

空間的自己相関分析を用いた高さが不統一な市街地景観形成に関する考察*

Spatial Autocorrelation Analysis on Urbanscape with Discordancy in Height*

山崎俊夫**・矢野敬司***・秀島栄三****

By Toshio YAMAZAKI**・Takashi YANO***・Eizo HIDEISHIMA****

1. 研究の背景と目的

住商混在型の中心市街地では昔ながらの低層家屋による町並みが残るところもあるが、建物の老朽化や家人の世代交代、土地活用やマンション経営等により、次第に中高層建築物に建て替わってきている。新しい構造・工法・材料、意匠や様式が異なる建築物により、伝統的な町並み景観は損なわれつつある。とりわけ建物の高さの不統一は、近景のみならず遠景や都市景観の眺望を見苦しいものとしている。

本研究では、空間的自己相関分析を用いることにより、現状の市街地の建物高さがどの程度不統一な状態であるかを数値的に明らかにする。さらに、高層建築物はどのような条件において建設されるか、建物高さが不統一になった要因が何であるかを明らかにする。

2. 空間的自己相関モデルによる建物高さの分析方法

(1) 既存研究ならびに本研究の位置づけ

建物高さに関する研究は、容積率等の法規制に関する研究が主体となっており、周囲との調和の程度などを定量的に分析した研究は見当たらない。

空間的自己相関分析は従来、地価分析や立地予測に用いられてきており、景観研究において用いた例は見当たらない。空間的自己相関分析に関しては高塚ら¹⁾による地価の空間的連関に関する研究があり、後述するモデルの定式化において参考とした。また、土地利用モデルによる地価の形成要因に関する杉木ら²⁾の研究があり、建物高さや用途について予測するモデルやパラメータ推定に空間的相関を取り入れている。後述する地区特性を考慮した説明変数の設定において参考とした。

本研究は、個別の建築活動が相互に影響しあうことで、

地区全体の建築活動に繋がっているのではないかとという発想を端緒としている。建物老朽化等を契機とする内因や、マンション建設ブームといった外因もあろうが、結果的に市街地景観を損なうこととなった建物更新の相互の関連性を、空間的自己相関分析により数値的に明らかにしようとするところに本研究の意義がある。

(2) 空間的自己相関モデルの定式化

空間的自己相関とは、単一のオブジェクト分布における空間的近接性と属性の類似性の関係を記述する概念である。正の空間的自己相関とは、空間的に近いオブジェクト同士ほど類似した属性を持つ（似たもの同士が集まっている）状態をいう。負の空間的自己相関とは、空間的に近いオブジェクト同士ほど異なる属性を持つ（似たもの同士が避けあっている）状態をいう。

注目している建物とその周辺に位置する建物の高さを比較することにより、対象地区における建物高さの不統一さを表す。一つの大きな地域が幾つかの小区域からなる場合、この地域内の一つの地点に立地する事象を受けて互いに従属関係が発生するとき、空間的自己相関が見られるという³⁾。

空間的自己相関のほかには建物の高さを導いている要因を解明するために、建物高さと同様関係にあると思われる属性を設定する。被説明変数に建物高さを、説明変数に建物の属性を用い、建物高さを決定している要因を明らかにする。説明変数と被説明変数の間に線形重回帰関係が成り立つと仮定する。

個々の建物の高さの空間的自己相関項を、建物高さを個々の建物の属性で説明する回帰項に加えたモデルを構築した。これを行列形式で表記したモデル1（建物高さモデル）を以下に示す。

$$[\text{モデル1}] \quad \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_N \end{pmatrix} = \rho \begin{pmatrix} 0 & W_{12} & \cdots & W_{1N} \\ W_{21} & 0 & \cdots & W_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{N1} & W_{N2} & \cdots & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_N \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1k} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{N1} & X_{N2} & \cdots & X_{Nk} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_N \end{pmatrix}$$

ただし、 Y : 建物高さ n : 建物番号($n=1, \dots, N$)

