場を180°反転させた水面中の場所に仮想視点として設定することで、理論上水面に映りこむ光の位置を予想することができる。具体的には視点場が川の流線と平行に移動した場合、視点場と光源の距離は同じ比率の相似の関係にある。すなわち、全ての水面について、川面の範囲が明らかであれば、視点の高さと川の流線と平行に移動する位置を設定し、視対象の光の映りこむ位置を一般化して記述することが可能である。なお、この各視点での映りこみの結果を重ね合わせることで、多くの視点から反射光を俯瞰的に捉えることができる水面を表現する(図-3)。

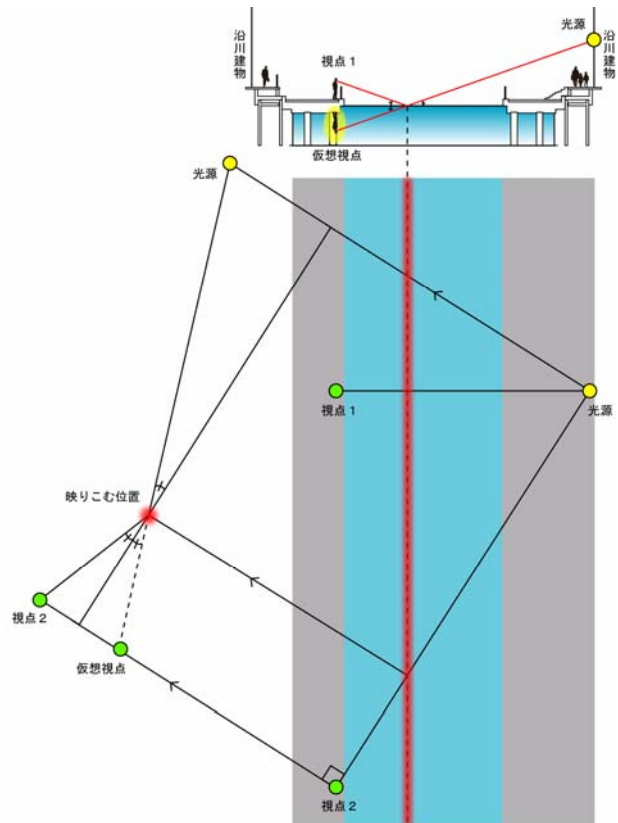


図-3 仮想視点と光の反射イメージ

(2) 映りこみのイメージ

光の水面への映りこみ位置を特定することによって、より詳細にネオン広告物の映りこみ方と視点の移動にともなう変化を考察することができる。掲出高さや広告物の大きさなどネオン広告物の属性にともなう映りこみ方の違いを考える。まず掲出高さの高い広告物は視点近くに映りこむため光は凝集し、明るさは増加する。しかし、水面へ映りこむ広告物の面積は小さくなる。一方で、掲出高さの低い広告物の映りこみは、河川中央付近に分布し光の明るさは強くはならないが、広告物面積は水面に映りこむことで高い位置に掲出されている広告物の映りこみと比べても面積は拡張され大きく見えることが予想できる(図-4)。これらのことを考慮したうえで、両者を表現することが可能か否かを検証し、水面に映りこんだ光環境を夜景のイメージ評価の一端とするために研究対象地を選定する。

