

I - 7

フラクタル次元と $1/f^\beta$ ノイズを用いた橋空間の解析

日本大学工学部 正 ○五郎丸 英博, 正 浪越 勇, 学 福島 宏幸

1. はじめに 本報告は、橋空間の持つ形態、色彩（色相、明度、彩度）および濃淡の特徴をフラクタル次元と $1/f^\beta$ ノイズを用いて計量し、これらの値とアンケート調査から得られた感覚的な評価値との関係を明らかにするための基礎的な検討を行ったものである。対象とした画像は、風景写真と橋梁の写真を用意し、これらをパソコンのスキヤナを介して画像データとして取り込みパソコン上で合成する事によって作成した。

2. 画像のフラクタル次元と $1/f^\beta$ ノイズの計算 画像の持つ形態の特徴はフラクタル次元によって計量し、その値は box counting 法によって求めた。これは、ある大きさの正方形（分割幅）で測定領域を分割したときに、対象とする画像を含む正方形の総数と分割幅の大きさの関係から次元を求める方法である。これを式（1）に示す。

$$D = -\log(N(r_i) / N(r_{i-1})) / \log(r_i / r_{i-1}) \quad (1)$$

ここに、 r_i は対象画像をボックスで分割するときの i 番目の分割幅であり、 $N(r_i)$ は画像データの計測対象形態を含むボックスの総数である。本報告では、 400×250 ピクセルの画像データについて、分割幅の一辺長を 17 種類（1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 30, 50, 70 ピクセル）変化させて解析した。

画像の色彩と濃淡の特徴は $1/f^\beta$ ノイズによって解析した。この方法は、カラー画像上を 32×32 ピクセルのブロック毎に水平方向に左から右に、鉛直方向に上から下に色相、明度、彩度及び濃淡の平均値を抽出し、これらの数値の変化を 1 次元の波形とみなしてフーリエ変換を行うことによって画像のパワースペクトル密度を算出した。そして、最小二乗法によってパワースペクトル密度の勾配を求め、その勾配をスペクトル指数 β とした。一般に、 $\beta = 1$ のとき $1/f$ ゆらぎあるいは $1/f$ ノイズと言われ、人に心地よい感情をもたらす数値であると言われている¹⁾。

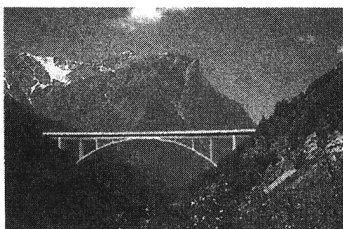
3. 解析例 図一 1 に解析した 12 種類の画像データを示す。背景が同じで、橋梁形式が異なった場合の 6 種類と背景が異なって橋梁形式が同じ場合の 6 種類について解析した。アンケート調査は、147 名の被験者に対して 12 種類の画像を順番に見せ、7 個の心理的因子と 5 個のカテゴリーを示して、それぞれの心理的因子を 5 個のカテゴリーのいずれかに分類させる方法をとった。また、好ましい順位についても調査した。心理的因子としては、複雑、調和感、心地よさ、美しさ、安定感、目立つ、シンボル性である。心理的因子についての評価は、系列カテゴリー法で尺度化して行い、好ましい順位については、順位法によって尺度化した。

図一 1 に画像の形態に関するフラクタル次元とアンケート調査の結果の 1 例として、複雑さに関する結果を示してある。フラクタル次元と複雑さに関する尺度値の間には正の相関が認められ、次元の増加に伴い複雑と感じる感覚値が増大するのがわかる。図一 2 には、背景が異なった時の画像に対する明度の $1/f^\beta$ ノイズのスペクトル指数 β と心地よさに関する尺度値の関係を示してある。明度のスペクトル指数 β と心地よさに関する尺度値の間には負の相関が認められた。しかしながら、色相、彩度および濃淡に関しては、明瞭な相関は認められなかった。

