

地下空間デザインにおける空間構成評価に対するフラクタル理論の応用

山口大学大学院 学○竹尾早代
山口大学工学部 正 清水則一

1. はじめに

地下空間は、地下鉄、地下発電所、地下駐車場などの社会基礎施設としての利用だけではなく、生活や文化の場として利用しようという試みがなされている¹⁾（図1参照）。しかし、一般に人々は地下空間に対してネガティブなイメージを持つことが多い。このため、地下空間利用において障害となっているのは、力学的、施工的な問題よりむしろ、人間の心理的な問題であると指摘されている²⁾。本研究では、人の持つ感性を取り入れた地下空間の設計方法の確立を目指して、人間の感性をフラクタル理論を用いて定量的に評価し、どのような関係があるかを調べる。



図1 地下空間をカフェとして使用する例

2. フラクタル理論を用いた地下空間の評価

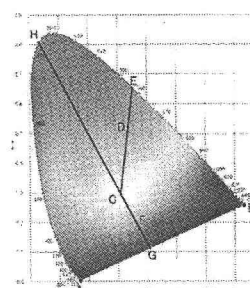
これまで、人間の感性評価はSD法を用いたアンケートにより求めてきた³⁾。しかし、アンケートによる評価法では、被験者によって評価が異なることや、代替案を考えるたびにアンケートを行わなければならないという欠点がある。そこで、ある程度人間の主観を廃した客観的な幾何学性評価法として、フラクタル理論⁴⁾を用い、その結果と人間の感性の関係性について調査した。

2.1 フラクタルについて

フラクタルとは、自己相似性を有する不規則な形態の図形、つまり一部を拡大すると全体と同じような形となることを意味する。フラクタル幾何学では、形態の複雑さはフラクタル次元で定量的に特徴付けられる。フラクタル次元とは、経験的な次元を矛盾なく含む、自己相似的なランダムな形状や現象を定量的に表すための基本量である。

2.2 フラクタル解析について

色彩のフラクタル解析を行うにあたり、画像のRGB座標値を人間の感覚に近いとされるCIE座標系（図2参照）に変換する必要がある。CIE色度図とは、人間の視覚構造を反映して作成された、赤、緑、青を単位ベクトルとする3次元色空間のことである⁵⁾。次に、この変換した値を用いてスケール変換解析および、パワースペクトル解析を行う⁶⁾。

図2 CIE色度図⁴⁾

まず、画像の色彩のスケール変換解析とは、CIE座標上において、3つの原点（赤色、緑色、青色）から各ピクセルの持つ色までの距離を求める。そして、スケール S （1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64）を定め、そのスケールにおいてそれぞれの原点からの距離の最大値と最小値の差（原点距離の差）を算出する。最後に、この3種類（赤色、緑色、青色）の原点距離の差の中で、最大の値である最大変動値 $\bar{L}$ と、あるスケール S より、スケール変換解析のフラクタル次元 D_{cs} は式(1)で表される。

$$2 - D_{cs} = \lim_{S \rightarrow \infty} (\log \bar{L} / \log S) \quad \text{式(1)}$$

パワースペクトル解析では、1画素が持っているCIE座標上の位置ベクトルの大きさを、その画素の色の特徴を示す値とした。図3にパワースペクトル解析の結果の例を示す。画像は2次元離散コサイン変換により求め、波数を空間合成数 f 、スペクトル密度を $S_p(f)$ とし、式(2)よりパワースペクトル解析のフラクタル次元 D_{cp} を求める。

$$2D_{cp} - 8 = \lim_{f \rightarrow 0} \{ \log S_p(f) / \log(1/f) \} \quad \text{式(2)}$$

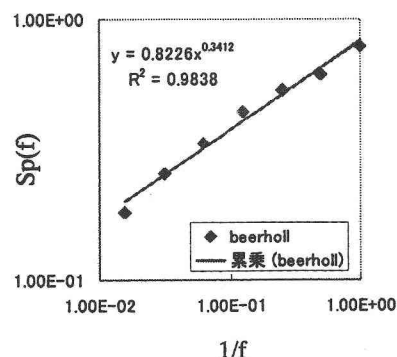


図3 パワースペクトル解析の結果の一例

2.3 地下空間の評価

図1に示すような画像36枚について上記の2つの解析を行った。また、これらの画像に対し、人間の感性との関係を調査するために、「快適な～不快な」というアンケートを行った。スケール変換解析結果およびパワースペクトル解析結果とアンケート結果との関係をそれぞれ図4、図5に示す。

