

非線形地価関数モデルによる新線建設の外部効果の定量化

Quantification of External Effects associated with a New Railroad through a Non-linear Function of Land Price.

* 児 玉 文 雄

By Fumio KODAMA

** 鎌 田 康

Yasushi KAMADA

Land price is formulated as a function of the distance from railroad station. The database of land prices for 37 stations in Saitama prefecture is constructed. Two types of non-linear function are selected: exponential (independent town type) and piecewise-linear (bed town type). This assumption concerning the correspondence between function type and town type is proved by statistical tests. The use of non-linear function makes it possible to estimate the upper limit of distance which will be influenced by the existence of the station. This limit turns out to be a function of the distance from the downtown of Tokyo. Thus, the combination of these models makes the quantification of external effects possible. This was applied to Saikyou Line.

1. 緒 言

大都市圏においては、慢性的な通勤地獄解消のため、鉄道の整備が急務とされているが、建設投資の急騰と工事の長期化が鉄道経営を圧迫し、鉄道事業者の自己財源による新線建設を難しくしている。しかしながら、新線の開通により、沿線地域は膨大な外部効果を得ることから、外部効果を適正な方法で推定し、できるだけ内部化することこそ、不労所得の再分配による経済的公平性の実現と安定財源の確保への有力な手段となりうる。本研究は、駅勢力圏内の地価構造を分析し、都心への時間距離が地価に与える影響度の定量化を行ないながら、新線建設がもたらす外部効果の定量化、及び、費用便益比を算定

することにより、その内部化施策への道標を与えるためのものである。

通勤鉄道の開通がもたらす外部効果は様々なものがあるが、そのほとんどは地価に反映されるため¹⁾、鉄道の有無による地価格差を分析することにより外部効果の計測が可能である。このような観点から、従来、地価関数による地価上昇額算定に関する多くの研究が行われてきたが^{1) 2) 3) 4)}、使用された地価関数には問題点も少なくない。

第一に、データ等の制約により、地価関数を沿線全体、若しくは特定地域で構築しているため、駅や駅が属する都市の性格が考慮されていないことである。地価の分布も、駅を中心とする街の属性に影響を受けると考えられ、各駅勢力圏毎に地価関数を求める必要がある。また、従来の分析のほとんどが線形回帰によって地価関数を構築しており、線形関数系の構造(駅から無限遠方で地価収束値が0となる)が非現実的である。そこで、駅から無限遠方におい

* 工博 埼玉大学教授 大学院政策科学研究科

(〒338 浦和市下大久保255)

** 正会員 学修 日本国有鉄道盛岡工事事務所

(〒020 盛岡市盛岡駅前通1-41)

て一定値に収束する非線形関数を地価関数に導入すべきである。更に、線形関数の構造的制約により、鉄道開通による地価上昇範囲（本研究では、駅が存在による地価上昇範囲を駅勢圏とする。）をあらかじめ仮定しており、すべての駅の駅勢圏を同一視しているため、駅勢圏を推定する回帰式を構築する必要がある。本研究では以上の点を考慮して地価関数の構築を行なうこととした。

2. 非線形地価関数モデル構築の手順

(1) 駅勢圏毎のデフレータ作成

地価のデータは「地価公示」，「基準地の標準価格（1月1日換算）」を用いたが，単年データでは，駅単位のデータが極めて少なくなるため，各年のデータをプールする必要がある。ここでは，駅が存在により，地価に影響があるといわれている^{b)}，駅から2 km圏の，昭和51年～59年の隔年の宅地データについて，各駅勢圏毎に(1)式によってダミー回帰を行なった。

$$\log(Y) = a + b \cdot X + d_3 + d_5 + d_7 + d_9 \quad (1)$$

Y：地価（万円／平米）

X：駅から道路距離（M）

d_i：昭和（50 + i）年ダミー

(1)式は，図1に示すとおり，同一年では指数関数となり，年毎には，上方にシフトする関数である。(1)式によってデフレータが得られるのは，同一駅勢圏内の各地点については，同率で地価が上昇するという前提にたっている。すなわち，昭和（50 + i）年のデフレータを $r_i = \exp(d_9 - d_i)$ （ただし $d_1 = 0$ ）とすることによって，毎年の各駅勢圏毎のデフレータが得られる。そこで，すべてのデータを昭和59年価格に換算して，駅からの距離について100 Mピッチで平均化し，地価データとした。