ρ : 空間的自己相関パラメータ W : 空間重み付け行列

X : 各説明変数 k : 説明変数の種類($k=1, \dots, K$)

β : 回帰係数 e : 誤差項

*キーワード: 景観, 土地利用, 空間的自己相関

**正員, 博(工), 財団法人中部空港調査会

***非会員, 名古屋工業大学大学院工学研究科

****正員, 博(工), 名古屋工業大学大学院工学研究科

(愛知県名古屋市昭和区御器所町, TEL: 052-735-5586,

E-mail: hideshima.eizo@nitech.ac.jp)

空間重み付け行列の要素 W_{ij} は地点 j の建物が地点 i に及ぼす影響を示す。被説明変数を掛け合わせることでより同じ属性が周辺に及ぼす影響を表す。本研究では隣接する建物を 1、隣接しない建物を 0 として建物同士の相互関係を表す。空間的自己相関パラメータ ρ ($-1 < \rho < 1$) は空間的自己相関の強度を示す係数である。被説明変数の値が空間的にまとまった値を示す場合は正の相関があることとなり、完全にランダムである場合は 0 となる。有意な値を示す回帰係数 β より建物高さの決定要因を分析する。

次いで、建物高さの変化を被説明変数に置くことにより、建物の更新を促す要因を明らかにするモデルを定式化する。建物高さの変化は、ある調査年次 t における建物の高さ Y_t と、次の年次 $t+1$ における建物高さの差 ΔY_{t+1-t} とをとり、以下の式のとおり構成する。これをモデル 2 (建物高さの変化モデル) とする。

$$[\text{モデル 2}] \quad \Delta Y_{t+1-t} = \rho_{t+1-t} W \Delta Y_{t+1-t} + X_t \beta_{ik} + e_t$$

説明変数の回帰係数 β により、被説明変数に対する説明変数の当てはまりの良さを見る点は [モデル 1] と同様である。ただし、[モデル 2] では建物高さの変化を被説明変数としていることから、隣接している建物の更新が同時に行なわれているか否かが分かる。

3. 空間的自己相関分析の適用

(1) 研究対象地区の現況

本研究では、名古屋市西区円頓寺地区のうち幹線道路や市街地再開発事業区域に接する地区を対象として取りあげる。当地区は特に新しい町並みと古い町並みが混在している。円頓寺は清洲越し以来の古い商人の町であり、長久山圓頓寺の門前町として親しまれてきた。名古屋駅から近く、周辺には歴史的な町並みや屋根神様、子守地蔵尊など数多くの歴史資産が残っている。その中でも四間道 (しけみち) 地区は 1986 年に名古屋市が町並み保存地区として指定した。対象地区には、建築時期が古い長屋や町家が未だに残っている。幸いにも第二次世界大戦の空襲 (1944 年 12 月以降 38 回にも及んだ) の難を逃れた。そのため復興土地区画整理事業の区域から外れており戦災復興による一体的な整備が行われなかった。

円頓寺を南北に縦断する都市計画道路江川線には、かつて路面電車が運行されていた。路面電車は 1973 年には廃止され、復興土地区画整理事業に併せて江川線の拡幅整備が進められた。対象地区の側は復興土地区画整理事業の区域から外れていたため、江川線沿いに泥江市街地再開発事業が実施された。2 棟の高層住宅 (那古野ビル・1978 年完成) と名古屋国際センタービル (1984 年完

成) が建設された。これらにより江川線の拡幅整備はほぼ概成し、拡幅された江川線の上部空間には、名古屋市高速度道路の都心環状線が建設された (1994 年)。

対象地区の南側には、往復 8 車線の幹線道路である都市計画道路桜通線が位置する。その地下空間を運行する名古屋市営地下鉄 6 号線 (桜通線) は、1983 年に工事着工された。1989 年に中村区役所～今池間が開業され、これと同時に国際センター駅も開業された。

