

現地体験による都市施設配置検討のためのスマートフォンARデザイン支援システム

鈴木光^{†1} 川合康央^{†1}

概要：本研究は、都市空間における滞留性及び居住性の向上を目的として、スマートフォンARを用いた現地への都市施設の配置検討支援のためのデザイン支援システムを提案する。本手法では、主にベンチ、植栽、照明といった滞留行動を誘発する代表的な都市要素を対象とし、それらを現地においてAR配置することで、空間印象や利用可能性の変化を体験的に把握できるインタラクションを提供する。従来の都市施設の配置検討は、図面やCGパースを用いた手法が中心であり、実空間におけるスケール感や視線関係、周辺環境との関係性を共有することが困難であった。本研究では、ARを用いた現地体験型の配置検討を通じて、配置案を見るだけでなく、その場で体験する設計プロセスへの拡張を試みたものである。さらに、本手法は昼間条件に加えて夜間条件を想定した照明表現を付加することで、時間帯の違いによる空間印象の変化も検討可能な枠組みを有する。

1. はじめに

都市空間は、移動や通過のための機能だけでなく、人が滞留し、休憩し、交流する場としての役割も担っている。近年では、公共空間の質の向上が重視されており、主にベンチや植栽、照明といった小規模な都市施設の配置が、空間の印象や利用状況に大きな影響を与えることが指摘されている[1][5]。これらの滞留要素は、利用者の行動や滞在時間に影響を及ぼす重要な要因であり、都市デザインにおける配置検討の重要性は年々高まっている[2]。

公共空間における滞留行動に関する研究では、都市広場や歩行者空間を対象として、都市施設の配置と人の行動との関係が分析されてきた。特に、ベンチ配置と利用行動の関係性や、ストリート・ファニチュアの配置が滞留行動を誘発する要因となることが示されており、都市施設の配置が空間利用に与える影響が明らかにされている[3][4]。また、公共空間の居心地や快適性が滞留行動に影響を与えることも報告されており、空間構成と人間行動の関係性について多くの知見が蓄積されている[5]。

一方で、都市空間のスケール感や構成要素の配置は、人の心理や行動に影響を及ぼすことが知られている。都市空間における距離感や囲まれ感、高さ感といった要素は、利用者の空間認知や印象形成に関与しており、空間要素の配置方法によって空間の感じ方が変化することが示されている[6]。しかし、これらの知見を設計段階で具体的な配置計画へ反映するための手法については、十分に体系化されているとは言い難い。

従来の都市デザインにおける配置検討は、平面図や断面図、配置図を用いて行われることが一般的である。これらの図面は空間構成を把握する上で有効であるものの、実寸スケールでの距離感や高さ感、視線の抜けや遮蔽といった

体験的要素を十分に伝えることは難しい。また、CGパースは視覚的理解を補助する手法として用いられているが、視点が固定されるため、実際に現地に立った際の印象と乖離が生じる場合がある。

こうした課題に対し、近年ではデジタル技術を活用した配置検討手法が注目されている。3D-GISを用いた研究では、都市空間を立体的に可視化し、市民参加型のまちづくりにおける情報共有を支援する試みが報告されている[7]。しかし、これらの手法は画面上での確認に留まる場合が多く、現地での体験と完全に一致させることは難しいという課題が残されている。

近年、拡張現実技術は、現実空間に仮想オブジェクトを重畳表示することにより、設計案を現地で体験的に確認できる手法として注目されている。AR体験に関する研究では、空間理解や印象形成への影響が示唆されており、都市空間デザインへの応用可能性が指摘されている[8]。また、ARを用いた仮設空間設計や配置検討のプロセスに関する研究も報告されており、設計段階における検討効率の向上が期待されている[9]。

さらに、WebARを含む軽量のAR技術を用いた都市施設の検討手法も提案されており、大型ストリート・ファニチュアなどの配置を現地で確認する手法としての有効性が示されている[10]。これらの研究は、ARが都市空間における配置検討支援手法として有望であることを示している一方で、滞留要素を対象とした体系的な整理や、複数案比較を前提とした検討手法については十分に議論されていない。

そこで本研究では、都市空間における滞留性向上を目的とし、スマートフォンARを用いた現地配置検討支援手法を提案する。本手法では、小規模な都市施設を仮想的に配置し、現地において複数の配置案を比較することで、配置が空間印象に与える影響を直感的に把握することを目指す。