(2) モデルの構造

モデルの構造としては，都心を中心とした鉄道の影響を受けない（駅勢圏外の）大すりばち型分布（これを「基礎地価」と名づける。）と，駅勢圏内

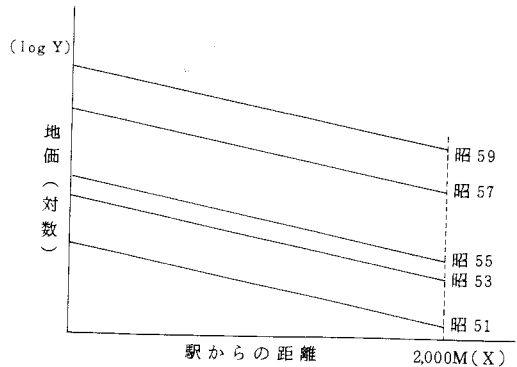


図1 (1)式の回帰線

の小すりばち型地価分布を想定した。（図2参照）各駅勢圏については，駅無限遠方で一定値（= C）

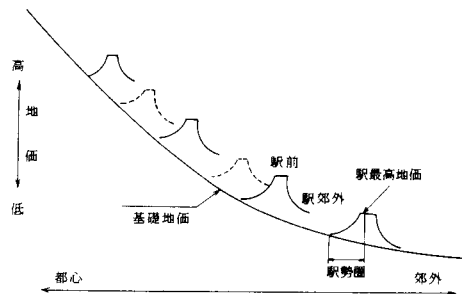


図2 地価分布の想定

に収束するような以下の二種の非線形関数によって回帰を行なった。（図3参照）

$$Y = A \cdot \exp(-B \cdot X) + C \quad (\text{指数型}) \quad (2)$$

$$Y = -A \cdot X + B \quad \text{if } X \leq X_0 \quad (\text{折線型}) \quad (3)$$

$$Y = C \quad \text{if } X > X_0$$

$$(\text{ただし } X_0 = (B - C) / A)$$

なお，係数の推定にあたっては，マルカル法による非線形回帰法を用いた。

指数型分布では，駅からの距離が遠くなるにつれ

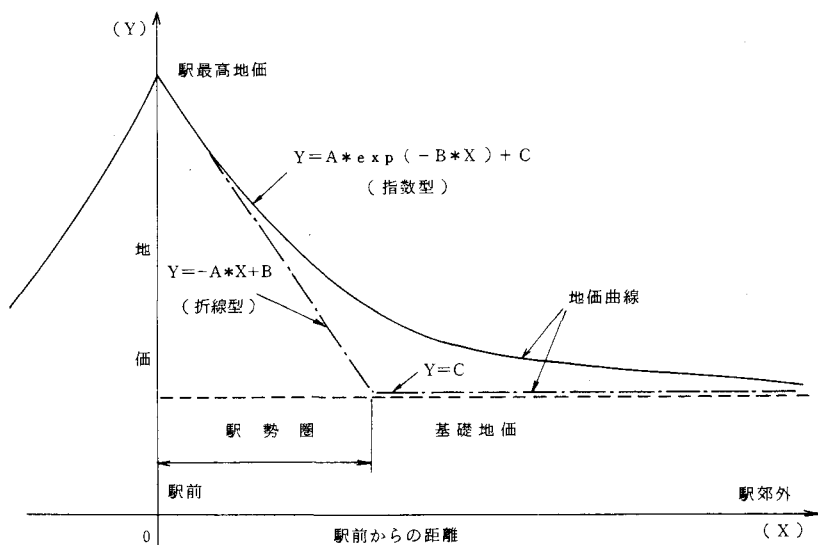


図3 各駅勢圏における地価分布のモデリング

て地価が漸減するが、折線型では、折れ点を有し、駅勢圏が明確に表れる。

対象地域は、首都圏のうち、アクセスする都心が集中的であり、複数の通勤鉄道が存在し、図2の地価分布を最も顕著に示す地域として、埼玉県を選んだ。対象駅は、都心からの時間距離(注1)が70分以内の37駅とした。(注2)(2)及び(3)式において収束値Cを推定するためには、駅からできる限り遠方まで、データを含めることが望ましいが、鉄道の影響を受けない他市町村の影響が考えられるため、駅から5km圏のデータを、式の推定のために採用した。