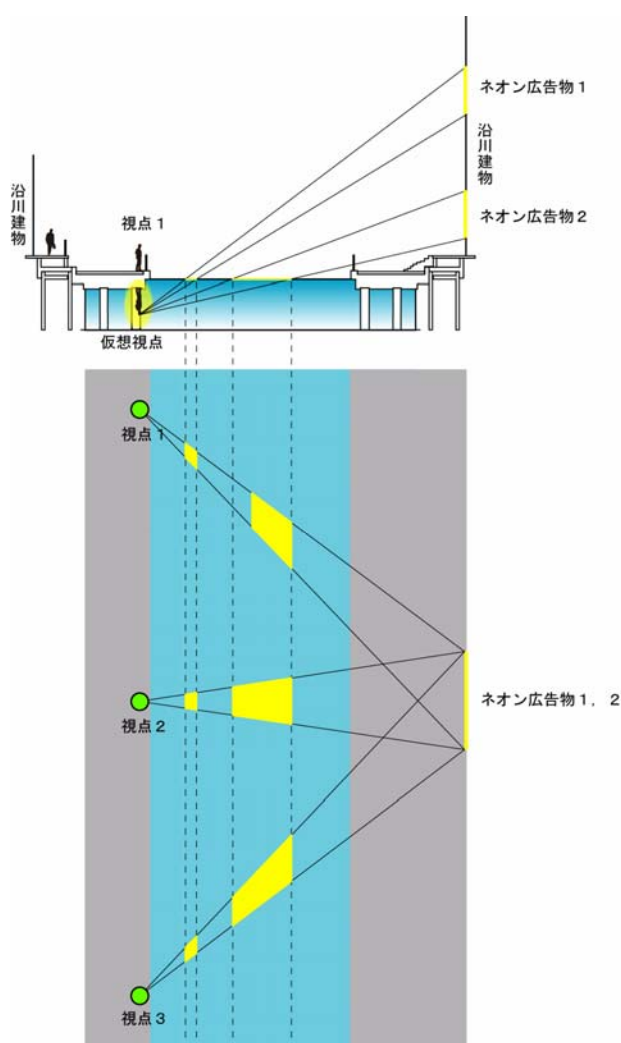


図-4 掲出高さにともなう映りこむイメージの違い

4. 研究対象地

本研究では、さまざまな形や大きさ、また掲出高さの異なるネオン広告物が多く掲出されており、水面へ与える光の影響も強いと考えられる大阪の繁華街「ミナミ」の中心部を流れる道頓堀川を対象地に選定し、2004年に完成した「とんぼりリバーウォーク」を視点場とした(図-5)。「とんぼりリバーウォーク」とは、戎橋から太左衛門橋の川の両岸に約8m幅の遊歩道を指し、水を身近に感じることのできる親水性の高い空間を演出している。遊歩道は上下段の2段構造となっており、上段(OP+3.25m)部は、治水上必要な堤防の高さを確保しつつ沿川空間・建物へのアプローチがしやすいように、下段(OP+2.35m)部は、水面に近い高さでの散策を重視した空間として設定されている。また、沿川の建物から遊歩道への出入り口を設け、川側に背を向けていた建物が表を向くことで、川とまちが一体となったにぎわいあるまちなみの創出が期待されている。なかでももっとも特徴的であるのが夜間時であり、遊歩道の照明は、照明位置を低くすることにより必要な明るさを確保しながら、ネオン広告物が川面に映る美しい道頓堀川の夜景を阻害しないものとして計画されており、いまや道頓堀川の夜景は大阪を代表する夜景のひとつに数えられる⁴⁾。ネオン広告物が映りこむ道頓堀川を媒体とし、さまざまな形や大きさ、また設置高さも異なるネオン広告物の道頓堀川への映りこみの特徴をいかに記述できるかを分析するにあたり、道頓堀川での水面の光環境について調査を行った(図-6)。

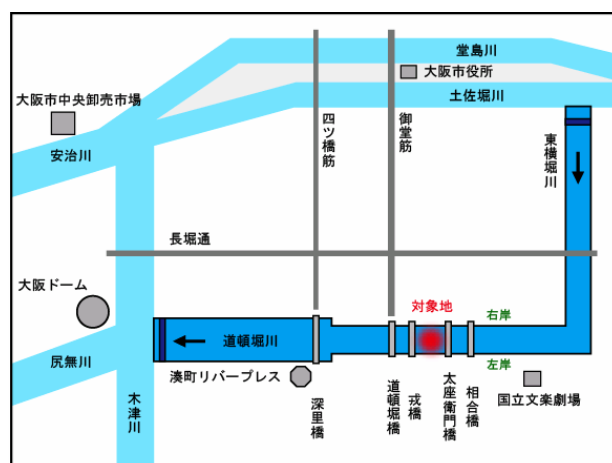


図-5 対象地域図

5. 分析方法

分析方法は、GISによる空間解析を主としている。まず対岸のネオン広告物が水面を通じて見えているか否かを判断するために、可視・不可視分析を行う。その際の視点は本来の視点高さを反転させた仮想視点としている。なお、観測範囲については、川の流線方向に対し垂直方向に 180° とした。また、視点の違いにより水面に映りこむ広告物の形や位置にどのような変化が現れるのかを把握するために、視点を流線方向と平行に設ける。

