

室内環境の質と省エネ性向上に資する 光・熱の空間分布の図的表現による可視化

(研究期間：令和元年度～令和2年度)

住宅研究部 建築環境研究室
室長 (博士(工学)) 三木 保弘



(キーワード) 室内環境、3次元分布、視覚認知、可視化

1. はじめに

近年、建築物における室内環境の質と省エネ性の向上を両立させようとする試みが増えている。

特に注目されているのが、屋外からの熱や光の影響を考慮して、不足する部分に局部的に空調や照明設備を配置し、必要な時間・場所に温度や明るさを確保する手法である。人にとっての快適性を確保しつつ、空間全体としてエネルギーを削減できる。

しかし、それらにより形成される室内環境と省エネ性の関係の理解は、これまでは2次元的な分布(断面や平面のコンター図)での把握とならざるを得ず、不十分であった(図-1)。そこで本研究では、室内環境(光と熱の放射に関する要素)と省エネ性との関係把握を容易にするため、室内中空の3次元的な光・熱環境の空間分布を、視覚認知を用いた図的表現により局所・空間全体で可視化する試みを行った。

2. 局所的分布の視覚認知を用いた図的表現

放射による光や熱の表現は、空間のある点に異なる方向から異なる強さの光や熱が入射する状態で存在するため、周辺からの様々な方向からのベクトル表示が考えられるが、様々な方向を3次元的にわかりやすく表示することは困難である(図-2左)。本研究では、建築の室内の基本的な、上下、左右、奥手前の6方向に集約した。また、方向別の光や熱の強さが把握しやすいように、空間の座標位置が明確で全体を見やすいIsometric図(以下、アイソメ図)を採用した。ただし、6方向のベクトルの同時表示では、光や熱の様相が直感的にわかりづらい(図-2中)ことから、光・熱の明るさや色を表しやすい「面」を有する立法体の表示が適切と考えられた。しかし、通常

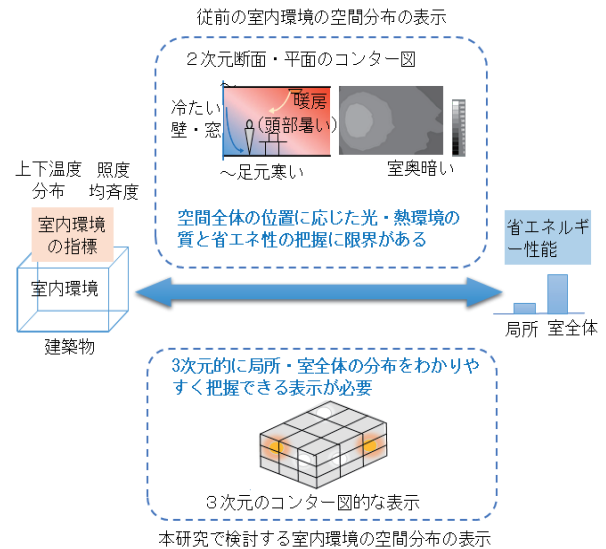


図-1 3次元分布の図的な可視化の必要性

の立方体は3面しか見ることができず、知覚される図としての凸凹が反転する(図-2右)。そこで、面を離散的に配置する方法を考案した。図-3は、離散的な配置の方法を、視覚認知の理論に紐づけて整理したものである。まず、立方体を構成する6面を、同じ間隔で小さく離散させ重ねると、エッジ(稜線)の重なりで、高次視覚認知として絵画的手がかりによる奥行き知覚が生じる(図-3左)。しかし、小さい離散では奥の面が見えにくく、奥の面は立方体を構成する面の形状として知覚できない。逆に6面を同じ間隔で大きな離散にした場合、奥の3面の奥行き知覚が少なく、立方体として認識されにくい(図-3中)。したがって、手前の3面を大きく離散させ、奥の3面は小さく離散させた表示が最適と考えられた(図-3右)。光の事例として、入射する光量に応じた面の濃淡で表したものが図-4左である。ここでは、別の面で遮蔽されている面が、存在する面として知覚される非感性的