(3) 推定結果と地価分布分類

回帰を行ったのち、適合度(=1-(残差自乗和/全変動))(注3)の良し悪しにより、原則として、「指数型分布」、「折線型分布」に分類した。(注4)結果は表1に示した。(注5)「折線型分布」の駅勢圏については、駅勢圏が推定可能となる。更に、駅が属する都市について、「指数型都市」、「折線型都市」にグルーピングを行なった。同一市に複数駅が存在する場合で、該当駅が異なる地価分布型を示した場合には、原則として代表駅の分布型

をその都市の地価分布型とした。(注6)以上より、「指数型都市」は、川口、蕨、大宮、久喜、上尾、熊谷、川越、朝霞、上福岡、東松山、和光の11都市、一方、「折線型都市」は、与野、蓮田、桶川、北本、草加、志木、富士見、所沢、越谷、飯能の10都市に分類された。

3. 駅勢圏内地価分布の特性

このような異なった地価分布型をとる都市群について、「指数型」、「折線型」両都市の性格差をさぐるために、各都市の12の統計指標(注7)に対し、分散分析を行ない、群間差が有意(10%水準)となる5指標を得た。(表2参照)

この結果、「指数型都市」は、工業生産が盛んで工業用地も広い。加えて、昼夜率が高いことから、自都市内で、ある程度以上の従業者を抱えることが可能であり、都市としての自立度が高いものと考えられる。これに反して、「折線型都市」については、工業があまりみられず、逆に住宅用地が多くなっている。昼夜率が低いことを考えあわせれば、この都市群は明らかに大都市依存のベッドタウン都市であることがわかる。更に、興味深いのは、置市経過月数に関し、「指数型都市」の値が大きくなっていることである。すなわち、「指数型都市」は比較的古い街というわけであるが、戦後の高度成長にともなった首都圏のスプロール化の結果、生まれた都市を「折線型都市」、それ以前からある程度街を形成しており、東京という大都市が仮になくとも自活で

表 1 非線形回帰結果

駅名	データ数 (除外数)	適合度		分類	基礎地価 (万円/平米)	駅最高地価 (万円/平米)	街最高地価 (万円/平米)	駅勢圏 (M)	街勢圏 (M)
		指数型	折線型						
西川口	38 (0)	. 867	. 854	指数	13. 15	28. 32	21. 65	2746	5319
蕨	33 (2)	. 842	. 807	指数	16. 03	29. 84	20. 69	1623	3172
南浦和	18 (0)	. 897	. 894	不適	15. 22	—	—	—	—
浦和	27 (0)	—	. 902	折線	11. 36	28. 50	—	3713	—
北浦和	33 (0)	. 942	. 941	指数	11. 11	29. 11	16. 81	3036	6394
与野	19 (0)	. 823	. 879	折線	14. 43	24. 44	—	2395	—
大宮	26 (0)	. 905	. 872	指数	9. 37	—	23. 83	—	4178
東大宮	18 (0)	. 895	. 881	指数	11. 79	20. 78	16. 75	1097	1753
蓮田	15 (0)	—	. 848	折線	8. 33	15. 26	—	2355	—
久喜	19 (1)	. 886	. 875	指数	9. 74	17. 33	13. 45	1211	2018
宮原	16 (2)	. 768	. 721	不適	12. 75	—	—	—	—
上尾	29 (2)	. 858	. 824	指数	7. 01	19. 48	14. 99	2648	5309
桶川	23 (1)	. 907	. 934	折線	10. 26	15. 75	—	1850	—
北本	16 (0)	. 750	. 757	折線	9. 60	16. 92	—	1300	—
熊谷	17 (1)	. 878	. 833	指数	6. 43	20. 77	12. 70	1410	2632
籠原	13 (1)	. 624	. 696	折線	6. 55	9. 35	—	1300	—
谷塚	18 (1)	. 870	. 918	折線	11. 56	19. 41	—	1948	—
草加	27 (1)	. 698	. 746	折線	10. 80	20. 64	—	2033	—
新田	21 (1)	. 878	. 901	折線	12. 35	18. 90	—	1733	—
越谷	12 (0)	. 732	. 788	折線	13. 35	21. 01	—	1875	—
北越谷	15 (5)	. 887	. 881	指数	12. 23	20. 86	15. 04	1255	2549
和光市	11 (1)	. 804	. 802	指数	17. 14	27. 86	20. 38	1211	2206
朝霞	20 (0)	. 788	. 761	指数	12. 83	25. 83	20. 64	1633	3568
志木	20 (1)	. 796	. 807	折線	15. 28	23. 57	—	2551	—
鶴瀬	19 (1)	. 727	. 746	折線	13. 10	19. 15	—	1700	—
上福岡	23 (0)	. 870	. 854	指数	8. 54	22. 95	18. 38	1945	4265
川越	26 (1)	. 865	. 817	指数	9. 01	24. 52	17. 91	2631	5057
坂戸	15 (1)	. 857	. 771	不適	9. 83	—	—	—	—
東松山	14 (1)	. 880	. 844	指数	7. 75	15. 21	11. 20	1443	2474
所沢	18 (0)	. 643	. 652	折線	15. 17	21. 89	—	1700	—
新所沢	15 (0)	. 679	. 703	折線	16. 81	22. 46	—	1800	—
飯能	13 (2)	. 778	. 793	折線	10. 57	18. 88	—	1769	—