対象地区は名古屋駅地区に近接しており、商業地域に指定され、容積率が 400% (幹線道路沿いは 800%) であるという立地条件にある。



図-1 研究対象地区位置図

(2) 地区の特性を考慮した説明変数の設定

対象地区において建物高さの不統一な町並みを検証し、建物高さを決する諸要因を明らかにする。そのため地区に適した説明変数を設定する必要がある。対象地区は名古屋駅から 1 km に満たない近さであり周囲を幹線道路に囲まれている。このことを踏まえ「最寄りのバス停までの距離」「名古屋駅までの距離」「建築面積」「地価」「角地か否か」「前面道路幅員」「幹線道路までの距離」「国際センター駅までの距離」等を説明変数とした。これらのデータを住宅地図から得て GIS ソフトウェア (informatix 社 SIS6.2) によりデータベース化した。

(3) データベースの作成とその手順

分析には建物高さのデータが必要であるが、個々の建物高さを調べることは難しい。そこで建物高さに代えて建物階数を用いることとした。建物階数は電子住宅地図より把握できる。過去の住宅地図 (書籍版) には世帯主や事業所等の名称が記載されており、建物の状況 (建物用途・階層・構造) が類推できる。これらより地区の建物更新過程をかなりの程度で推測可能と考えた。

研究室では当該地区について2007年版の電子住宅地図を所有している。この地図を起点として遡り1975年までの32年間にわたる都市データをGISデータベース化した。ただし1年単位では建物更新の件数がさほど多くないことが想定され、また毎年の住宅地図を入手することも困難であることから、年次間隔を4～5年程度とすることとした。

現状がビルやマンションであり、従前が複数の住宅（長屋）や店舗（町家）である場合は、長屋や町家が除却され、複数の敷地が統合（合筆）されたと考えられる。一方、名称が同一であり敷地形状にも変化が見られない場合は、建物更新なしと判断できる。こうした判別をもとに建物更新の有無を確認し、従前の敷地が長屋・町家と考えられる場合は、隣接する長屋等が現存する場合は同じ階数、それ以外の場合は2階建てと想定する。駐車場・空き地の場合は0階建てとみなす。

近年の住宅地図であれば、建物形状から建築面積を把握できる。過去の住宅地図では敷地の位置・形状を特定できるが、更新された建物の形状を把握できない。そこで従前の建物の建築面積については、建ぺい率80%が標準であることを根拠に敷地面積に0.8を乗じた値を建築面積として用いることとした。地価については、国税庁発行の財産評価基準書路線価図を採用した。

4. 空間的自己相関パラメータの分析

モデル1により推定した空間的自己相関パラメータの推移を図-2に示す。パラメータ値が1に近ければ空間的に相関性があるといえ、建物高さが統一されている状態となる。値が0の場合はランダムな状態、-1では隣接する要素が互いに相反する状態といえる。

図-2を見ると1994年まで徐々に、わずかながら統一的状态からランダムな状態へと変化している。1967年時点で既に建物高さの統一が失われていた状態にあった。1998年、2002年と不統一な状態へと進みはじめ、2007年には不統一な状態に大きく進んでいる。これは、地区の南側に2棟の大型マンションが建設された時期と符合する。

図-3によれば対象地区における敷地数は1985年までは、ほぼ一定で推移しているが、1990年以降は減少傾向にある。この傾向は建物棟数も同様であり、建物の除却と敷地の統合（合筆）が進んでいることが分かる。特に1994年までの変化が大きい。これは我が国のバブル経済ならびにバブル経済崩壊時期と一致している。

対象地区における連鎖的な建物更新の有無を把握するため、モデル2による空間的自己相関パラメータの推移を図-4に示す。パラメータ値が1に近い場合、高さの変化した建物が集積していることとなる。町屋・長屋