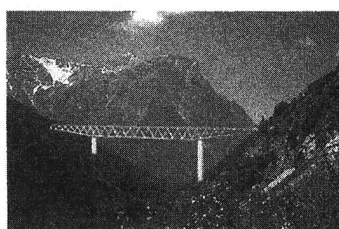
4. まとめ 今回用いた 12 種類の画像データに関して、形態に関するフラクタル次元と複雑さに関する尺度値の間には相関が認められ、形態の複雑さを示す指標としてフラクタル次元の値の使用が可能と考えられる。 $1/f^\beta$ ノイズに関しては、背景が異なった画像に対して明度に関するスペクトル指数 β と心理的因子の尺度値との間に相関が認められた。



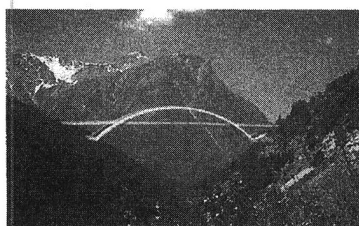
画像—1



画像—2



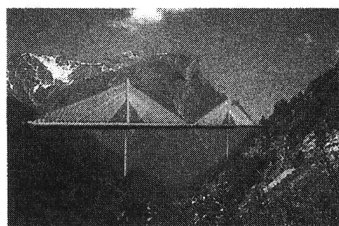
画像—3



画像—4



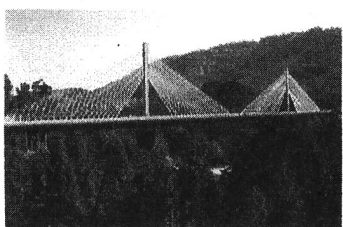
画像—5



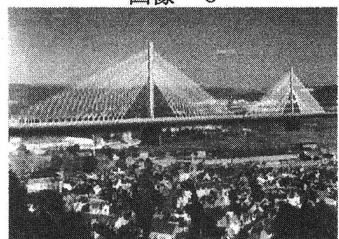
画像—6



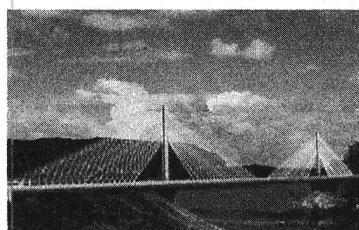
画像—7



画像—8



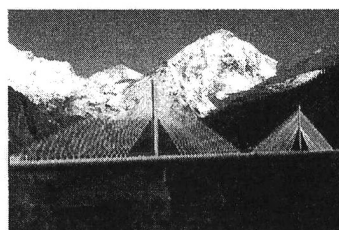
画像—9



画像—10

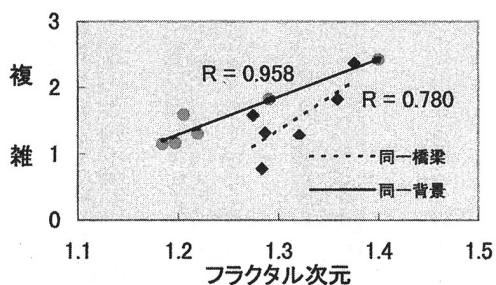


画像—11



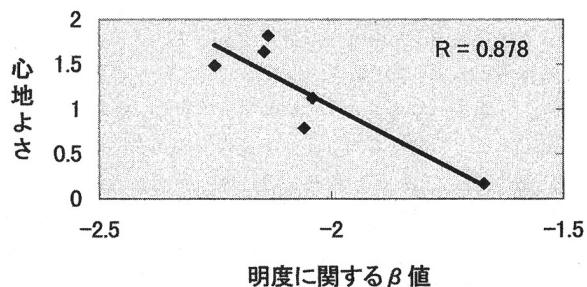
画像—12

図—1 解析画像



図—2 フラクタル次元と複雑

参考文献 1) 武者利光: ゆらぎの世界 自然界の $1/f$ ゆらぎの不思議 講談社



図—3 明度に関する β 値と心地よさ