表 2 分散分析結果

	一人当り 工業生産 額	工業用地 比率	住宅用地 比率	昼夜率	置市経過 月数
F値	7. 26	3. 20	6. 17	4. 15	4. 13
判定	** (5%)	* (10%)	**	*	*
「指数型」都市	大	大	小	大	大
「折線型」都市	小	小	大	小	小

きうる都市が「指数型都市」といえよう。

4. つけ値理論による駅勢圏内地価分布の解明

前節での実証分析により、都市の自立性の有無によって地価分布型が異なってくることが示された。都市の自立性は、従業者を自都市内に抱えることができるかどうかで定まってくるため、通勤者に対し、駅を利用する「都心通勤者」、及び、駅を利用しない「市内通勤者」の二種に分け、地価形成の「つけ値理論」に立脚しながら、「都心通勤者のつけ値」、「市内通勤者のつけ値」を想定した。現実の地価分布は、両つけ値線の最大値を結ぶ線となる。

両通勤者の通勤条件の違いを考えてみると、「都心通勤者」は総通勤時間が相対的に長くなるうえ、自家用車の使用が困難である。逆に、「市内通勤者」の場合は、従業地がCBD（一般的には駅前付近）を中心として拡散していること、通勤時間に余裕

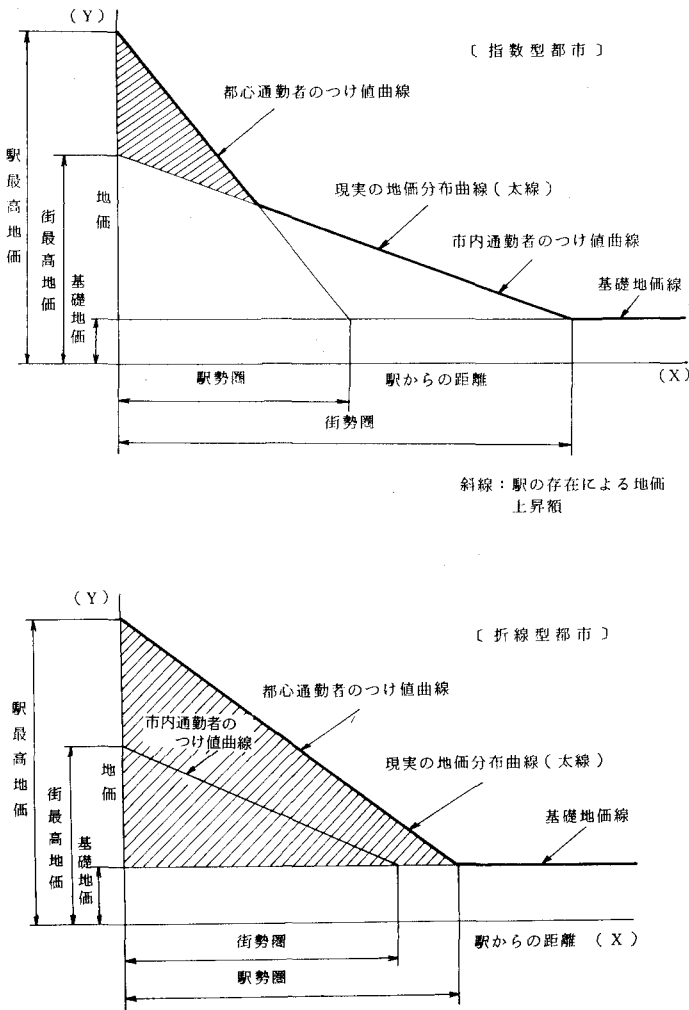


図4 つけ値理論による都市の地価構造

があること、自家用車の使用が可能であることから、駅遠方でも、比較的居住が可能であると考えられる。

したがって、両つけ値線は交差し、駅近隣は「都心通勤者のつけ値」、駅遠方では「市内通勤者のつけ値」によって地価が定まることが考えられた。

この理論を各々の地価分布についてあてはめてみると、都市の自立性が大きく、「市内通勤者」の多い「指数型都市」では、両つけ値線の交差がみられるものの、「折線型都市」では、「市内通勤者」が

少ないため、「市内通勤者のつけ値」は「都心通勤者のつけ値」を下まわり、この結果が、前節で行なった非線形回帰において、各々、「指数型」、「折線型」の関数系への適合度がすぐれていたものと推察された。(図4)これによって、「指数型分布」をとる駅においても、「都心通勤者のつけ値線」を推定することにより、駅勢圏が求められることがわかった。

このような通勤者特性の相違から、駅存在による地価上昇額(=外部効果)を考える場合、「指数型都市」では、その自立性により、駅存在がなくとも、「市内通勤者」は多数存在し、駅存在による地価上昇額は、「都心通勤者のつけ値線」と「市内通勤者のつけ値線」の差の部分となる。(図4参照)ところが、「折線型都市」においては、置市経過月数が短いことから、元来は街の形成がなかった地区であり、鉄道の存在によって初めて街の形成がなされることから、駅存在がなかった場合には、「市内通勤者」もほとんど存在しないと考える良い。したがって、「折線型都市」については、「都心通勤者のつ