^{†1} 文教大学

2. 研究方法

本研究では、都市空間における滞留要素の配置検討を支援することを目的として、スマートフォン AR を用いた現地体験型のデザイン支援システムを構築する。実際の都市空間において、主にベンチや植栽、照明といった小規模な都市施設を AR により仮想的に配置し、その位置や向き、高さを調整しながら空間印象を確認できる仕組みを提案する。さらに、本研究では時間帯の違いによる空間印象の変化に着目し、夜間を想定した疑似照明表現を導入することで、配置検討の幅を拡張する。

2.1 開発環境と使用技術

本研究で提案する手法は、スマートフォン上で動作する AR システムとなる。開発環境として、Unity および AR Foundation, Blender を用いた。AR Foundation は、平面検出、トラッキングなどの基本機能を提供し、異なるデバイス間で共通の AR 体験を構築することが可能である。

平面検出機能を用いることで、地表面や舗装面を認識し、ベンチや植栽などの滞留要素を実空間に安定して配置できる。これにより、実寸スケールでの施設配置検討が可能となり、図面上では把握しづらい距離感や高さ関係を体験的に理解できる。

また、昼間および夜間条件を想定した表現を行い、時間帯の違いによる施設の視認性や安心感などの印象の変化を検討することを想定している。

2.2 システム構成と機能

本システムは、「現地配置機能」「配置調整機能」「表示モード切り替え機能」から構成される。現地配置機能では、AR によって検出された平面上に都市施設を配置し、実際の都市空間に重ね合わせて表示する。これにより、設計者や利用者は、図面や画面上のシミュレーションでは把握しにくい、実寸スケールでの配置バランスや周囲との関係性を直感的に確認できる。

配置調整機能では、配置した都市施設の位置や向きをリアルタイムに変更することが可能である。これにより、滞留要素の配置位置による視線の抜けや遮蔽、通行空間との関係、周辺環境との距離感などを現地で確認できる。複数の配置案をその場で試行錯誤することで、従来の図面ベースの検討では得られにくかった体験的な知見を得ることができる。

また、本システムでは時間帯の違いを考慮した表示モードとして、昼間モードと夜間モードを切り替え可能とする。昼間モードでは、実環境の明るさをそのまま活かし、主に配置やスケール感の確認を行う。一方、夜間モードでは、疑似照明を用いた表現を導入し、夜間利用を想定した空間印象の把握を可能とする。

2.3 実装上の工夫と課題

夜間モードでは、現実空間そのものの明るさを変化させ

ることはできないため、AR 上において疑似的な照明表現を用いる。具体的には、AR で配置した都市施設に対して仮想的な光源を設定し、ベンチや植栽といったオブジェクトに光が当たる様子を再現する。これにより、実際に照明設備を設置しなくても、夜間における見え方や印象を想定することが可能となる。

この疑似照明は、あくまで AR 上の仮想表現であり、現実空間の照度や影響を正確に再現するものではない。しかし、配置した都市施設が夜間にどの程度視認されるか、どの位置に光が当たることで安心感や居心地の向上が期待できるかといった点について、定性的に検討する手段として有効であると考えられる。

また、疑似照明を用いることで、昼間とは異なる空間印象の変化を比較することができる。例えば、昼間には目立たなかったベンチが、夜間には照明によって強調されることで滞留の誘発につながる可能性が考えられる。このように、時間帯を考慮した配置検討を行える点が、本システムの特徴である。

実装上の課題としては、実環境の明るさや周囲の照明条件と AR 上の疑似照明との整合性が挙げられる。現状では、簡易的な光源設定による表現に留まっており、実際の照度分布や影の表現までは再現できていない。今後は、環境光推定の活用により、より現実感の高い表現が求められる。

また、本システムの課題として、夜間や照度の低い環境における AR 機能の安定性が挙げられる。本研究では、夜間モードとして疑似的な照明表現を用い、AR 上に配置した都市施設に対して光が当たった際の見え方を再現しているが、実環境の照度が極端に低い場合、端末カメラによる環境認識精度が低下する可能性がある。その結果、平面検出やトラッキングの不安定化が生じ、仮想オブジェクトの位置ずれや表示の遅延が発生する可能性がある。

このため、夜間における AR の利用においては、実際の都市空間における照明条件や使用環境を考慮した運用が必要であり、十分な環境光が確保できない状況では、本手法の適用に一定の制約が生じる。今後は、低照度環境においても安定したトラッキングを実現するための手法や、夜間利用を前提とした AR 表現手法の検討が課題である。

3. 結果と考察

本研究では、都市空間における滞留要素の配置検討を支援するため、スマートフォン AR を用いた現地体験型のデザイン支援手法を提案した。本章では、実装したシステムを通して得られた知見を整理し、提案手法の有効性と課題について考察する。