可視・不可視分析の結果より可視とされたネオン広告物を0.1mサイズのグリッドにラスターライズし、各グリッドの座標値を抽出した(図-7)。さらに、仮想視点の座標値との相似比の関係から、任意のグリッドの水面上での座標値を抽出した。そして、対象のネオン広告物の水面への映りこむ位置を2次元平面上へプロットし、ビジュアル化を図った。最終的には、川の流線方向と平行に5mピッチで視点を設けて移動にともなう見えの変化や連続性、さらには光が凝集すると考えられる水面を把握する。また、視点が移動しても水面上に映りこむ光が集中する箇所、つまりいずれの視点においても光を捉える役割を果たす重要な水面の部分の評価するために、一度抽出した映りこみのポイント群の間隔を均質なグリッドサイズに統一する(図-8)。さらに、各視点場での映りこみの密度分布をビジュアル化したレイヤーを重ね合わせ、最後に対岸から見たもっとも映りこむ光が影響する水面の評価記述を2つの方法により考察する。

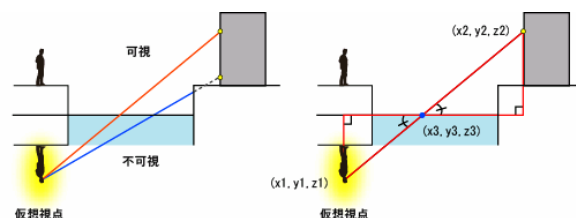


図-7 分析手法の概念図

左：可視・不可視分析 右：水面の映りこむ座標値の算出

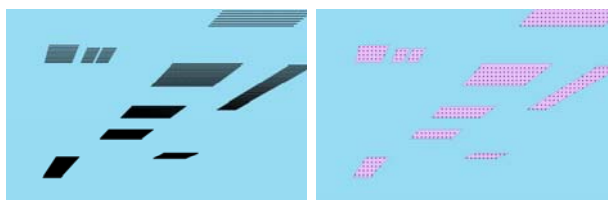


図-8 光の凝集と光の広がり の捉え方の違い

左：ポイントの凝集 右：ポイントの均質化

6. 3次元建物モデルの構築と対象広告物

本研究では、GISとCAD/CGを統合的に利用することにより、視覚的な景観分析を行っている。対岸の建物の壁面に掲出されているネオン広告物の可視・不可視分析を行ううえで、まず建物の精緻な立ち上げとともに広告物の正確な掲出高さや面積を知る必要がある。そこで、より精緻な値のもとに分析を遂行するため現地にてTS測量を行った。そして、観測データのもとGISを用いて3次元建物モデルの生成を行った。また、対象のネオン広告物についてはCAD/CGによりモデリングを行い付加している(図-9)。