け値線」と「基礎地価」との差を駅存在による地価上昇額とした。(図4参照)

なお、「指数型都市」、「折線型都市」とも、実際の地価上昇額は、上述の差部分を、駅を中心に一回転させた体積の部分に相等する。

5. 駅勢圏内地価構造の特定

以上のことから、両つけ値線によって、「指数型都市」、「折線型都市」の地価構造が説明できることがわかり、「指数型分布」の駅勢圏については、

再び折線回帰を行なうことによって、両つけ値線を推定した。

この結果を、前節で行なった「折線型分布」の「都心通勤者のつけ値線」の推定結果と合わせ、二本のつけ値線で構成される駅勢圏の地価構造を「基礎地価」、「駅最高地価」、「駅勢圏」、「街最高地価」、「街勢圏」の五指標を定義することによって特定した。（図4参照）なお、「折線型分布」の駅においては、「市内通勤者のつけ値線」を求めることができないため、二節で求めた「都心通勤者のつけ値線」の結果のみを用いる。よって、「街勢圏」、「街最高地価」は求まらない。結果は表1に付記した。

更に、上記五指標を決定する要因を回帰分析によって特定した。

(1) 基礎地価 (BLP) (万円/平米)

$$\begin{aligned} \log (BLP) = & 2.846 - 0.01554 * X_t \\ & (42.4) \quad (-7.52) \\ & + 0.2851 * D_s \quad (4) \\ & (3.02) \end{aligned}$$

$$[R^2 = 0.686 \quad N = 32] \quad () : t\text{-値}$$

X_t : 都心からの鉄道距離 (km)

D_s : 西武線ダミー

(2) 駅最高地価 (SLP) (万円/平米)

$$\begin{aligned} SLP = & 25.776 - 0.2296 * X_j + 2.093 \\ & (13.91) \quad (-6.36) \quad (1.79) \\ & * K + 5.678 * D_k \quad (5) \\ & (4.64) \end{aligned}$$

$$[R^2 = 0.789 \quad N = 28]$$

X_j : 都心からの時間距離 (分)

K : 駅の持つ系統数 (本)

D_k : 京浜東北線ダミー

(3) 駅勢圏 (SE) (M)