が連鎖的に取り壊され、大規模な駐車場やビルに建て替えられた場合はパラメータ値が1に近づく。

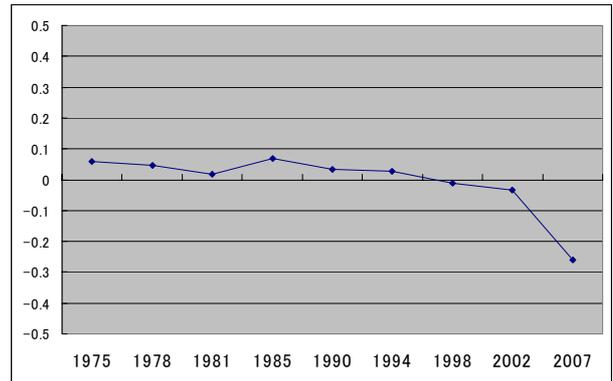


図-2 空間的自己相関パラメータの推移

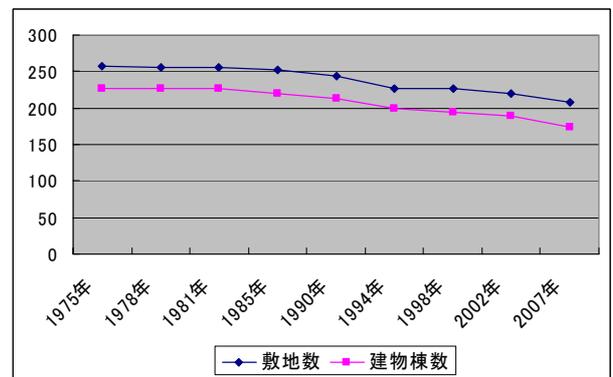


図-3 敷地数・建物棟数の推移

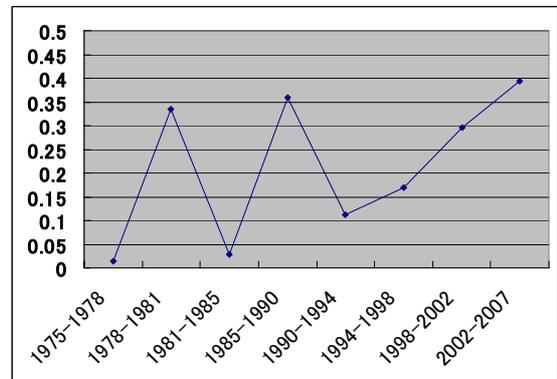


図-4 高さ変化の空間的自己相関パラメータの推移

図-4によると、1978年-1981年と1985年-1990年に高い値を示し、1990年-1994年に低くなるが、その後は一様に増加している。対象地区ではバブル経済の時期よりも、最近の方が建物更新は多いことを示している。

バブル経済期以降、対象地区では建物の除却と敷地の統合が進んでいる（図-3参照）。地区全体の建物高さが変化し始めるのはバブル経済崩壊後の1994年以降であり、建物高さの不統一が大きく進展するのは2002年以降である（図-2参照）。これは名古屋駅周辺での1999年JRセントラルタワーズ、2006年ミッドランドスクエア、2007年名古屋ルーセントタワー、2008年スパイラル

タワーの開発と時期を同じくしている。

対象地区における建物高さは、高度経済成長期（1955年～1973年）には既に統一性のない状態にあったが、不統一さが進展したのはごく最近であり、名古屋駅周辺の再開発による影響が波及したと推察される。

5. 建物高さの決定要因と建物高さの変化に与える要因

建物高さの決定要因を表す説明変数の推定結果を表-1に示す。各項目における数値は回帰係数 β を表し、値が正であれば説明変数の属性が被説明変数（建物高さ）に対してプラスに寄与していることとなる。有意水準1%、ならびに5%のものを着色して示した。建物前面の道路幅員は全ての年次で有意である。また、名古屋駅までの距離（の逆数）も多く年次で有意である。対象地区における建物高さは、前面道路幅員と名古屋駅までの距離に影響を受けていることが明らかである。