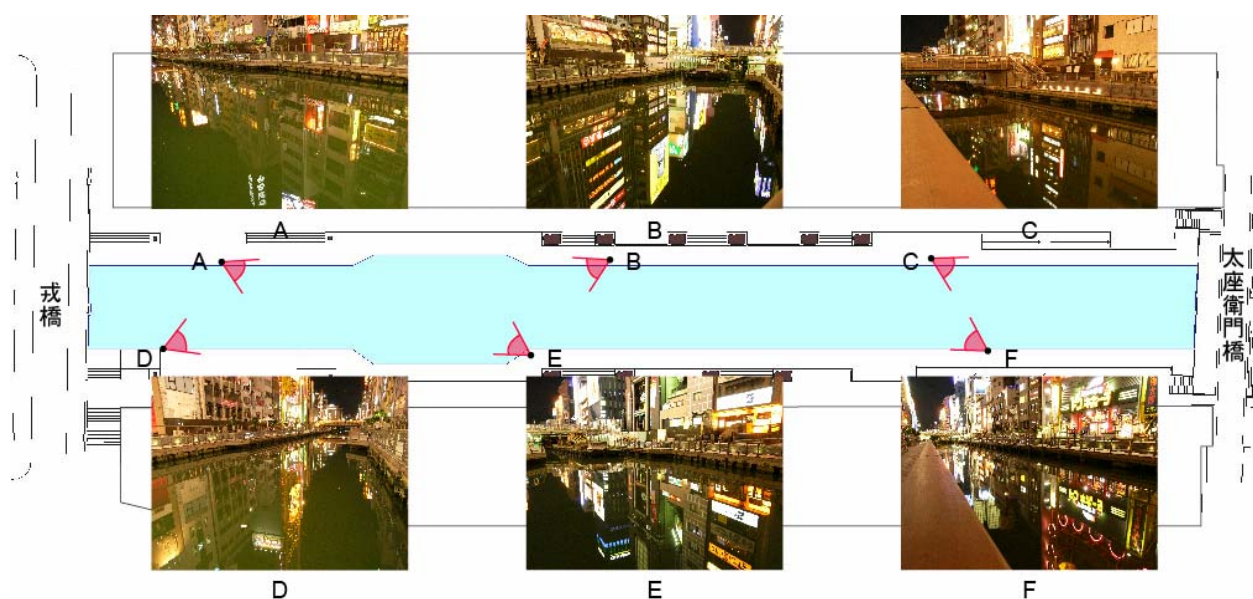


図-6 道頓堀川への映りこみの現況 (とんぼりリバーウォークから)

7. GISによる空間解析

2次元平面上へネオン広告物の映りこみをビジュアル化した結果、映りこむ形や位置を明らかにすると同時に、仮想視点から視対象となるネオン広告物の距離の違いに応じた見え方が大きく変化するということがわかった。とくに、設置高さの異なる同じ大きさの広告物の映りこみを比較したところ、高い位置に設置されているものは仮想視点近くに光が凝集された形で映りこみ、一方低い位置に設置されているものは光は凝集せずに、映りこむ面積は高い位置に設置されている広告物に比べ大きいということが確認できた。つまり、広告物の面積に依存するが、高い位置に設置されている広告物に関しては光が凝集し、低い位置に設置されている広告物に関しては、高い位置に設置されている広告物に比べ、光は拡散するため、映りこむ面積は拡張するということがわかった(図-10)。

次に、視点の移動にともなう可視範囲、さらには水面に映りこんだ位置や形の変化を把握するために、川の流線方向と平行に5mピッチで合計31の仮想視点を設けて、視点の変化にともなう映りこむ面積の変化の把握を試みた。結果、仮説と同様に、視点が移動しても映りこむ光の位置は一定の比の関係にあることを把握した(図-11)。

さらに人が移動する際に視覚が感じるシークエンスとしての水面の景観の変化を定量的にかつ俯瞰的に捉えるために、各視点の映りこんだ結果をGIS上でオーバーレイし、視点が川の流線方向と平行ないずれの位置に変化しても、常に光の映りこみを集めることが予想される位置の分布特性をカーネル密度推定法を用いることにより

抽出した。また、光を集める水面の連続的な変化の程度を俯瞰的に抽出するために、算出した映りこみのなかに含まれるポイントの間隔、つまりグリッドサイズを均質にし、同様にカーネル密度推定法で表現した。

この結果、光が反射して映りこんでいる水面を俯瞰的に表すことができ、さらには視点近くに光が凝集している水面を抽出することができた。これをネオン広告物ラスタライズ型と呼ぶ。一方、水面に映りこんだ光、つまり抽出したポイント群をさらに均質なポイントにラスタライズし光を常に集める水面、つまり視点の移動にともなう映りこむ位置が重なる水面は河川中央付近に分布するということが確認できた。これを水面ラスタライズ型と呼ぶ。これらのことからネオン広告物が沿川建物に多い水面への映りこむ道頓堀川の特徴は、視点近くに光が凝集するネオン広告物ラスタライズ型と、河川中央付近に光を常に集める水面が分布する水面ラスタライズ型の2つにわけて記述することができる(図-12)。

