

## 7D-3

## 道路網のフラクタル次元に関する基礎研究

和栗 健\* 前田 義信\* 牧野 秀夫\*\*

\*新潟大学工学部福祉人間工学科, \*\*新潟大学工学部情報工学科

## 1 はじめに

Lynch[1]によれば、街の判読のしやすさ (legibility, 以後、レジビリティと呼ぶ) は、ランドマーク(目印)、パス・ネットワーク(道路網)、エッジ(鉄道や河川等)、ノード(交差点等)、ディストリクト(繁華街等)の5つの要素によって調べられる[2]。ただし、これら5要素は独立要素ではなく、例えば、高速道路は歩行者にとってはエッジとなるが、運転手にとってはパスとして認識されるように複合的に使用される。

道路網の複雑さはパス・ネットワークとノードの複合作用の結果として出現する新たな要素として捉えられる。本研究では、道路網の複雑さをフラクタル次元[3]で評価し、人口密度との関連性を調査することによって、フラクタル次元がレジビリティ評価のための一要素と成り得ることを検討する。

## 2 フラクタル次元

フラクタル次元とは図形の複雑さを表す指標であり、実数値の次元で表現される。道路網の場合、フラクタル次元は1~2の間の実数値となり、フラクタル次元が大きいほど対象図形は複雑に入り組んでいる。

本研究では、フラクタル次元を求めるために、ボックスカウント法[3]を用いる。ボックスカウント法とは図形を正方形で細分化し、道路網が属する正方形の個数を求めることでフラクタル次元を求める方法である。

## 3 ボックスカウント法

ボックスカウント法を用いた道路網のフラクタル次元の求め方を以下に示す。i) フラクタル次元



図1 範囲の選択

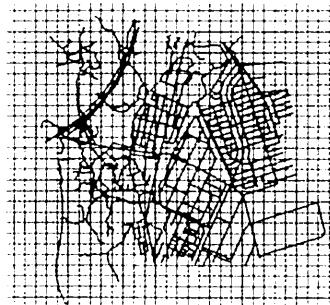


図2 図1の選択部の地図を細分化

を求めたい地域の道路網地図から範囲を選択する (図1)。ii) 選択した範囲の道路網を、一辺の長さ  $d$  の正方形で細分化する (図2)。道路網が属する正方形の個数を求め  $N(d)$  とする。8種類の  $d$  を用いて同様の作業を行う。  $d$  と  $N(d)$  に関して両対数グラフを作成する (図3)。回帰直線の傾き  $-a$  を求め、このときの値  $a$  をボックスカウント法から求めた道路網のフラクタル次元とする。

## 4 測定方法

今回は全国から任意に選択した64箇所の地域(数値地図2500[4])を使用し、道路網のフラクタル次元を求めた。一つの地域につき2km四方の正方形の範囲で、各地域の道路網を任意に5箇所選

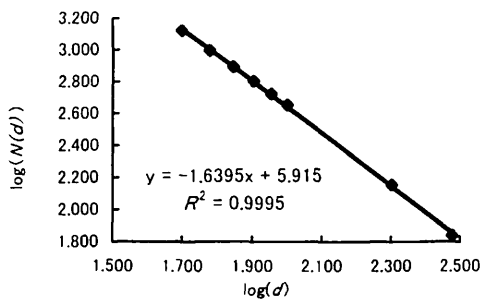


図3  $d$  と  $N(d)$  に関する両対数グラフ  
( $R^2$  は決定係数を表す)

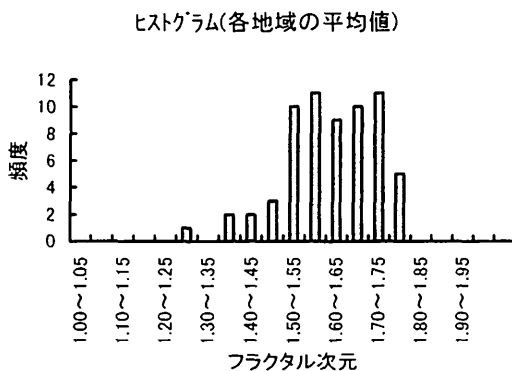


図4 地域ごとの平均フラクタル次元

扱した。道路網を細分化する際の  $d$  の取り方は  $d = 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300[\text{m}]$  とした。

## 5 測定結果と考察

調査した地域のフラクタル次元のヒストグラムを図4に示す。各地域の平均値とは、任意に調査した5箇所のフラクタル次元の平均値である。図4より、地域ごと（64箇所）の平均フラクタル次元は1.5～1.75で頻度が高い。

人口密度とフラクタル次元の関係を表1に示す。表1より、人口密度が高い地域ほどフラクタル次元が大きくなっていることがわかる。人口密度が400[人/km<sup>2</sup>]～5000[人/km<sup>2</sup>]の地域では、平均フラクタル次元に大きな違いは観察されないが、400[人/km<sup>2</sup>]以下と5000[人/km<sup>2</sup>]以上の地域の平均フ

表1 人口密度と平均フラクタル次元の関係

人口密度[人/km <sup>2</sup> ]	平均フラクタル次元
0～100	1.3981
100～200	1.5315
200～400	1.5843
400～600	1.6399
600～800	1.6490
800～1000	1.5954
1000～2000	1.6349
2000～5000	1.6405
5000～10000	1.7385
10000～	1.7609

ラクタル次元は人口密度の増加と関連して変化している。すなわち、道路網のフラクタル次元と人口密度は何らかの関係を持っている。

## 6 まとめ

全国各地域の道路網の複雑さをフラクタル次元（ボックスカウント法を用いて）で評価し、人口密度との関連性を検証した。道路網のフラクタル次元はレジビリティ評価の新たな要素となり得る。

今後は、今回の結果を統計的に評価するとともに、フラクタル次元を求める地域や一つの地域内での選択箇所数を増加させ、人口密度以外の事柄とフラクタル次元の関連性を検証することが課題である。

謝辞 本研究の一部は、平成17-18年度の文部科学省科学研究費若手研究(B)の補助によった。

## 参考文献

- [1] K. Lynch, "The image of the city," MIT Press (1960)
- [2] 高田佳奈, 福井弘道, "GISを用いた藤沢市の心的地理空間の分析," 地理情報システム学会講演論文集, vol.12, pp.371-374 (2003)
- [3] 石村貞夫, 石村園子, "フラクタル数学" (1990)
- [4] <http://www.gsi.go.jp/MAP/CD-ROM/2500/t2500.htm>