この結果より、解析を行った画像が建築物と地下空間の2種類に分類され、そのどちらも、フラクタル次元が低

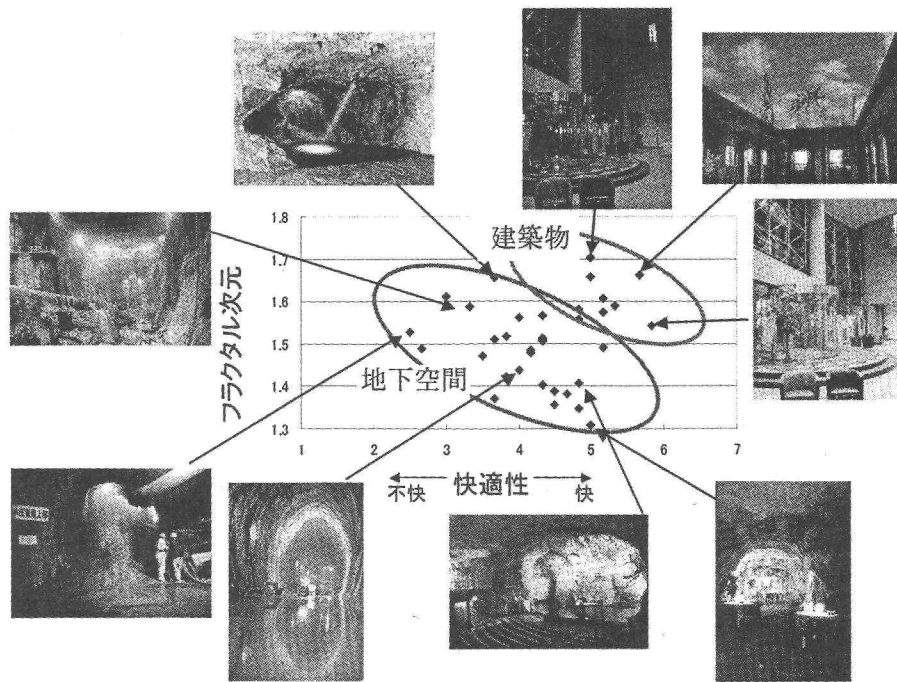


図4 スケール変換解析結果とアンケート結果の関係

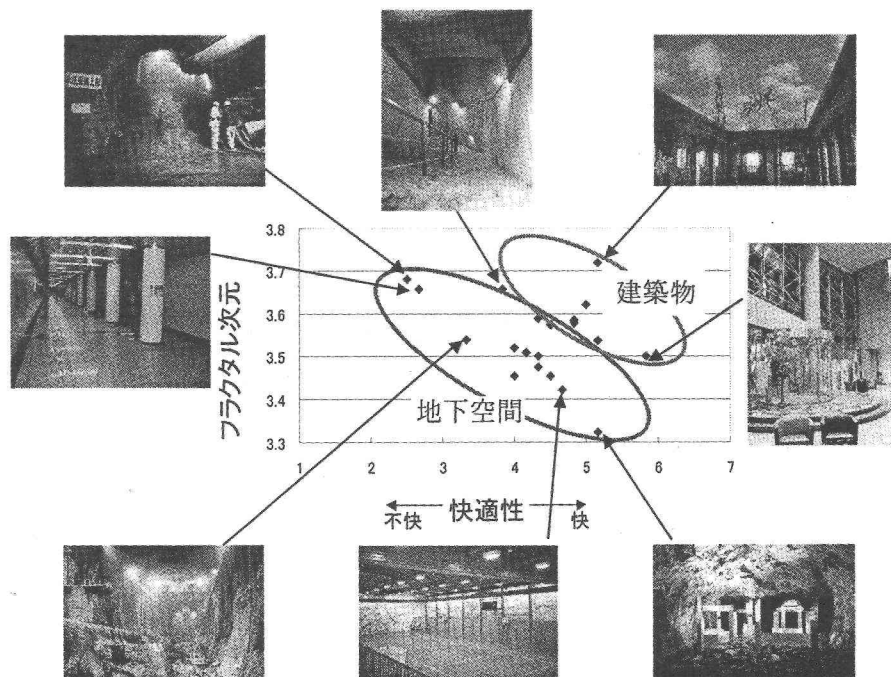


図5 パワースペクトル解析結果とアンケート結果の関係

いほど、快適であるという相関があるように考えられる。

3. まとめ

感性を取り入れた地下空間の設計を目的とし、感性を定量的に評価する方法について検討した。感性と力学を融合させた研究はほとんどないが、フラクタル理論などを用い、更なる検討を進めていきたい。

謝辞: フラクタル理論の適用にあたり三重大学生物資源学部大野研助教授に懇切なる御教授をいただいた。ここに感謝の意を表する。

参考文献: 1) Carmondy, J. and R. Sterling: Underground Space Design, Van Nostrand Reinhold, 1993. 2) 今泉暁音, 清水則一, 櫻井春輔: 地下空間形状における感性評価と力学的評価の関係に関する考察, 岩盤力学に関するシンポジウム公演論文集, 第8巻, pp.299-304, 2003.1 3) 高安秀樹: フラクタル, 朝倉書店, 1988. 4) 東京商工会議所: カラーコーディネーションの基礎, カラーコーディネーター検定試験3級公式テキスト 5) 大野研, 大野博之, 鈴木勝士, 葛西紀乃子: 色彩・形状の観点からみた数値的景観評価の試み, 土木学会論文集No.695 / IV-54, 31-44, 2002.1