

氏 名	おぎ うち やす お 荻 内 康 雄
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 2377 号
学位授与の日付	平 成 16 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 生 活 空 間 学 専 攻
学位論文題目	照明認識機構に基づく空間の明るさ感の定量的評価法の開発に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 鉾 井 修 一 教 授 田 中 哮 義 助教授 石田泰一郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、空間の明るさ感を輝度分布から推定する定量的な方法を考案し、その有効性を心理評価実験によって実証した結果をまとめたものであって、全8章からなっている。

第1章は序論であり、照明空間に対する主要な感覚として空間の明るさの重要性を指摘し、照明設計において空間の明るさ感の評価が必要とされている背景について述べた。また空間の明るさ感に関する既往研究について概観し、本研究の意義と研究目的をまとめている。

第2章では、空間の明るさ感を心理的に評価する方法として、従来から用いられてきたマグニチュード推定法と本研究で新たに提案する参照マッチング法について検討した。さらに参照マッチング法による空間の明るさ感の評価実験を行い、明るさ感評価が被験者内、被験者間において一貫した結果を与えることを示した。

第3章では、空間の明るさ感の推定方法を工学的に定式化するための第一段階として、空間の明るさ感を導いている知覚要因について検討した。室空間に存在する物理的な光は、光源からの照射光と室内で反射して全体に拡散している反射光に大別できるが、それらに対応する知覚量として「光源の強さ感」と「空間の光量感」を想定した。さらに心理評価実験によってそれらの知覚量と空間の明るさ感との関係を検討し、空間の明るさ感は光源の強さ感とは相関が低く、空間の光量感と強い相関を示すことを明らかにした。この結果に基づいて、空間の明るさ感を決めている主要な知覚要因は空間の光量感であることを示した。

第4章では空間の明るさ感を輝度分布から定量的に推定する新しい手法として仮想輝度分布を提案した。第3章の実験結果より、空間の明るさ感を推定するためには空間全体に分布していると知覚される光の量（空間の光量感）を輝度分布から算定すればよいことになる。そのために、仮想輝度分布法では、空間全体に渡って分布する光が形成する輝度分布をあらかじめ計算によって求める。本研究では天井面を均等拡散光源（仮想光源）と仮定したときに、室内に形成される輝度の分布形状を仮想輝度分布としている。次いで、仮想光源の輝度をパラメータとして室空間の実測輝度分布に最適近似する仮想輝度分布を計算することによって、実測輝度分布から仮想輝度分布の形状に沿う光量を算定することができる。このようにして求めた仮想光源輝度を空間の明るさ感の指標値とする。第3章で述べた空間の明るさ感評価実験の評価は、仮想輝度分布法による明るさ感の指標値と高い相関を示すことが明らかになった。

第5章では仮想輝度分布による空間の明るさ感評価方法の有効性を検証するために、模型空間を用いてマグニチュード推定法による明るさ感評価実験を行った。模型空間の照明としては、局所的な光による輝度の不均一性やルーバー等による配光制限などの諸条件が設定されている。実験の結果、模型空間に対する心理的な明るさ感評価と輝度分布から仮想輝度分布法によって計算される明るさ感指標値との間には高い相関が得られた。このことから、複雑な輝度分布を有する空間においても仮想輝度分布法によって明るさ感が推定可能であると言える。また従来の研究で提案されている鉛直面照度や輝度平均値などの明るさ感の指標と比較して、仮想輝度分布法による推定が高い精度を有することが示された。

第6章では、スポット光や間接照明などの各種照明条件を設定した実大スケールの空間において明るさ感評価実験を行った。その結果、実大空間においても仮想輝度分布法を用いることによって、明るさ感が精度良く予測可能であることが示された。特に局部照明による明るさ感への影響を正確に把握できることが示された。

第7章では、仮想輝度分布法の実際の照明設計への応用の一例として、スポットライトの配置による空間の明るさ感の予測や局部照明の配置の最適化手法について検討した。その結果、局所照明の配置条件に応じた明るさ感の相違を本方法によって予測できることを明らかにし、実空間の照明設計に対しても本方法が有効であることを示した。

第8章は結論であり、本論文が得られた成果を総括すると共に今後の課題についてまとめている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、人間が感じる明るさ感に基づいた照明設計を実現するための基礎として、空間の明るさ感を心理的に決定づけている光の知覚要素を特定するとともに、空間内の輝度分布から空間の明るさ感を定量的に導出するための仮想輝度分布法を考案し、その有効性と実空間への適用について考察した結果をまとめたものである。得られた主な成果は次のとおりである。

1. 空間の明るさ感を評価する実験手法として基準空間と評価空間の明るさ感を比較する参照マッチング法を導入し、被験者間で明るさ感評価に一貫性のある結果が得られることを示した。
2. 空間の明るさ感を決定づける知覚要素として「光源の強さ感」と「空間の光量感」という2つの感覚量に着目し、空間の明るさ感が「空間の光量感」と高い相関関係にあることを明らかにした。
3. 空間の明るさ感の定量的な評価方法として、室内の物理的な輝度分布から「空間の光量感」に対応する量を検出する方法を提案した。仮想輝度分布法と名付けたこの方法では、まず評価対象空間の天井面全体を均等拡散光源と仮定したときに室内に形成される仮想的な輝度分布を求める。次いで、実測された輝度分布に仮想輝度分布をあてはめることによって決定される天井面の仮想光源の輝度をもって、空間の明るさ感評価の指標とするものである。
4. 仮想輝度分布法の有効性を検証するために、模型空間および実大空間において空間の明るさ感評価実験を行った。その結果局所光や配光の制限など種々の照明条件によって形成される不均一な輝度分布を有する空間の明るさ感が、仮想輝度分布法によって高い精度で推定可能であることが示された。
5. 仮想輝度分布法の照明設計への応用例として、スポットライトによる空間の明るさ感の変化予測や照明配置の最適化を行い、実空間の評価、設計に対しても本手法が有効であることを示した。

以上、本論文は、人間が感じる照明空間の明るさ感を輝度分布情報から定量的に評価する工学的方法として仮想輝度分布法を開発し、人間の光環境に対する感覚に基づいた照明設計の可能性を示した研究であり、学術上、實際上、寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成16年2月20日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。