「駅勢圏」の場合、28駅全体で回帰を行うと、決定係数が十分でない。これは、私鉄駅の駅勢圏が比較的小さく、また、「都心からの時間距離」に対しても、国鉄駅に比べ、変化が少ない傾向がある。

また、「都心からの時間距離」が約45分を超えると、国鉄駅、私鉄駅ともにはほぼ一定値となる傾向がみられた。そこで、回帰としては、都心から一定範囲の国鉄線（ただし、蕨駅と新駅である東大宮駅はのぞいた久喜駅近の9駅）で行なった。

$$\begin{aligned} SE = & 5.167 - 83.06 * X_j \quad (6) \\ & (10.60) \quad (-5.93) \\ [R^2 = & 0.834 \quad N = 9] \end{aligned}$$

X_j : 都心からの時間距離 (分)

(4) 街最高地価 (CLP) (万円/平米)

$$\begin{aligned} \log (CLP) = & 3.231 + 0.0002048 * S \\ & (61.95) \quad (4.45) \\ & - 0.01476 * X_t - 0.01891 * D_n \\ & (-9.99) \quad (-3.72) \quad (7) \end{aligned}$$

$$[R^2 = 0.915 \quad N = 14]$$

S : 駅所属市の商業販売額 (百万円/年)

X_t : 都心からの鉄道距離 (km)

D_n : 駅所属市の非代表駅ダミー

(5) 街勢圏 (CE) (M)

$$\begin{aligned} \log (CE) = & 7.718 + 0.001393 * I \\ & (49.13) \quad (3.28) \\ & + 0.5500 * D_b - 0.9099 * D_s \\ & (1.74) \quad (-2.97) \quad (8) \end{aligned}$$

$$[R^2 = 0.626 \quad N = 14]$$

I : 駅所属市の工業生産額 (百万円/年)

D_b : 辺境駅ダミー (上福岡駅)

D_s : 新駅ダミー (東大宮駅)

特に、駅勢圏については、従来の外部効果計測例においては一定値として扱われることが多く、国鉄駅においては、より現実にあったモデリングとなった。また、「駅勢圏」の回帰式は、「都心からの時間距離」に対して、負の回帰係数を有することがわかり、通勤時間余裕から考えた場合の、「都心から（該当駅までの）時間距離」と「駅勢圏」との関係を表づける結果となった。

以上のことから、「都心通勤者のつけ値」で示される、駅が存在による地価は、「都心からの時間距離」によってかなりの部分を説明しうることがわかり、新線建設による地価上昇は、都心からの時間距離の改善という形で、本モデルによって定量化が可能であることが示された。

6. 埼京線建設を例とした沿線外部効果の定量化

前節で構築された地価構造モデルをもとに、埼京線（埼玉県内）の開通にともなう外部効果（＝地価上昇総額）を算定した結果を表3に示す。上昇総額は、8,635億円であるが、このうち、公共用地比率25%（仮定）、住宅用地比率81.7%（浦和市、昭和58年）と想定すると、住宅地における推定上昇額は

$$8,635 \text{ 億円} \times (1 - 0.25) \times 0.817 \\ = 5,291 \div 5,300 \text{ 億円}$$

となり、平均地価上昇額は約2.69（万円／平米）となった。この上昇額は、埼京線（埼玉県内）の建設費、約1,970億円の約2.7倍にあたる。したがって、

表3 地価上昇額推定

駅名	上昇額 (億円)	上昇面積 (平方K m)	平均上昇額 (万円／ 平米)
戸田公園	1 4 7 8	4 . 8 1	3 . 0 7
戸田	1 3 9 5	4 . 8 1	2 . 9 0
北戸田	1 3 2 2	4 . 5 9	2 . 8 8
武蔵浦和	2 6 9 5	7 . 5 6	3 . 5 6
中浦和	2 5 4	1 . 4 8	1 . 7 2
南与野	9 1 4	4 . 7 0	1 . 9 5
与野本町	5 6 4	3 . 7 9	1 . 4 9
北与野	1 2	0 . 3 2	0 . 3 8

埼京線が埼玉県内沿線にもたらした地価上昇のうち、約37%を何んらかの形で吸収、内部化できれば、埼京線建設費を回収することが可能となることがわかった。このことは、今後、首都圏の通勤鉄道整備を進めるうえで一つの目安となるう。