まず、現地で AR を用いて都市施設を配置することで、従来の図面や CG パースでは把握しにくかった実寸スケールでの距離感や高さ感を直感的に確認できる点が確認された。特に、ベンチや植栽といった小規模な滞留要素は、数十セ

ンチ単位の位置や向きの違いによって、空間の印象や利用のしやすさが変化する。本手法では、これらの違いを現地で即座に比較できるため、配置検討の初期段階における意思決定を支援する可能性が示された。

また、ARによる重畳表示は、周囲環境との関係性を考慮した検討を可能とする。例えば、既存の建物や樹木、通行動線との位置関係を踏まえながら配置を調整することで、視線の抜けや遮蔽、滞留空間のまとまりといった要素を体験的に把握できる。これにより、机上での検討では見落とされがちな環境要因を考慮した配置検討が可能となる。

夜間モードにおける疑似照明表現については、実際の照度を再現するものではないものの、夜間利用を想定した空間印象の違いを把握する上で一定の有効性があると考えられる。AR上で配置したベンチや植栽に光が当たる様子を確認することで、夜間における視認性や安心感の変化を定性的に想定することができる。これは、昼間のみを想定した配置検討では得られにくい視点であり、時間帯を考慮した都市デザイン検討の一助となる。(図1 照明機能あり

図2 照明機能なし)

一方で、本研究では利用者実験や定量的評価を実施していないため、提案手法の効果を数値的に示すには至っていない。しかし、本研究の目的は、完成度の高い設計支援ツールを提示することではなく、都市空間における配置検討を現地で体験的に行うための枠組みを整理し、その可能性を示すことにある。この点において、ARを用いた現地配置検討が有効なアプローチとなり得ることを示した点に、本研究の意義があると考えられる。



図1 照明機能あり

図2 照明機能なし

4. まとめ

本研究では、都市空間における滞留性向上を目的とし、スマートフォンARを用いた現地配置検討支援手法を提案した。ベンチや植栽、屋根といった小規模な都市施設を

AR上で配置することで、実寸スケールでの空間印象を現地で確認できる点に特徴がある。

さらに、夜間を想定した疑似照明表現を導入することで、時間帯の違いによる空間印象の変化を定性的に検討できる枠組みを示した。現実空間そのものには変化を与えず、ARで配置したオブジェクトに対してのみ光を与える手法は、簡易的でありながら、夜間利用を想定した配置検討の可能性を広げるものである。

一方で、本研究では定量的な評価実験を行っておらず、提案手法の効果を数値的に示すには至っていない。また、環境光推定を活用することで、疑似照明表現の現実感を向上させ、より実環境に即した検討支援手法へと発展させることが期待される。

本研究で示した枠組みは、都市デザインにおける初期検討段階や合意形成の場面において有効であり、今後の都市空間設計プロセスにおける新たな支援手法の一つとして位置づけられると考えられる。

謝辞 本研究はJSPS科研費JP23K11728の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 出口敦. 公共空間における滞留行動と空間構成に関する研究. 日本都市計画学会論文集, 2010, vol.45, no.3, p.271-276.
- [2] 佐藤滋. 公共空間の質を高める都市デザイン手法. 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2012, p.45-48.
- [3] 小林正美. 都市広場におけるベンチ配置と利用行動の関係. 日本建築学会計画系論文集, 2009, vol.74, no.642, p.1807-1814.
- [4] 鈴木毅. 歩行者空間におけるストリートファニチュアの配置と滞留行動. 日本建築学会計画系論文集, 2013, vol.78, no.693, p.2481-2488.
- [5] 木下勇. 都市公共空間の居心地と滞留行動に関する研究. 日本都市計画学会論文集, 2015, vol.50, no.3, p.123-130.
- [6] 篠原修. 都市空間デザインにおけるスケール感と人間行動. 土木学会論文集 D1(景観・デザイン), 2015, vol.71, no.1, p.1-10.
- [7] 石原滉士, 饗庭伸. 3D-GIS と AR 技術を活用した市民参加型まちづくりワークショップにおける情報共有の双方向性. 日本建築学会技術報告集, 2025, vol.31, no.78, p.1005-1010.
- [8] 前田蒼太郎, 松村茂久. 拡張現実(AR)体験についての考察. 日本都市計画学会関西支部研究発表会講演概要集, 2025, vol.23, p.9-12.
- [9] 赤羽亨, 今谷真太郎. AR アプリケーション「Kiosk AR」を活用した仮設空間設計プロセス. 日本デザイン学会研究発表大会概要集, 2022, vol.69, p.40-41.
- [10] 小川貴史. スマートポール等大型ストリート・ファニチュアにおける Web AR を用いたデザイン手法の検討. 日本デザイン学会第 72 回春季研究発表大会講演概要集, 2025.