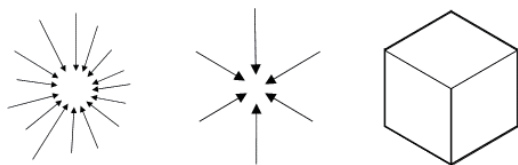


図-2 局所的な光・熱放射の3次元表現の限界

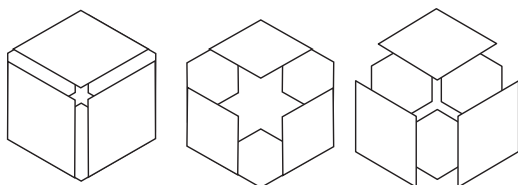
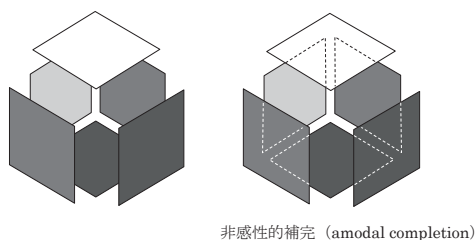


図-3 立方体面の離散的な配置による表現



非感性的補完 (amodal completion)

図-4 明暗面と非感性的補完 (amodal completion) による局所的な奥行き知覚

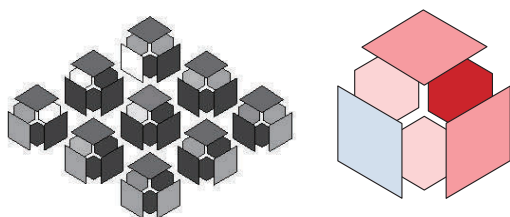


図-5 複数の局所的な光及び局所的な熱の表示

補完 (amodal completion)が生じ、奥の3面の面全体が見え、面によるエッジと濃淡の重なりで得られる絵画的な手がかりとあわせ、反転しない奥行きで知覚される。空壁が大きい手前の3面は、奥の3面で埋められ、絵画的な手がかりにより、同様に反転しない奥行き知覚が得られる。アイソメ図では、奥にある同じ大きさは相対的に大きく感じられるため、奥の面の3面のまともりは、手前の3面のまともりより少し小さいが違和感はない。これらより、局所的な6方向からの面全体が知覚され、直感的に局所的分布が把握できる。この光環境の表示で複数の点による水平面の層に展開した例が図-5左、局所的な熱環境の表示の例が図-5右である。

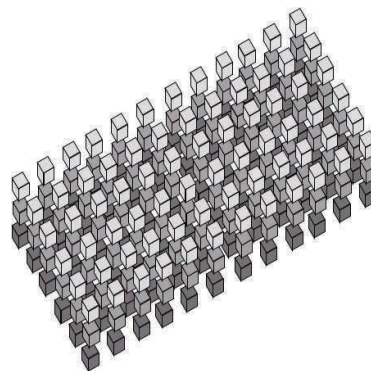


図-6 空間全体にわたる光環境の試行的な表示

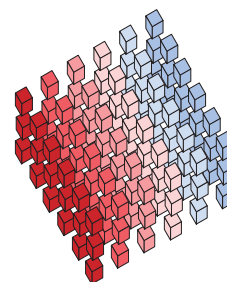


図-7 空間全体にわたる熱環境の試行的な表示

3. 空間全体にわたる光・熱環境の図的表現の試行

空間全体にわたる光・熱環境の表示は、図-5左のアイソメ図では、複数の層を重ねると立方体自体に重複が生じて奥行きが損なわれる。ここでは、スカラー量としての光・熱環境について、空間全体での立方体表示を考案し試行した。全体を俯瞰するAxonometric図(以下、アクソメ図)の特徴と表示される立方体の歪みにより、空間全体で各立方体が重なった場合でも部分的に面が見えて把握できる方法を考案した。光・熱環境のそれぞれの試行的な表示を図-6、図-7に示す。光環境は天井から床に近づくにつれ明るさが減衰、熱環境は壁面から室奥へと温度が変化している状況を空間全体で把握できる。

4. まとめ

本研究は、室内中空の3次元的な“奥行き”を、2次元の図的表現で可視化する画期的な試みといえる。今後、実用的図法に向けて、研究を進めていく。

☞ 詳細情報はこちら

1) 視覚認知を用いた立方体面の離散的配置による光の場の表示図法、日本図学会大会学術講演論文集、pp. 9-10, 2020. 11