7. 今後に向けて

今回示した非線形地価関数は、まだ試作段階であり、今後様々な方向から精査していく必要があると考えられる。特に検討しなければならないものとして次の項目が考えられる。

- (1) 今回の研究は、埼玉県を対象とした分析であり、首都圏全体にも範囲を広げ、より一般性のある、地価分布と都市の性格との関係を調べていく必要がある。
- (2) 地価に対して、「駅からの距離」以外にも影響を与える要素は様々あるが、非線形モデルのなかにどのように取り入れていくのかを考えていかなければならない。
- (3) 今回の分析では、駅前まで住宅地が存在するものとして、地価上昇総額を算定したが、モデルをより現実的なものとするためには、商業地や工業用地などの地価形成を分析し、モデルのなかに取り入れていく必要がある。

注 釈

注1) 「都心」の駅は山手線の駅とし、「時間距離」については、普通料金で乗れる最短時間（乗換時間ふくまず）とした。

注2) 都心への通勤範囲を明確にするため、駅が属する都市の、東京通勤者比率が、「都心への時間距離」を抵抗値としたグラビティモデルに追従しなくなる限界（都心から約70分圏）をもって、首都通勤範囲とした。

注3) 非線形回帰法では、一般的な線形回帰の場合と異なり、 t 値をはじめとする諸統計量を用いることができない⁶⁾。したがって、モデルに用いた非線形関数は、パラメータ数が等しいものを選び、残差の自乗和の大小によって、モデルのフィッティングを評価した。

注4) ①収束値が、「指数型」、「折線型」とともに負値となるなど、関数の回帰値が不自然な場合には、「その他」の分類とし、除外とした。(鴻巣駅、春日部駅、狭山市駅)

②地価が駅を中心としたすりばち型分布を有していない駅についても、同様に除外扱いとした。(加須駅、岩槻駅)

③駅最近の地価データ一点が著しく高い場合には、「指数型」と判定されてしまうが、そのようなデータのある駅については「不適」の分類とし、基礎地価推定値以外の四指標の値は用いなかった。なお、「基礎地価」は、「指数型」の回帰値を用いた。

④大宮駅については、駅から1 km以近に地価データがなく、「都心通勤者のつけ値線」の推定誤差が大きくなる可能性があるため、「駅勢圏」、「駅最高地価」の値は不採用とした。

注5) データの除外にあたっては、次の基準によった。

・残差の、推定値に対する百分率が正規分布をするという仮定のもとに、「指数型」、「折線型」両関数ともに、有意水準5%で棄却域におちる場合のデータは除外とした。

・上述の除去作業後も有意水準1%の棄却域におちる場合のデータも除外とした。

・「駅からの距離」において、1 km以上間隔があき、街が一旦途切れると判断される場合の以遠のデータは除外とした。

注6) 該当するのは次の駅の場合である。

- ・浦和駅(折線型)、北浦和駅(指数型)
南浦和駅(不適)
- ・熊谷駅(指数型)、籠原駅(折線型)
- ・越谷駅(折線型)、北越谷駅(指数型)

このうち、浦和市については三駅三様であり、分散分析の対象外とした。熊谷市は「指数型」、越谷市は「折線型」の地価分布の分類とした。

注7) 具体的には、次の指標である。

「一人当りの商業販売額」、「一人当りの工業生産額」、「一人当りの農業生産額」、「昼夜率」、「従業者に対する他都市からの通勤者比率」、「従業者に対する他都市への通勤者比率」、「商業用地比率」、「工業用地比率」、「住宅用地比率」、「市街化調整区域比率」、「一人当りの市民所得」、「置市経過月数」

参 考 文 献

- (1) 肥田野、中村、太田 「郊外鉄道新線建設効果の資産価値への転移」土木計画学研究講演集7
- (2) 立地評価研究所 「地価上昇の分配システム研究」 1983
- (3) 運輸調査局 「鉄道のもたらす外部経済効果の研究」
- (4) 肥田野 登 「新線開発の開発利益と吸収対策」土木計画学シンポジウム19
- (5) 折下 功 「鉄道新設による開発効果に関する調査」 1970
- (6) ドレーパー、スミス 「応用回帰分析」 森北出版 1983