

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

K. 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要素は独立に存在するものではない. 例えば, 高速道路は歩行者にとってはエッジとなるが, 自動車を運転するものにとってはパスとして認識される. よってLynchも指摘するように, これら5要素を単独に扱うだけでなく, 5要素の複合作用を調査することも重要である.

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, フラクタル次元を用いてレジビリティの検証が可能かどうかを検討する.

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.

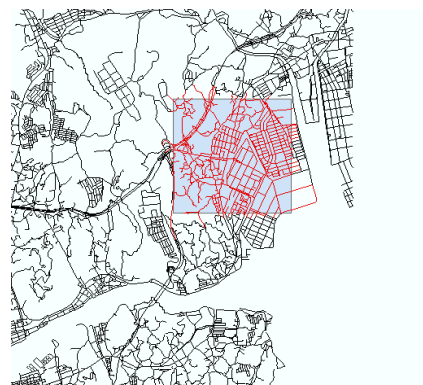


図1 範囲の選択



図2 地図の細分化

3) ?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箇所選択した. 道路網を細分化する際の d の取り方は $d=50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300$ [m]とした.

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>

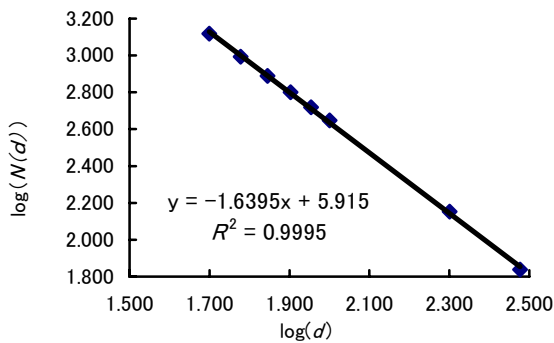


図3 d と N(d)に関する両対数グラフ (R²は決定係数を表す)

5 測定結果

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, 地域で調査した5箇所(64箇所)の平均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で頻度が高く, 範囲ごと(64箇所×5箇所=320範囲)のそれと比べて次元の揺らぎは狭い.

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/km²]~5000[人/km²]の地域では, 各範囲の平均フラクタル次元に大きな違いはないが, 5000[人/km²]以上の地域の平均フラクタル次元はそれ以下と比べ高い.

6 まとめと考察

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.

今後の課題として, フラクタル次元を求める地域, 一つの地域内で選択する範囲を増加させ, 人口密度以外の事柄とフラクタル次元の関連性の検証などが挙げられる.

謝辞 本研究の一部は, 平成 17-18 年度の文部科

表1 人口密度とフラクタル次元の関係

人口密度[人/km ²]	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

ヒストグラム(各地域の平均値)

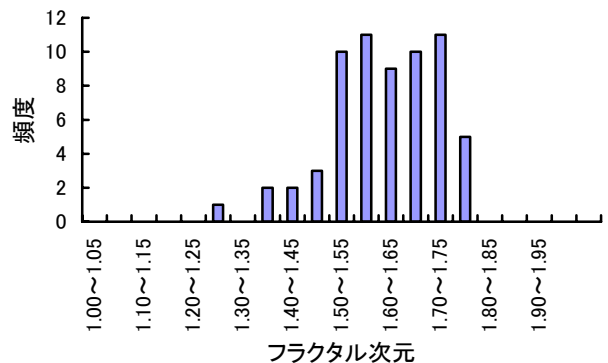


図4 地域ごとの平均フラクタル次元