表-1 建物高さモデルによる推定の結果

年次	バス停	名古屋駅	建築面積	地価	角地	前方幅員	幹線道路	国際センター駅
1975	-0.081	0.161	-0.006	0.171	-0.08	0.31	-0.323	-0.083
1978	-0.105	0.244	0.025	0.135	-0.05	0.287	-0.245	-0.195
1981	-0.045	0.231	0.031	0.253	-0.03	0.237	-0.32	-0.212
1985	-0.074	0.287	-0.062	0.109	-0.05	0.279	-0.208	-0.276
1990	-0.003	0.236	-0.073	0.291	-0.07	0.168	-0.192	-0.28
1994	0.089	-0.41	-0.156	-0.03	-0.09	0.333	-0.152	-0.448
1998	0.093	0.37	-0.129	-0.27	-0.09	0.536	-0.122	-0.344
2002	-0.031	-0.646	-0.068	-0.05	-0.02	0.153	0.024	-0.643
2007	0.002	0.558	-0.005	-0.12	-0.04	0.248	0.033	-0.591
						5%有意	1%有意	

次いで、建物高さを変化させる要因を表す説明変数の推定結果を表-2に示す。高さ変化の空間的相関パラメータが変化している1978年-1981年（図-4参照）においては、特に影響のある説明変数が見当たらない。これと異なり1985年-1990年においては「最寄りのバス停までの距離」「名古屋駅までの距離」「前面道路幅員」「幹線道路までの距離」が有意な説明変数となっている。この二つの時期の違いは、前者が高度経済成長以後、後者がバブル経済時期に当たっており、後者の時期に建物の除却と敷地の統合が進み始めた（図-3参照）ことである。総括すると、対象地区において開発が進んだ要因として「名古屋駅までの距離」など上記の4つの項目があげられる。

高さ変化の空間的相関パラメータが継続的に上昇する1998年以降は「名古屋駅までの距離」「地価」「角地か否か」「幹線道路までの距離」「国際センター駅までの距離」等の説明変数が有意となっている。「前面道路

幅員」の項目が外れていることと「名古屋駅までの距離」が2時点で有意となっていることが特徴的である。

建物高さは前面道路幅員により規定されるところが大きいと考えられる。しかし、従前の建物を更新して高度利用を進める要因は、地区そのものが持つ市街地特性よりも、名古屋駅周辺の再開発ブームといった外因の方が大きいと推察される。

表-2 建物高さの変化モデルによる推定の結果

単位期間	バス停	名古屋駅	建築面積	地価	角地	前方幅員	幹線道路	国際センター駅
1975-1978	0.047	0.378	0.074	-0.05	0.086	-0.054	0.091	-0.431
1978-1981	-0.13	-0.01	0.11	-0.09	0.022	0.054	0.039	0.058
1981-1985	-0.11	-0.277	0.226	0.033	0.064	0.007	-0.088	0.38
1985-1990	0.154	0.329	0.007	-0.55	-0.02	0.237	0.146	-0.442
1990-1994	-0.03	0.362	-0.241	0.069	-0.06	-0.17	0.135	-0.329
1994-1998	0.04	-0.398	-0.105	-0	-0	-0.015	-0.021	-0.431
1998-2002	-0.05	0.12	-0.172	0.4	0.064	-0.43	0.094	-0.161
2002-2007	-0.05	0.333	-0.486	0	0.1	0.026	-0.027	0.283
						5%有意	1%有意	

6. おわりに

本研究では市街地景観を建物の高さという観点から捉え、空間的自己相関分析を用いて建物の高さを形成する、あるいは乱す要因と変化する条件を明らかにすることを試みた。その結果、地区における建物高さが統一されたものであるか否かが空間的自己相関パラメータにより示されることが分かった。さらに建物高さを規定する要因として前面道路幅員の果たす要因が大きいことが確認できたが、建物高さの変化を促す要因としては地区を取り巻く社会経済的条件も大きいことが推察された。

参考文献

- 1) 高塚 樋口：空間的自己相関分析手法を用いた地価の空間的連関に関する統計的検証，地域学研究，Vol. 26，pp. 139-152，1995。
- 2) 杉木，谷後，内田，宮本：詳細土地利用モデルにおけるパラメータ推定，土木計画学研究講演集Vol. 21，pp. 129-132，1998。
- 3) 張 長平：地理情報システムを用いた空間データ分析，古今書院，2001。