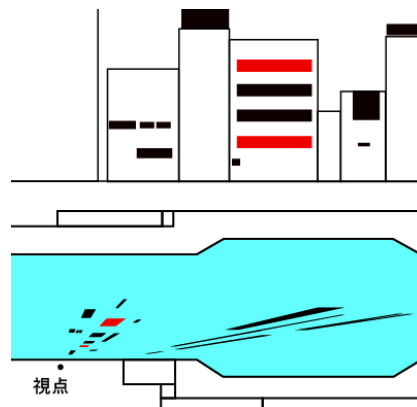


図-10 設置高さの違いによる映りこみの変化



図-9 道頓堀川岸の連続立面図

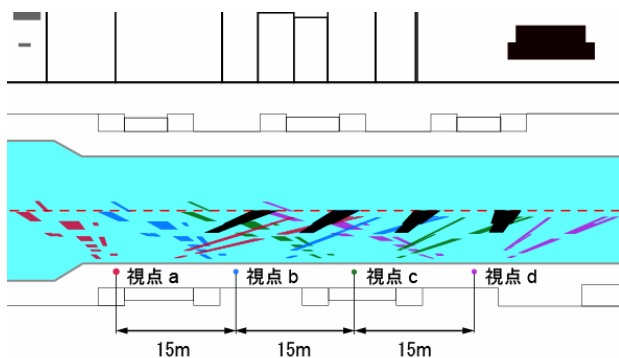


図-11 視点の移動にともなう映りこみ位置の変化

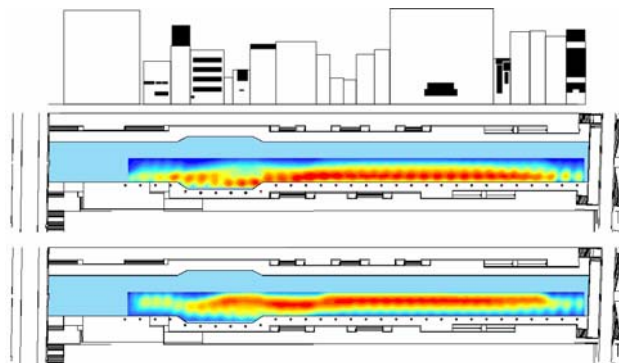


図-12 ネオン広告物ラスタライズ型と水面ラスタライズ型

8. おわりに

本研究では、GISを用いてネオン広告物の水面に映りこむ位置と形を2次元平面上で可視化する方法をその特性から明らかにした。さらには、水面に映りこむシーケンスな変化の連続性の光環境を俯瞰的に各視点で映りこみを密度分布により定量化することで、川面に映りこむ光の特徴を把握した。とくに、TSでの測量からより実空間に近い建物モデルを構築できたこと、さらには視対象であるネオン広告物を0.1mという非常に細かなグリッドサイズにラスタライズを行ったことが、分析精度の向上につながったといえる。しかし、今回は視点を5mピッチとしたため、視点設置間隔を短く設けた場合で

の結果と比較し考察する必要がある、今後の課題とする。

今回の分析結果は左岸から右岸を見た場合に限り、映りこみの形や位置の一部を実験的に把握した。今後は、同様の方法にて、「とんぼりリバーウォーク」両岸のすべてのポイントにてネオン広告物の映りこみを把握することで、より詳細な映りこみ位置の密度分布を捉えることができると考えている。また、今回光が集まる位置を抽出することはできたが、光源の強さやそれともなう光の減衰域を考慮するまではいならず、光が集まり、また光が拡がる場所の明るさは抽出できていない。今後、水面上の照度分布の特性を定量的に把握することにより、水面の詳細な光環境を記述する必要があると考えている。さらには、本来大きく映りこむに作用する波や風、またネオン広告物の光の強さや色に着目し、より実空間に近い景観の評価を課題とする。

9. 謝辞

本研究を遂行するにあたり、大阪市建設局下水道河川部からとんぼりリバーウォーク設計図面のデータの提供していただいた。またTS測量には、大学測量地盤研究室の協力、そして研究室の大学院生の方々にはデータ処理や分析の等多大な協力をいただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) ぴあ株式会社関西支社：関西大夜景-史上初!夜景を徹底的に追求した究極のガイドブック関西版，2003
- 2) 面出薫+光のまちづくり企画推進委員会：光の景観まちづくり，2006
- 3) 西林大介，岡田昌彰：ウォーターフロント夜景の特長とその評価に関する研究「海洋開発論文集」，2005
- 4) 布川茂樹：ホテルのいる水辺空間「地理情報システム学会講演論文集」，2006
- 5) 福永節夫：図学概説，1969
- 6) 大阪市建設局：道頓堀川水辺整備事業，2006